AMURE

UMR

CENTRE DE DROIT ET D'ECONOMIE DE LA MER

LES PUBLICATIONS AMURE

SÉRIE RAPPORT

N° R-16-2010

RAPPORT

< Viabilité économique des procédés de sauvegarde et détoxification accélérée de coquillages cultivés face aux efflorescences de microalgues toxiques >

José A. Pérez Agúndez*, Rémi Mongruel*,
Sophie Girard*, Jean-Marc Cochet**

* UMR-AMURE, IFEMER, Département d'Economie Maritime, Brest

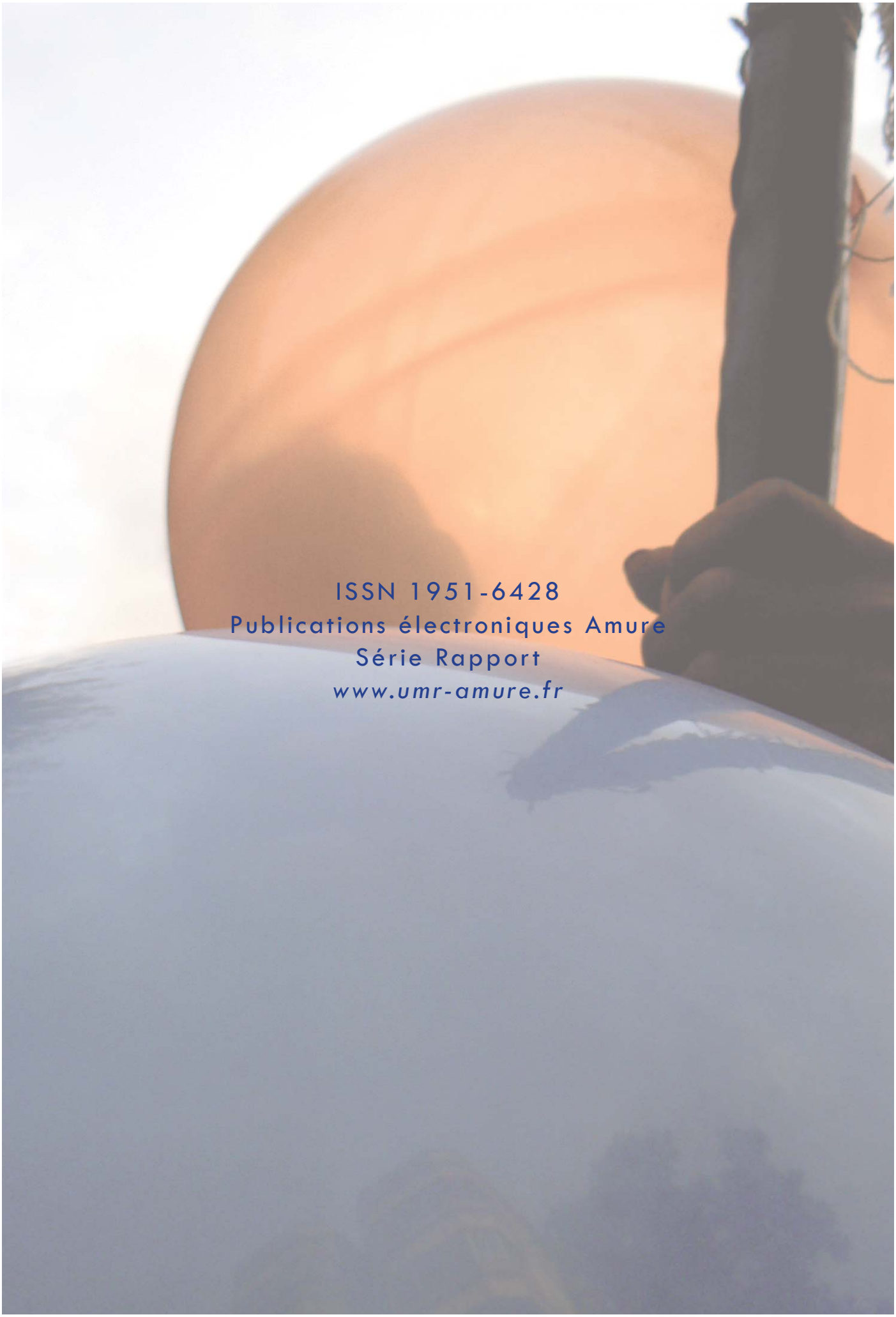
** Idée Aquaculture, Montpellier

UBO université de bretagne occidentale

Ifremer

www.umr-amure.fr

ISSN 1951-6428
Publications électroniques Amure
Série Rapport
www.umr-amure.fr



ISSN 1951-6428
Publications électroniques Amure
Série Rapport
www.umr-amure.fr

Viabilité économique des procédés de sauvegarde et détoxification accélérée de coquillages cultivés face aux efflorescences de microalgues toxiques

José A. Pérez Agúndez[1], Rémi Mongruel[1], Sophie Girard[1] et Jean-Marc Cochet[2]

(1) Ifremer / Département d'Economie Maritime
Technopole de Brest-Iroise
BP 70, 29280, PLOUZANE
TEL : 33 (0)2 98 22 43 60 - FAX : 33 (0)2 98 22 47 76
Jose.perez@ifremer.fr

(2) Idée Aquaculture
SIEGE SOCIAL
TEL : 33 (0)4 99 23 31 60 - FAX : 33 (0)4 99 23 31 70
RUE JEAN GIROUX - PARC EUROMEDECINE II
F-34080 MONTPELLIER
jtrichereau@ideeaquaculture.com

Table de Matières

1. INTRODUCTION....4

2. Conséquences économiques des efflorescences de micro algues toxiques....7

2.1. Quelques exemples d'impacts en Europe, Asie et Etats-Unis 8

2.2. Impacts sur la conchyliculture en France....10

3. Matériel et méthodes....13

3.1. Base de données économiques comptables obtenues auprès du CGPA 14

3.2. Collecte de données technico-économiques....17

4. Analyse technico-économique des procèdes de purification, de sauvegarde et de détoxication des huîtres avant expédition 20

4.1. Description des bassins conchylicoles étudiés : type d'entreprises, risques environnementaux et équipements de traitement utilisés 21

4.1.1. Rivière d'Etel, Baie de Quiberon et rivière de Pénerf.... 21

4.1.2. Etangs de Thau Salses-Leucate.... 25

4.2. Les dispositifs de sauvegarde et de détoxication 29

4.3. Les dispositifs de détoxication accéléré....30

4.4. Evaluation des coûts associés à chaque procédure technique....33

5. Analyse de la viabilité économique des changements techniques en Pays de la Loire..34

5.1. Caractérisation du secteur conchylicole en région pays de la Loire....35

5.1.1. Synthèse sur l'analyse descriptive 36

5.1.2. Analyse en composantes principales et typologie des entreprises conchylicoles.... 38

5.2. Performances économiques des entreprises....42

5.2.1. Collecte d'information économique des entreprises.... 42

5.2.1. Principaux résultats.... 46

5.3. Viabilité économique par type de technique....48

6. Conclusion et discussion 51

Contribution à l'axe 2 du projet GERRICO

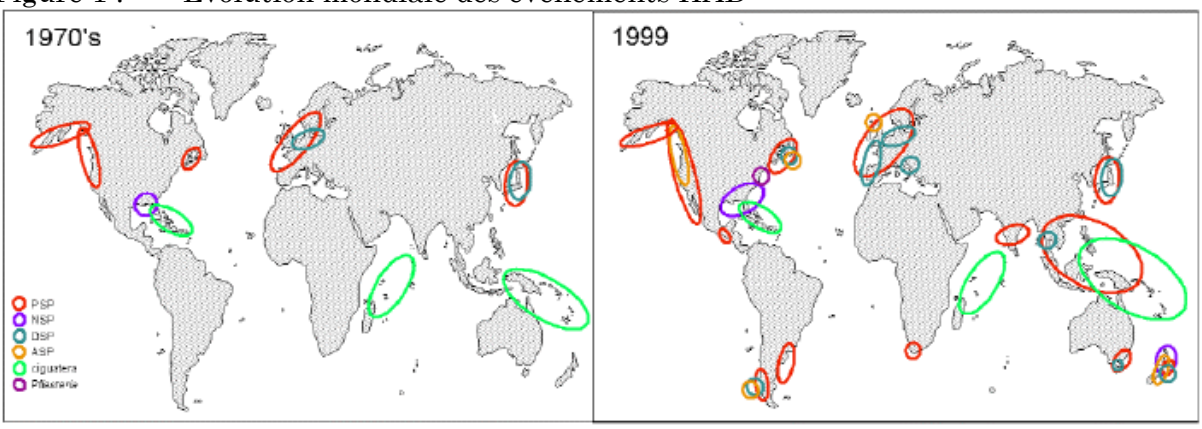
Résumé
La sauvegarde et la détoxication de coquillages représentent des procédés techniques qui ont pour objectif la maîtrise de la qualité sanitaire des coquillages produits par les entreprises conchylicoles. Leur mise en œuvre liée à des phénomènes d'efflorescences d'algues toxiques est contrainte à des critères réglementaires, de faisabilité technique, mais aussi économiques. L'adoption par la profession de ces changements techniques dans leurs pratiques d'élevage se traduit in fine par des modifications de leurs coûts de production et de leurs seuils de rentabilité économique.

Ce travail s'appuie sur deux volets principaux. Premièrement, une analyse technico-économique sera effectuée. L'objectif est de décrire techniquement les choix possibles entre plusieurs procédés adaptables à différents bassins de production. Une évaluation des coûts associés sera également estimée afin d'aboutir à une hiérarchisation des techniques selon leur coût de mise en œuvre. Le deuxième volet s'appuiera sur une analyse de la viabilité économique de ces changements techniques compte tenu des performances économiques des entreprises conchylicoles. Pour cela, on utilisera des données comptables d'entreprises conchylicoles installées en baie de Bourgneuf. Cette analyse sera complétée par une réflexion sur les impacts que de telles modifications technologiques pourraient induire sur le secteur en cas de leur adoption

1. INTRODUCTION

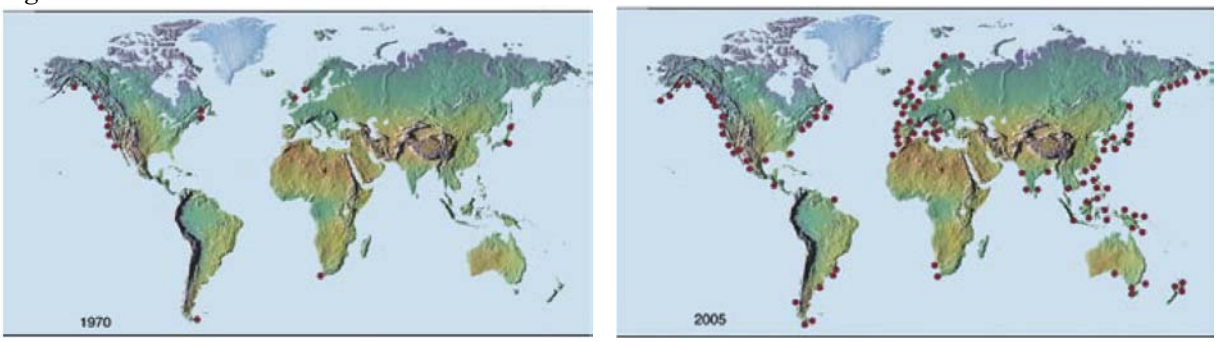
Les efflorescences de phytoplancton toxique sont des phénomènes environnementaux en nette croissance depuis les dernières décennies (Anderson, 1989, Van Dolah, 2000) qui affectent très généralement l'ensemble des côtes de la planète. Les causes de leur origine demeurent encore mal connues. Une certaine corrélation a été notée entre la croissance des processus d'eutrophisation et l'augmentation de ces efflorescences (Sellner, 2003). Cependant, beaucoup d'autres facteurs naturels interviennent (Hodgkiss and Ho, 1997) et rendent ces processus complexes à appréhender. Puisque l'élimination de ces agents toxiques n'est pas envisageable (Jeffrey L. C. Wright, 1995), la recherche se focalise sur la meilleure compréhension des processus qui les produisent dans l'objectif de les prédire. Il s'agit de modèles qui tiennent compte de variables environnementales telles que la concentration de nutriments, la direction et l'intensité des vents, les échanges de masses d'eau verticaux, etc. (Wong et al, 2007 ; Wong et al, 2009). Néanmoins, l'inexistence actuelle de ce type de systèmes opérationnels se traduit dans les faits par une passivité consistant à contrôler la qualité de l'eau selon les protocoles établis par des réseaux de surveillance, puis interdire la commercialisation de coquillages dans les zones contaminées jusqu'à la disparition des toxines. Ces événements ont des conséquences économiques et sociales qui peuvent s'avérer très importantes pour des populations côtières (Van Dolah et al. 2001). Elles sont observables à plusieurs niveaux.

Figure 1 : Evolution mondiale des événements HAB



Source : Van Dolah, 2000

Figure 2 : Evolution mondiale des événements PSP



Source : Anderson, 2005

Premièrement, les HABs[1] représentent des menaces pour la biodiversité des écosystèmes côtiers mais aussi pour différents usages anthropiques développées dans ces territoires. Ainsi, pour les filières de production primaire telles que la pêche et l'aquaculture, ces événements induisent des impacts économiques qui résultent (i) de la dégradation de l'environnement sur les stocks de coquillages provoquant des mortalités (Sournia et al, 1990) et des effets sur la croissance et la reproduction des stocks et (ii) des interdictions de commercialisation des coquillages provoquant un prolongement de la durée de stockage. En cas d'interdiction de vente, les pertes de revenus des entreprises conchylicoles peuvent résulter, d'une part, de retards de ventes et de difficultés de trésorerie et, d'autre part, de pertes de recettes liées aux contraintes de commercialisation (ventes non réalisées, pertes de parts de marché). Par ailleurs, les effets économiques de ces fermetures à moyen et long terme sont directement liés à leur intensité et leur fréquence. L'atteinte de l'image du secteur peut se traduire par une réduction de la demande et donc des prix. Outre les pertes de revenus des entreprises, ces effets peuvent également se traduire à terme sur des pertes d'emplois.

Deuxièmement, la cumulation de toxines par des coquillages filtreurs destinés à la consommation alimentaire, représente des risques pour la santé humaine. Cela a conduit à la mise en place d'un ensemble de mesures de protection des consommateurs. Plus concrètement il s'agit de la mise en œuvre de dispositifs de surveillance et de contrôle à différents niveaux de la filière des produits de la mer, auquel s'ajoute l'imposition permanente ou occasionnelle de restrictions des possibilités de production et de commercialisation. La détection de ces risques permet de limiter ou éviter des coûts sanitaires potentiels. Les coûts sanitaires évités de ce type d'intoxication justifieraient largement à eux seuls les coûts de mise en œuvre et de gestion d'un réseau de surveillance (Ami et al, 2003). La garantie sanitaire des produits conchylicoles procurée par l'existence d'un dispositif de surveillance et de contrôle sanitaire peut néanmoins limiter les effets des risques sur la demande.

Troisièmement, le secteur public est ici concerné dans la mesure où les perturbations environnementales affectant la production de coquillages sont à l'origine de dispositifs de surveillance des zones de production et de contrôle sanitaire des produits, dont le financement est en partie public. Par ailleurs, des moyens sont également consentis sous formes d'aides publiques diverses pour atténuer les répercussions économiques de ces perturbations sur la filière ou bien pour accompagner des changements techniques et technologiques permettant de minimiser les risques et les effets de ces efflorescences.

Dans tous les cas, les répercussions économiques de ces modifications environnementales sur les entreprises concernées dépendront de leur situation économique et des réponses qu'elles sont capables de générer. En général, il faut s'attendre à ce que les entreprises cherchent à minimiser le coût pour elles de ces perturbations, en ajustant leur niveau d'activité ou bien en modifiant la nature de leur activité. La mesure des impacts suppose donc de pouvoir caractériser de manière assez fine les stratégies d'exploitation et des réponses déployées, et de mesurer les variations de résultats économiques associées.

---

[1] HAB (Harmful Algal Bloom) est le terme anglais couramment utilisé dans la littérature spécialisée pour se référer aux efflorescences de micro-algues toxiques.

Parmi les différentes réponses possibles, la sauvegarde et la détoxification accélérée représentent des procédures techniques et technologiques qui permettraient de palier les effets économiques des crises sanitaires. Premièrement, la sauvegarde est une démarche qui consiste à placer les coquillages cultivés à l'abri des eaux contaminées par les algues toxiques. Cela permettrait de maintenir l'activité du secteur dans le temps en garantissant la continuité des ventes des entreprises. En ce qui concerne la détoxication, en l'absence de dispositifs de sauvegarde, lorsque les coquillages demeurent parqués en mer, ils subissent des processus de contamination par filtration de masses d'eau contenant des phycotoxines. Une fois contaminés, les processus de détoxification peuvent s'avérer lents selon les toxines et les espèces de coquillages concernées, le niveau de concentration des toxines et selon d'autres paramètres environnementaux tels que la température (Blanco et al 1997). Le lien entre la durée de ces épisodes et les impacts économiques subis par les entreprises du secteur justifierait la recherche de techniques qui permettent d'accélérer ces processus. Il s'agirait plus concrètement de forcer l'alimentation des coquillages et donc l'élimination de toxines en plaçant les coquillages contaminés dans des bassins alimentés par des eaux propres avec une forte concentration de nutriments. L'objectif étant de réduire le temps encouru entre contamination et décontamination. Des expériences réalisées sur des huîtres et palourdes montrent une réduction de la période de décontamination de toxines PSP en moins d'une semaine (Lassus et al 2005).

Ces procédés de décontamination accélérée représentent des solutions techniques sous certaines conditions, dont les principales sont leur compatibilité avec la réglementation, et leur viabilité économique, qui pose la question des investissements nécessaires. Le critère de rentabilité économique doit s'appuyer sur une évaluation coût-bénéfice des procédés de décontamination et plus particulièrement sur la comparaison entre :

- les coûts en capital représentés par les acquisitions d'équipement et de foncier nécessaires au déroulement des opérations de décontamination, auxquels il faut ajouter les coûts de fonctionnement de l'équipement en routine (par exemple, coûts en eau, électricité, temps de travail, etc.);
- et le bénéfice (ou dans ce cas précis la diminution de pertes de revenus) obtenu par l'épuration de coquillages.

Il est également nécessaire de tenir compte des facteurs de risque tels que l'évolution des marchés et par conséquent des prix, les modifications environnementales, les changements réglementaires, etc. Les estimations des seuils de rentabilité des projets devraient pouvoir être modulées en fonction de variations de ces différents paramètres.

Ces projets d'investissement peuvent être à la base d'initiatives individuelles ou collectives (investissements réalisés par chaque entreprise ou mise en commun de moyens techniques et financiers). Le fait de privilégier une démarche en particulier dépendra de la capacité économique des acteurs à supporter les investissements nécessaires, mais aussi de la capacité de concertation et de structuration du secteur. Il est également possible d'envisager un scénario complémentaire caractérisé par l'émergence d'entreprises spécialisées dans ces procédés de décontamination. Une telle spécialisation aurait comme objectif l'optimisation des opérations de décontamination et la diminution du coût de ces tâches pour les entreprises d'élevage.

L'évaluation de la faisabilité technico-économique des procédés de décontamination peut être complétée par l'analyse économique des différents scenarii possibles en fonction des modes d'action (individuels ou collectifs) et du degré de participation des pouvoirs publics au travers d'instruments réglementaires et financiers. Le fait de privilégier une démarche en particulier dépendra de la capacité économique des acteurs à supporter les investissements nécessaires, mais aussi de la capacité de concertation et de structuration du secteur. Il est également possible d'envisager un scénario complémentaire caractérisé par l'émergence d'entreprises spécialisées dans ces procédés de décontamination. Une telle spécialisation aurait comme objectif l'optimisation des opérations de décontamination et la diminution du coût de ces tâches pour les entreprises d'élevage. Outre la prise en compte de critères de rentabilité globale, cette approche devrait être accompagnée ultérieurement par des analyses de la sensibilité socioéconomique face à ces possibles changements techniques pour différents types d'entreprises (selon leur taille, capacités financières, capacités d'adaptation, etc.), pour tenter ensuite de prévoir une dynamique du secteur entrainée.

2. CONSEQUENCES ECONOMIQUES DES EFFLORESCENCES DE MICRO ALGUES TOXIQUES

Les impacts économiques consécutifs aux efflorescences de microalgues toxiques sont directement liés à l'arrêt d'approvisionnement des biens et des services environnementaux que ces zones produisent. Pour les secteurs productifs, les arrêts d'activité se traduisent par des reports d'activité ou des réductions de leur chiffre d'affaires. A long terme, la répétition de ces événements peut porter atteinte à leur image. Les pertes économiques des secteurs productifs peuvent être rapprochées par les pertes de surplus du producteur causées par des évolutions de :

- la diminution de l'offre à cause des interdictions d'activité,
- la diminution du prix du marché, liés une diminution de la demande des produits et services des zones touchées même pendant les périodes sans dégradation (effet de dégradation de l'image).

En ce qui concerne la demande, le surplus du consommateur peut être également affecté par la diminution de l'offre de biens et de services. Ce surplus est relativement aisé à estimer lorsqu'il s'agit de biens et des produits marchands. Par contre, certains usages à caractère non marchand peuvent être également affectés par les "fermetures sanitaires". C'est par exemple le cas des activités récréatives à caractère non économique comme la baignade en mer. L'évaluation des pertes de bien-être dans ces cas sont complexes et requièrent des techniques d'évaluation spécifiques. En dehors du fait que ce genre de techniques sont soumises à débat quant à leurs légitimité et leur validité (voir par exemple Akerman, 2007, O'Connor and Steurer, 2006) dans cette étude on se cantonnera uniquement à traiter les impacts économiques des secteurs productifs et plus concrètement ceux du secteur de la conchyliculture. On ne traitera pas les modifications subies par la demande de coquillages (variations de surplus du consommateur).

2.1. Quelques exemples d'impacts en Europe, Asie et Etats-Unis

Bien que les problèmes générés par les efflorescences d'algues toxiques soient généralisables à l'ensemble de la planète, la littérature spécialisée dans leur analyse économique est peu vaste et traite des problèmes qui sont hétérogènes par leur nature, par les agents concernés et par les méthodes analytiques utilisées. Il est donc difficile de trouver un dénominateur commun qui permette d'asseoir des bases méthodologiques généralisables. Dans les paragraphes qui suivent, on citera plusieurs cas d'étude en Europe et ailleurs de manière très synthétique.

- Dans le cas de la région d'Asie Pacifique, l'aquaculture marine s'est très fortement développée pendant les dernières décennies. Les blooms d'algues toxiques ont généré en 1994 des forts impacts sur la conchyliculture et des mortalités massives du poisson et de la crevette cultivés (Corrales and Maclean, 1995) ainsi que l'intoxication de plus de 3000 consommateurs dont 5% se sont avérées mortelles. Les effets économiques de ces événements sur l'ensemble des entreprises aquacoles ont pu être estimés à près d'un million de dollars par crise auxquels il faut ajouter des coûts de surveillance évalués en moyenne à près de 50000 dollars par an et par zone.

- Dans le cas des Etats-Unis, les crises sanitaires induisent également des effets économiques considérables selon une étude d'évaluation économique des impacts réalisée en 2000 (Anderson et al, 2000). Elle s'appuie sur une définition des impacts comme la somme des pertes de revenus des entreprises des secteurs productifs, des dépenses de systèmes d'observation et de surveillance et des autres coûts qui n'auraient pas été supportés en cas d'absence d'efflorescence d'algues toxiques. Cette mesure est en quelque sorte un proxy des effets économiques induits par les fermetures et non pas la mesure de leurs coûts sociaux. L'objectif était de mesurer l'ampleur du problème et non pas de mesurer avec une parfaite précision les coûts associés aux crises. En effet, il existe d'importantes lacunes de connaissance sur certains domaines. Une évaluation économique fine devient extrêmement complexe, voire infaisable. Une démarche d'évaluation globale et exhaustive devrait théoriquement intégrer la quantification de pertes de surplus (des consommateurs et des producteurs) liés aux modifications des courbes de demande et d'offre de biens et des services (ce qui est proposé dans un travail présenté ci-dessous). Au total, les impacts des efflorescences d'algues toxiques sur ensemble des Etats-Unis ont été évalués en moyenne à près de 50 millions de dollars par an sur la période 1987-1992 (Anderson et al, 2000). Les dépenses de santé représentent le principal volet de ces impacts et ont été chiffrées à près de 45 % de l'impact total. Les pertes commerciales d'entreprises des secteurs de la pêche et de l'aquaculture ont représenté 37 % des effets économiques totaux, 13 % ont été imputés au secteur du tourisme / récréation et enfin 4 % des coûts ont été liés au soutien aux opérations de surveillance.
  Une étude plus restreinte spatialement (Larkin et Adams, 2007) centrée sur les côtes de Walton Beach and Destin en Floride (Etats-Unis) pendant les années 1995 à 1999, a évalué les impacts économiques liés aux efflorescences d'algues toxiques entre 2,8 et 3,7 millions de dollars par mois respectivement pour les secteurs de la restauration et de l'hébergement de touristes. Cela a représenté

une baisse d'entre 29 et 35 % des revenus pour ces secteurs par rapport à une absence de crise sanitaire. Bien que cette étude ne concernait que des évaluations sur se secteur tertiaire, il permettait de montrer l'ampleur des impacts économiques à l'échelle analysée.

- Sur le plan européen, une étude menée sur plusieurs sites d'étude[2] a eu pour objectif d'analyser les impacts socioéconomiques lies aux blooms de micro algues toxiques dans les régions suivantes : Galicia (Espagne), province de Rimini (Italy), Galway (Irelande), Zandvoort (Hollande), Hanko (Finlande), Les Pradet, Hyéres, et Corquieranne (France). La difficulté de ce type d'analyse se heurte au manque d'information disponible sur les activités économiques littorales mais surtout sur l'inexistante de centralisation et de suivi d'information relative aux événements d'efflorescences d'algues toxiques. Dans l'esprit des autres analyses trouvées dans la littérature, cette étude n'avait pas pour objectif d'analyser en détail les impacts économiques consécutifs aux HAB mais de structurer un cadre général d'évaluation permettant également d'appréhender les risques d'évaluation socio-économique. De telles évaluations, bien que partielles ou incomplètes, ne représentent pas les vrais coûts sociaux liés aux événements d'HABs mais permettent de chiffrer des ordres de grandeur de leur importance par segmentation sociale et sectorielle (Hoagland 2002).

  Dans cette étude toutes les efflorescences sont considérées, les toxiques et les non toxiques. Au total, quatre types y sont distingués : efflorescences de microalgues toxiques, les blooms de décomposition dus à des processus d'anoxie provoquant de la mortalité des poissons, les efflorescences de grandes biomasses à caractère non toxique et les efflorescences de biomasses de bactéries à caractère toxique. Les efflorescences toxiques enregistrées dans les eaux européennes s'élèvent à plus de 800 événements entre 1989 et 1998 et représentent pour les pays analysés près de 75 % du nombre d'enregistrements réalisés. Il s'est agit en 32 % des cas de toxines DSP, 21 % des cas de PSP, 2 % de ASP, le reste ayant été enregistré sous le label « autres ». La France est le quatrième pays où l'on a constaté un plus grand nombre d'efflorescences toxiques (troisième pour les cas de DSP) et celui qui a enregistré le plus grand nombre d'efflorescences non toxiques pendant la période considérée. Ces événements induisent peu de conséquences sur les écosystèmes bien que le manque d'oxygénation de l'eau puisse y être associé. Les principaux effets négatifs relèvent des conséquences économiques sur le tourisme et sur les activités récréatives en général (baignade, pêche, etc.).

  L'impact économique moyen par an des HAB[3] a été estimé à près de 850 millions d'euros dans la zone géographique (12 pays européens) et pendant la période analysée (1989 à 1998). Les coûts considérés dans cette étude sont restreints à ceux supportés par les secteurs de la pêche, de la conchyliculture et du tourisme, les coûts supportés par le secteur public en termes de contrôle et de surveillance, les coûts sanitaires associés aux contaminations alimentaires et puis les impacts

[2] Projet ECOHARM (socio-economic impact of harmful algal blooms)
[3] Les impacts économiques sont définis dans cette étude comme le consentement à payer des consommateurs de biens et de services pour éviter leur dégradation par HAB.

sur la biodiversité. Plus en détail, les impacts économiques évalués sur les secteurs analysés sont globalement les suivants : (1) Les impacts économiques relatifs aux dépenses de santé ont été rapprochés par les dépenses de traitements et de transport médical auxquels s'ajoutent les pertes de salaire liés aux arrêts. L'estimation réalisée par Todd en 1993 s'élève à 1740 dollars par cas de contamination DSP et 1371 dollars par cas de contamination par PSP, celles-ci étant les plus fréquentes[4].(2) Concernant les secteurs de production de ressources renouvelables, globalement, la conchyliculture est l'activité économique principalement affectée par ces efflorescences, et très particulièrement la mytiliculture en raison de la rapidité de contamination des moules mais aussi du fait que l'ostréiculture est essentiellement développée dans un faible nombre de pays. (3) Les effets économiques sur le tourisme évalués uniquement pour l'année 2000 s'élèvent à 687 million d'euros, ce qui représente près de 80 % des impacts économiques globaux. (4) Le coût total collectif imputé aux opérations de contrôle et de surveillance des épisodes HAB a été estimé à près de 20 millions d'euros pour les 12 pays européens considérés.

Plusieurs problèmes peuvent être soulignés sur ce type d'évaluations. **Premièrement**, les secteurs considérés ne sont pas exhaustifs. Le manque d'information est souvent mis en avant comme un élément important à tenir en compte. D**euxièmement**, les effets ne sont pas évalués qu'à partir d'une agrégation d'estimations réalisées secteur par secteur, sans tenir compte des effets induits. Cela nécessiterait de méthodes plus fines à partir de méthodes de modélisation macroéconomique de type input-output qui permettrait de mesurer les effets intersectoriels croisées. **Troisièmement**, les méthodes d'évaluation sont contestables. Les éléments qui relèvent de biens ou des services marchands sont relativement plus simples à évaluer. En revanche, le manque d'information sur les secteurs d'activité conduit souvent à mener des évaluations approximatives sur les pertes d'output ou de revenues à partir hypothèses sur leur état et leur évolution avant et après l'occurrence d'événements (Hoagland et al 2002). Cependant, cette démarche peut surestimer les impacts dans la mesure on l'on ne tient pas compte des modifications des coûts (existence de coûts variables) ou des effets de report. La variabilité des évaluations réalisées demeure relativement forte dans la mesure au la valeur maximale est parfois 10 fois plus élevée que la valeur minimale (cas du secteur mytilicole et du tourisme). Cette variabilité est considérable notamment pour l'estimation des impacts au secteur touristique. A titre d'exemple, les pertes de bien-être social attribuées aux HAB à Riccione (Italy) ont été estimées entre 0.9 et 4.8 millions d'euros par an et entre 8,8 et 16,1 millions d'euros à Galway (UK).

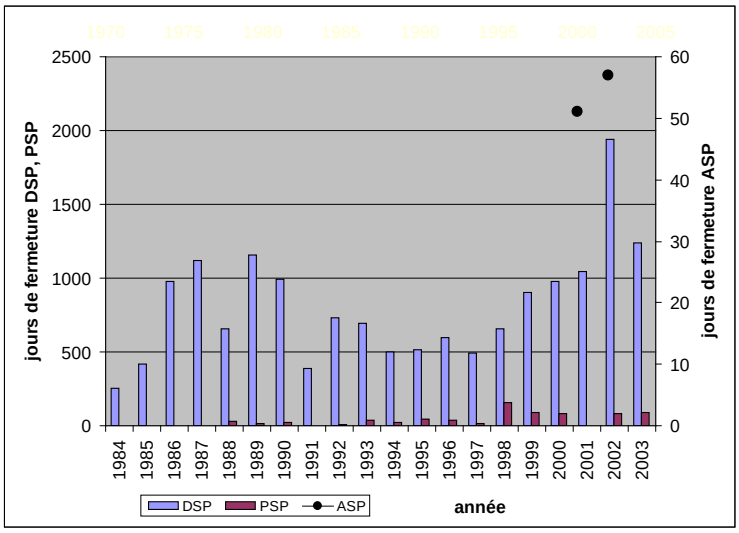
2.2. Impacts sur la conchyliculture en France

Les coquillages sont des animaux qui se nourrissent à partir de la filtration des eaux marines et de l'absorption des nutriments phytoplanctoniques qu'elles possèdent dissouts. Leur vulnérabilité résulte de la rétention et cumulation d'autres organismes (bactéries, virus) et toxines également dissoutes dans l'eau pouvant entraîner des maladies sur le cheptel ainsi que leur transmission aux consommateurs par ingestion. Il

[4] Chiffres à comparer avec l'étude de l'école des mines dirigée par Lise Rochet

existe plusieurs types de toxines plus ou moins dangereuses pour la santé humaine. Les DSP sont des toxines diarrhéiques produites par plusieurs espèces de phytoplancton du genre Dinophysis, les PSP des toxines paralysantes produites par les espèces Alexandrium minutum et A. catenella / tamarense, et les ASP sont des toxines amnésiantes produites par quelques espèces du genre Pseudo-nitzschia. Pour minimiser les risques sanitaires, des protocoles de contrôle de la qualité des eaux permettent de déterminer les seuils de toxicité à partir desquels une zone de production doit être fermée. Cela se traduit par des interdictions de récoltes et de commercialisation de coquillages. L'évolution de l'ampleur de ces phénomènes peut être rapprochée par l'indicateur quantifiant le "nombre de jours annuels de fermetures de bassins conchylicoles". Le graphique suivant détaille l'évolution de ces fermetures en France liés à des efflorescences de DSP, PSP et ASP.

Figure 3 : Nombre de jours de fermetures de bassins conchylicoles en France dus aux efflorescences d'algues toxiques

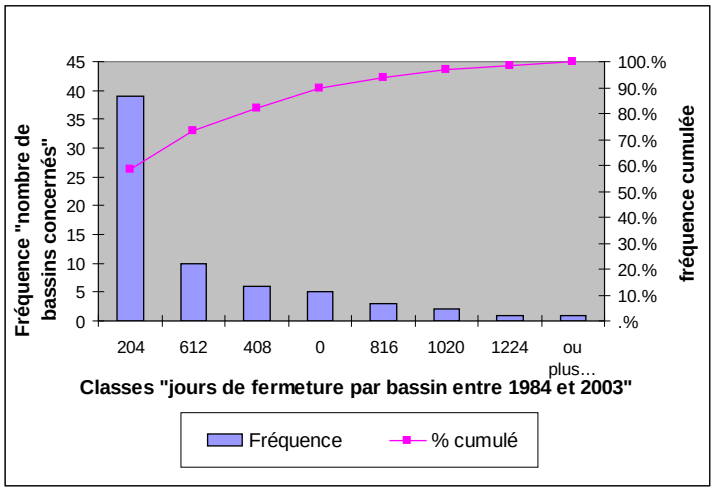


(Source : Belin, 2004)

Sur la vingtaine d'années comprises entre 1984 et 2003, il est difficile de dégager une tendance nette à long terme en agrégeant le nombre de fermetures de la totalité des bassins conchylicoles français consécutives aux efflorescences de DSP. Bien qu'il existe une claire tendance de hausse de jours de fermetures depuis la moitié des années 90, il est difficile de déterminer s'il s'agit d'une nouvelle tendance durable ou bien de cycles avec des hausses et des baisses fluctuant sous une certaine périodicité. Une actualisation des données serait nécessaire pour mieux appréhender cette évolution. Les fermetures dues aux efflorescences de PSP ont subi une hausse considérable pendant cette même période. Aucune fermeture n'a été enregistrée avant 1988, puis jusqu'en 1997 le nombre de jours de fermetures fluctuait entre 20 et 40 par an. Après le pic de 1989 où plus de 150 jours de fermeture ont été enregistrés, une certaine stabilité semble demeurer autour de 80-90 jours de fermetures par an. Enfin, en ce qui concerne les fermetures liées à des efflorescences d'ASP, bien que très dangereuses pour la santé humaine, aucun enregistrement ne s'était produit avant l'année 2000. Puis quelques événements sont apparus au Finisterre et en Méditerranée.

Si l'on analyse la fréquence des fermetures par bassin, on y retrouve une quarantaine qui ont été exposés à près de 200 jours de fermeture sur la période analysée, une dizaine à plus de 600 jours et seulement 6 à près de 400 jours. Les bassins qui présentent de très hautes fréquences de blooms ou des longues périodes de fermeture sont minoritaires.

Figure 4 : Fréquences des fermetures de bassins conchylicoles par HAB



(Source : Belin, 2004)

Le risque de crise sanitaire est très inégal sur l'ensemble des façades. Cependant, les changements écologiques et climatiques subis par les zones côtières risquent de voir modifier l'ampleur relative des efflorescences. Le cas du bassin d'Arcachon est révélateur d'un risque quasiment inexistant avant les années 2000 (à l'exception de 1995), puis des blooms sont apparus presque chaque année de 2002 à 2006.

Tableau 1 : Nombre de jours de fermetures de bassins par région conchylicole

	DSP		**PSP**		**ASP**	
	nombre	**%**	**nombre**	**%**	**nombre**	**%**
Nord-Normandie	3179	20%	156	22%		
Bretagne Nord	121	1%	325	45%		
Bretagne Sud	8461	52%			51	47%
Pays de la Loire	1051	6%				
Poitu-Charente	363	2%				
Gironde	211	1%				
Méditerranée	2880	18%	243	34%	57	53%
Total	16266	100%	724	100%	108	100%

(Source : Belin, 2004)

L'analyse des enregistrements de fermetures de bassins par région conchylicole permet de constater que malgré le risque d'efflorescence d'algues toxiques répandu sur toutes les façades, la récurrence de ces événements est très inégale selon la zone géographique. La Bretagne, fortement touchée par des processus d'eutrophisation, est largement la région la plus affectée avec près de la moitié des enregistrements de jours de fermetures par DSP sur l'ensemble des bassins du pays. Les régions de Nord-Normandie et Méditerranée ont enregistré pendant cette même période près de 20 % des fermetures en

France. Les autres régions sont plus faiblement touchées par des événements toxiques de DSP, mais peuvent subir plus fortement les effets des autres toxines comme c'est le cas de la région Bretagne Nord pour la PSP. Enfin, il faut constater qu'aucune fermeture phycotoxinique n'a été observée en baie de Bourgneuf, ce qui représente une difficulté majeure dans le cadre de cette étude pour explorer les effets économiques associés à de tels événements. Cependant, face au risque assez généralisé de voir apparaître ces événements ou de voir augmenter leur fréquence dans les zones déjà exposées, il est nécessaire d'identifier les mécanismes palliatifs et préventifs susceptibles de minimiser les impacts économiques associés. C'est la démarche à laquelle s'attacheront les chapitres suivants dans ce travail.

3. MATERIEL ET METHODES

L'analyse de la viabilité économique des changements techniques s'appuyé sur deux volets complémentaires. Le premier consiste à analyser les performances économiques des entreprises conchylicoles en s'appuyant sur des données comptables des entreprises. L'objectif est de mesurer leur capacité économique à court terme à modifier leurs pratiques compte tenu des nouveaux coûts et revenues que ces changements engendreraient. Le deuxième volet s'appuie sur une analyse technico-économique relative aux changements technologiques potentiels en tant que réponses face aux risques de pertes économiques par HABs. En confrontant ces deux sources d'information, il sera possible d'évaluer si les changements des procèdes sont viables d'un point de vue économique compte tenu des seuils de rentabilité attachés aux différents dispositifs de mise en œuvre.

Le site d'étude choisi dans le projet Gerrico étant la baie de Bourgneuf, on a été contraint de se cantonner à cette espace géographique malgré le fait que ce bassin conchylicole demeure une zone « sanctuaire » en France ne subissant pas d'efflorescences d'algues toxiques. Cela veut dire qu'on n'a pas pu mesurer *in situ* les réponses que les entreprises conchylicoles seraient en mesure de mettre en œuvre face à un risque qui demeure inexistant jusqu'à présent. Par conséquent, l'objectif dans ce travail est de faire une analyse prospective sur des hypothèses réelles à partir d'observations effectuées dans d'autres bassins conchylicoles qui subissent régulièrement des fermetures par HAB. Ces informations seront extrapolées aux conditions économiques observées dans le bassin de Bourgneuf. Plus concrètement, on utilisera des informations sur l'activité économique de ce bassin que l'on pourra collecter localement, et des informations technico-économiques relatives aux adaptations possibles qui ont pu être observées dans d'autres bassins conchylicoles.
Deux sources d'information ont été principalement utilises dans cette analyse. La première a été fournie par le CGPA[5] et concerne des comptes d'exploitation d'entreprises conchylicoles de la baie de Bourgneuf. La deuxième concerne des données technico-économiques des systèmes de sauvegarde, purification et détoxication de coquillages, collectées en partie d'observations sur le terrain et des connaissances empiriques des experts.

[5] Centre de Gestion de la Pêche Artisanale

3.1. Base de données économiques comptables obtenues auprès du CGPA

Cette base de données est constituée par des comptes d'exploitation relatifs à 81 entreprises installées en baie de Bourgneuf. Elle comporte 579 enregistrements annuels effectués entre 1997 et 2007. En revanche, toutes les entreprises n'apparaissent pas sur la totalité de l'étendue temporelle de la base de données. Certaines entreprises sont de création récente. D'autres entreprises sont enregistrées au début de la période mais disparaissent avant 2007. Cela peut être dû à leur disparition entant qu'entité économique ou tout simplement leur sortie de ce système de suivi[6]. Dans ces deux cas, les entreprises sont supprimées de la base de données finale qui sera exploitée. Par ailleurs, seulement les entreprises à spécialisation ostréicole ont été retenues. C'est un choix simplificateur décidé pour les différents volés économiques traités dans le projet Gerrico pour mieux pouvoir approfondir dans les analyses. Par conséquent, une fois nettoyée, la base est constituée d'une quarantaine d'entreprises à spécialisation ostréicole. Les valeurs des indicateurs comptables ont été actualisées en euros 2007 selon l'indice de prix à la consommation obtenu auprès de l'INSEE[7], ce qui permet de tenir compte de l'effet inflation sur les séries temporelles traitées. Pour l'ensemble des variables disponibles, la valeur moyenne est calculée par entreprise, ce qui permet d'obtenir des comptes d'exploitation moyens par unité d'exploitation. Cela apporte des indicateurs comptables plus robustes par rapport à une démarche d'enquête où l'on obtiendrait des informations ponctuelles pouvant incorporer de la variabilité conjoncturelle.

Structure de la base

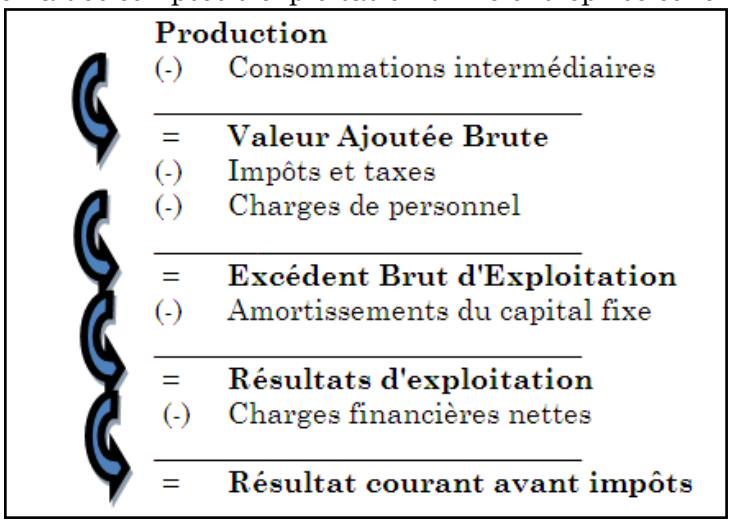
Le compte d'exploitation est un état financier qui synthétise globalement les produits et les charges liées à l'activité des entreprises et qui permet d'évaluer les résultats issus d'un cycle comptable (un an). Schématiquement, les revenus issus de l'activité de l'entreprise sont utilisés pour faire initialement face aux coûts des consommations intermédiaires. Ce premier solde dégage une valeur ajoutée qui représente la richesse générée par cette activité économique. Ce montant permet d'acquitter des taxes et des impôts, rémunérer le personnel, et payer l'ensemble de cotisations à la charge de l'employeur. L'excédent brut d'exploitation est un solde qui permet de calibrer le résultat de l'entreprise en tenant compte uniquement de son activité. Il permet ensuite de faire face aux coûts d'amortissement du capital et aux coûts financiers engagés. Au final, le résultat courant avant impôt permet d'évaluer une certaine efficacité des entreprises pour générer des ressources leurs permettant de faire face à tous les coûts imputables à l'exercice, et dans la mesure du possible de dégager un surplus.

---

[6] Par exemple, elles peuvent décider de changer d'organisme comptable

[7] Le choix de n'année 2007 (dernière année de la base de données) se justifie par le besoin de confronter les valeurs comptables d'une étendue de 10 ans à des valeurs technico-économiques ponctuelles récentes.

Figure 5 : Schéma des comptes d'exploitation d'une entreprise conchylicole



La pertinence de l'utilisation de données comptables obtenues auprès du CGPA doit s'appuyer sur un contrôle de la représentativité de la population échantillonnée. On dispose comme seul point de référence le recensement national de la conchyliculture qui porte sur l'activité du secteur en 2001 (Girard et al, 2005). Ce recensement représente une sorte de photographie structurelle de l'ensemble de la conchyliculture française à un moment donnée. Il ne contient donc pas d'informations comptables, mais uniquement de celles relatives aux structures et aux pratiques commerciales et d'élevage par espèce cultivée. Les données sont agrégées par département administratif et par région conchylicole. Compte tenu du fort poids de la conchyliculture du bassin de Bourgneuf sur l'ensemble de la région conchylicole « Pays de la Loire »[8], les comparaisons seront effectuées en considérant des indicateurs sur la totalité du secteur conchylicole de la région. Pour des raisons contractuelles, il n'est pas possible d'utiliser des données individuelles du recensement, mais un certain nombre d'agrégats peuvent être considérés pour effectuer une comparaison avec la base de données du CGPA. Les variables structurelles communes des deux sources d'information qui ont pu être comparés sont la production (et un chiffre d'affaire estimé), les surfaces exploités, et l'emploi.

Représentativité de l'échantillonnage

Le recensement conchylicole décrit un niveau de production régional de 13505 tonnes d'huîtres et de 3514 tonnes de moules attribuables à 349 entreprises expéditrices. Sous une hypothèse de prix moyen à la vente de 2.2 euros/kg et de 1.5 euros/kg respectivement pour les huîtres et les moules (Dadssi, 2007) on peut estimer le chiffre d'affaire moyen des entreprises conchylicoles de la région autour de 100 000 euros par an. Ce montant est comparable à celui de l'échantillon disponible dans la base de données CGPA qui est de 101 000 euros.

[8] Englobant les départements de la Loire Atlantique et de la Vendée.

Par ailleurs, les entreprises conchylicoles de la région sont essentiellement constituées par des petites unités où le poids de la culture d'huîtres est plus important que celui des autres coquillages. La force de travail est essentiellement fournie par le chef d'exploitation. Il s'agit pour la plupart des cas d'unités avec un seul exploitant. Il existe, néanmoins près de 10 % d'entreprises dont les coexploitants sont très majoritairement parentés travaillant à plein temps (dont très exceptionnellement c'est le conjoint[9]) Selon le recensement de 2001, les actifs totaux des entreprises conchylicoles du secteur s'élèvent à un peu plus de 1700 qui équivalent à 935 ETPs. Cela se traduit par près de 2.4 ETPs par entreprise, qui se distribuent de la manière suivante : 1.6 ETP de main d'œuvre familiale, 0.5 ETP de salariés non familiaux permanents, et 0.36 ETP de salariés non familiaux saisonnière. Concernant la base de données CGPA, la main d'œuvre moyenne utilisée par les entreprises conchylicoles, tous actifs confondus, s'élève à 2.43 ETPs[10]. Par conséquent, l'ordre de grandeur de la main d'œuvre des deux sources d'information est comparable.

Enfin, le troisième élément de comparaison est le niveau de surfaces exploitées. Selon le recensement conchylicole de 2001, les entreprises conchylicoles de la région exploitent en moyenne 4.6 Ha. L'agrégation entre linéaire de bouchots et surfaces ostréicoles est réalisée par l'intermédiaire d'un coefficient de conversion relatif à des critères techniques et de productivité selon lequel 1 km de bouchot correspond à 2 Ha et 1 km de filières correspond à 6 Ha (Girard et al, 2005). La surface moyenne par entreprise de l'échantillon du CGPA est légèrement plus élevée que celle du recensement conchylicole

Tableau 2 : Population d'entreprises conchylicoles en région Pays de la Loire (recensement national conchylicole et échantillon CGPA)

	Enterprise ostréicoles		Entreprises mytilicoles	Entreprises mixtes	Total
	CGPA	Recencement			
Nombre entreprises	**40**	**320**	22	22	31
PROD	**± 25**	**23.04**	8.53	8.53	31.86
SURF	**4.65**	**3.51**	8.57	8.57	5.24
ETP	**2.43**	**2.34**	2.80	2.80	2.61

Avec…
PROD (production en tonnes),
SURF (surfaces en hectaires),
ETP (équivalent temps plein),
Source: Girard et al. 2005 and CGPA

Par conséquent, après comparaison de ces sources de données, on peut donc conclure que l'échantillon de la base de données du CGPA est relativement représentatif de la population d'entreprises de la région conchylicole « Pays de la Loire ». Cependant, cette représentativité doit être prise avec précaution dans la mesure où les individus à l'extrême de la distribution de l'échantillon selon la taille (entreprises de très grande ou de très petite taille) sont peu présents dans la base de données.

[9] Le conjoint est plutôt déclaré généralement comme "autres travaillant" dans l'entreprise
[10] L'information brute est renseignée en heures. Pour le transformer en ETP on considère le temps légal de travail issu des négociations interbranche égal à 151.67 heures par mois.

3.2. Collecte de données technico-économiques

La deuxième source d'information utilisée dans cette étude concerne des données technico-économiques lies à des systèmes de production « hors-sol ». L'isolement partiel ou total de ces circuits vis-à-vis du milieu naturel permettrait ainsi d'éviter la contamination par HAB des individus cultivés, ou bien de les décontaminer le cas échéant. Une caractérisation détaillée a été réalisée par type de technique, puis des coûts analytiques ont été calculés pour ensuite reconstituer des coûts de production associés à chacune de ces techniques.

Le recensement national de la conchyliculture apporte quelques informations sur les équipements des entreprises en matière de traitement de l'eau. Sur l'ensemble de la région Pays de la Loire, seulement 10 % des entreprises, principalement à spécialité ostréicole, possédaient un dispositif de stockage fonctionnant en circuit fermé. Un quart des entreprises (donc 87) disposaient de matériel de traitement de l'eau, très majoritairement avec des systèmes simples d'aération. Les autres mécanismes de traitement plus complexes sont à peine employés.

Tableau 3 : Présence d'une installation en circuit fermé de stockage

Libellé des modalités	Effectif	% de l'effectif	% ostréiculteurs	% mytiliculteurs	% entreprises mixtes
Oui	38	10.1	30 (78.9%)	5 (13.2%)	3 (7.9%)
Non	339	89.9	292 (86.1%)	19 (5.6%)	28 (8.3%)
Ensemble	377	100	322 (85.4%)	24 (6.4%)	31 (8.2%)

Tableau 4 : Présence d'un matériel de traitement de l'eau

Libellé des modalités	Effectif	% de l'effectif	% ostréiculteurs	% mytiliculteurs	% entreprises mixtes
Oui	87	23.1	77 (88.5%)	6 (6.9%)	4 (4.6%)
Non	290	76.9	245 (84.5%)	18 (6.2%)	27 (9.3%)
Ensemble	377	100	322 (85.4%)	24 (6.4%)	31 (8.2%)

Tableau 5 : Si oui alors par quelle méthode **(traitement de l'eau)**

Libellé des modalités	Effectif	% de l'effectif	% ostréiculteurs	% mytiliculteurs	% entreprises mixtes
Aération	82	94.2	74 (90.2%)	5 (6.1%)	3 (3.7%)
U.V	1	1.2	0	1 (100%)	0
Ozone	0	0	0	0	0
Chloration	0	0	0	0	0
Autre moyen	4	4.6	3 (75%)	0	1 (25%)
Ensemble	87	100	77 (88.5%)	6 (6.9%)	4 (4.6%)

Ce constat laisse apparaître l'utilisation de bassins principalement pour le stockage des coquillages, dans l'objectif d'un pré-conditionnement avant commercialisation, ou bien pour des obligations de purification lorsque le bassin de production est classé B (nécessitant la purification des coquillages pendant une période de 48 heures). Les entreprises de cette région conchylicole semblent avoir peu d'intérêt ou de besoin en dispositifs complexes de production à terre. Le faible équipement en bassins de traitement dans cette région conduit à collecter des informations dans d'autres bassins conchylicoles dans la perspective de pouvoir analyser les différentes options techniques employées et de mesurer les coûts associés. Plus concrètement, l'information a été collectée auprès de 5 bassins de production conchylicole, trois en Bretagne (Rivière d'Etel, Baie de Quiberon, Rivière de Pénerf) et deux en Méditerranée (lagunes de Thau et Salses-Leucate). Chacun de ces bassin possède des spécificités qui déterminent le type de technique susceptible d'être choisie en fonction de paramètres comme la température moyenne de l'eau, l'exposition au risque de contamination et selon le type de conchyliculture développée. On rappelle que seulement l'ostréiculture a été retenue pour cette étude. Une analyse approfondie par métier serait nécessaire pour avoir une vision plus large du problème. Le choix du secteur ostréicole sur l'ensemble des analyses économiques formulées dans le projet Gerrico en raison de son poids économique en baie du Bourgneuf ont déterminé largement ce cantonnement.

Les processus de contamination et de décontamination des coquillages varient selon les espèces. Dans le milieu naturel, les coquillages peuvent être contaminés par différents agents comme les bactéries, les virus ou les toxines. Lorsque ces agents disparaissent, ils retrouvent en général leur état de santé préalable dans un temps variable. Par conséquent, le problème des HAB n'est pas l'effet sur la biomasse cultivé en termes de mortalité, mais l'impossibilité d'accéder au marché. Ces événements produisent souvent des pertes de revenues à court terme. Pour éviter les fermetures, trois possibilités techniques sont ici explorés, la sauvegarde, la purification et la détoxication accélérée.

Les solutions techniques envisagées sont structurées à partir des observations de terrain effectuées et des pistes de recherche en cours tels que la détoxication accélérée.

- ✓ *Purification standard :* Les protocoles de purification consistent à stocker les coquillages cultivés dans des basins hors du milieu naturel. Le placement des individus dans des masses d'eau propres permet la filtration naturelle des toxines. Ce sont des démarches utilisées couramment pour la filtration bactériologique lorsque des bassins conchylicoles sont classée B. Dans de tels cas, les professionnels sont contraints de laisser les coquillages dans des bassins pendant 48 heures, période au delà de laquelle, les animaux ont la capacité d'expulser par filtration les bactéries qu'ils aient pu concentrer. En cas de contamination par HAB, la filtration peut se faire pendant quelques jours, selon la capacité des espèces à expulser les toxines. Les principales variantes de ces techniques plus ou moins simplistes sont détaillées dans ce travail

- ✓ *La sauvegarde :* La sauvegarde consiste à retirer une partie du cheptel cultivé proche de la phase de commercialisation, avant qu'un épisode HAB soit déclare. Les animaux seraient placés dans des eux propres sans qu'il y ait du risque sanitaire associé. De cette manière les entreprises éviteraient les coûts liés aux

interdictions de commercialisation. Des protocoles existent actuellement en Méditerranée lorsqu'une alerte de risque de contamination microbiologique est déclenchée en cas d'événement de forte pluie. Dans ces cas, les entreprises peuvent déclarer cette biomasse sauvegardée aux services vétérinaires et peuvent continuer la commercialisation pendant la période de fermeture tant que le volume vendu ne dépasse pas celui déclaré aux services vétérinaires. Les deux types de techniques de sauvegarde existantes sont les circuits fermés avec de l'eau récirculée et les systèmes de sauvegarde en chambre froide à sec. Les détails sur ces techniques seront détaillés par la suite.

- ✓ *Les mécanismes de détoxication accélérée :* Il consiste à stocker des coquillages cultivés dans des bassins extérieurs fonctionnant en circuit fermé. La température de l'eau est refroidie de deux degrés par rapport à celle de l'eau pompée. Les animaux sont nourris avec du phytoplancton. Cependant, ces procédés peuvent être longs et risqués dans la mesure où le fait de replacer les coquillages élevés dans des eaux contenant d'autres coquillages non contaminés peut induire des mécanismes de transmission de toxines et donc la contagion sur des stocks non contaminés. Les processus de contamination et de détoxification des coquillages varient selon les espèces. Ce temps et mesuré par l'indicateur dit "T80", qui représente "le temps nécessaire pour que la charge toxique corporelle diminue jusqu'au seuil de santé publique de 80 µg éq.STX.100g^{-1}". (Lassus et al, 2002). En prenant comme référence cet indicateur, il est possible de distinguer les coquillages à détoxification rapide (parmi lesquelles les huîtres et les moules) de ceux à détoxification lente. Des recherches récentes (Blanco et al., 1997) semblent montrer que la vitesse de décontamination dépend davantage de la capacité de chaque espèce pour éliminer les toxines plutôt que d'autres paramètres environnementaux tels que la température, la salinité, etc. Cependant, la détoxification de coquillages nourris d'algues non toxiques semble être plus rapide que celle de coquillages non alimentés. Selon des expériences de cinétique de décontamination comparées menées (Lassus et al. 2002), la décontamination d'huîtres par apport algal sous des seuils non toxiques a été estimée à 6-7 jours. Ces résultats sont meilleurs que ceux obtenus par ozonation avec un retour des coquillages à des taux de toxicité en dessous des normes sanitaires dans des délais de15- 20 jours. La cinétique de décontamination par ozonation est relativement proche de celle obtenue par oxygénation forcée en absence de traitement physico-chimique. Compte tenu de ces risques, la détoxification contrôlée dans des bassins traités avec de l'ozone peut s'avérer efficace pour désactiver certaines toxines.

La mise en œuvre de ces techniques requiert une restructuration et réorganisation des modes de travail des entreprises conchylicoles. De nouveaux investissements sont indispensables pour garantir les bonnes conditions zootechniques et organoleptiques des coquillages cultivés.

La collecte de données techniques et économiques a été sous-traitée à la société IDEE-aquaculture qui possède une large expertise en la matière. Pour se faire, une typologie d'entreprises a été établie pour évaluer les coûts liés à la sauvegarde et à la décontamination des huîtres en tenant compte dans un premier temps de leur bassin

d'emplacement et de leur taille. Au total 6 types ont été considérés par tranche de production : 10, 20, 50, 100, 200 and 500 par an. Pour chacune des zones ostréicoles étudiées, les éléments suivants ont été précisés :

- ✓ Volume moyen de bassin de stockage/purification par type d'entreprise présent dans la zone,
- ✓ Classement sanitaire de la zone,
- ✓ Temps moyen de stockage/purification,
- ✓ Descriptif des bassins de stockage/purification
- ✓ Technique de stockage/purification
- ✓ Densité de stockage en bassin
- ✓ Température de l'eau de mer
- ✓ Durée maximale de contamination aux phycotoxines (par épisode)
- ✓ Fréquence maximale annuelle des épisodes de contamination aux phycotoxines
- ✓ Type de nourrissage algal pour la détoxication accélérée

Contraintes

Les différentes techniques envisagées sont néanmoins soumises à des contraintes majeures. L'efficacité de la sauvegarde requiert des mécanismes d'alerte efficaces qui ne sont pas au point actuellement. Pour la détoxication, la réglementation actuelle n'envisage pas la possibilité de vendre de coquillages qui ont été contaminée après leur détoxication. La réglementation sanitaire consiste principalement à surveiller les masses d'eau et de déterminer la fermeture d'un bassin lorsque les seuils observés en mer dépassent les seuils de tolérance entrainant des risques sanitaires.

4. ANALYSE TECHNICO-ECONOMIQUE DES PROCEDES DE PURIFICATION, DE SAUVEGARDE ET DE DETOXICATION DES HUITRES AVANT EXPEDITION

Cette analyse consiste à décrire les dispositifs techniques susceptibles de pallier totalement ou en partie les effets des efflorescences d'algues toxiques. Certains de ces dispositifs consistent à sauvegarder le cheptel des eaux contaminés en les plaçant dans des bassins chargés en eaux propres. D'autres méthodes consistent à purifier les coquillages en cas de contamination lorsque cela n'a pas été évité. Un deuxième critère différentie les méthodes utilisés en continue, comme c'est le cas de la purification, des méthodes à utilisation ponctuelle. La complexité et la technicité des systèmes explique davantage l'écart de coûts associés plutôt que la discontinuité de leurs utilisations car les coûts d'investissement et donc d'amortissement sont prépondérants vis-à-vis des couts en fonctionnement, ceux derniers étant principalement liés aux coûts énergétiques. Par ailleurs, il est parfois difficilement envisageable d'investir lourdement dans un mécanisme « on-off » qui n'est utilisé que quelques jours par an, ce qui pose la question de la comparaison entre les coûts totaux d'action (changement technologique) et de l'inaction (statut quo).

Le bassin de Bourgneuf n'étant pas affecté par des efflorescences d'algues toxiques, l'analyse consiste à collecter des informations relatives à ce que l'on peut observer dans d'autres bassins en termes de systèmes de traitement à terre. Il s'agit, à partir de ces

informations techniques, d'évaluer leurs coûts associés. Les coûts d'investissement sont rapprochés par les valeurs des équipements observés à prix de marché, tandis que l'évaluation des coûts de fonctionnement requiert une connaissance à la fois sur l'intensité de l'utilisation de chaque équipement ainsi que son niveau d'usure dans le temps engageant des frais d'entretien supplémentaires.

Les bassins conchylicoles retenus pour l'analyse sont la rivière d'Etel, la rivière de Pénerf et la baie de Quibéron pour la façade Atlantique et les étangs de Thau et de Salses-Leucate pour la Méditerranée. Ces bassins sont soumis à différents risques environnementaux. Les bassins atlantiques sont tous classés A et donc les entreprises peuvent commercialiser leurs coquillages directement sans traitement préalable pour la consommation humaine. En revanche, les deux bassins méditerranéens sont classés B, ce qui oblige les entreprises expéditrices de s'équiper de systèmes de purification pour éliminer les contaminants microbiologiques accumulés par les coquillages. Cette procédure de purification microbienne est relativement rapide et ne requiert pas plus de 48 heures.

A partir des la technologie existante pour la purification, un travail de reconstitution de mécanismes de sauvegarde et détoxication sera effectué dans la perspective d'évaluer leurs coûts associés en fonction des caractéristiques spécifiques de chaque bassin compte tenu des risques de fermeture par HAB auxquels ils sont soumis. Cette démarche permet d'appréhender un ordre de grandeur des coûts nécessaires pour adopter chaque technologie en fonction de la capacité du volume de traitement laquelle est directement liée à la taille des entreprises.

Pour simplifier l'analyse, seulement le segment ostréicole a été considéré, ce qui limite les besoins en information technique et les évaluations de coûts associés. Ce choix est justifié par le fait que l'information technico-économique collectée sera ensuite confrontée aux performances économiques des entreprises de Bourgneuf, ce bassin conchylicole étant principalement composé par des petites entreprises ostréicoles.

4.1. Description des bassins conchylicoles étudiés : type d'entreprises, risques environnementaux et équipements de traitement utilisés

4.1.1. Rivière d'Etel, Baie de Quiberon et rivière de Pénerf

a) Production commercialisée et volume de bassins de stockage / purification

Les données des volumes de bassins de stockage / purification en fonction de la production commercialisée par les entreprises ostréicoles des bassins sélectionnés ont été transmises par la SRC (Section Régionale Conchylicole) de Bretagne Sud. Les volumes sont parfois très hétérogènes même pour des tailles d'entreprises comparables ; les volumes moyens considérés dans cette zone de production sont détaillés dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Tableau des volumes moyens de bassin de stockage / purification en fonction de la production commercialisée par les entreprises ostréicoles de la Rivière d'Etel.

Type d'entreprise	Production commercialisée	Volume de bassin de stockage / purification (m3)		
		Etel	Quiberon	Pénerf
N°1	10 T/an	50m3		50m3
N°2	20 T/an	100m3		100m3
N°3	50 T/an	150m	100m	150m
N°4	100 T/an	250m3	150m3	250m3
N°5	200 T/an	500m3	250m3	
N°6	500 T/an		500m3	

Source : Section Régionale Conchylicole de Bretagne Sud

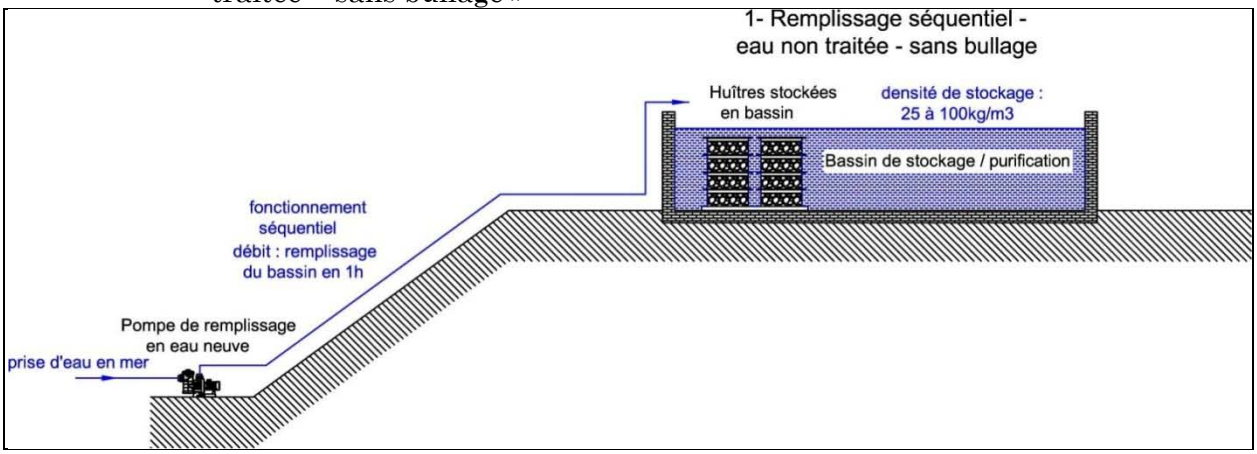
Ces trois bassins conchylicoles sont classées en zone A pour la production de coquillages bivalves non fouisseurs, autorisant ainsi les ostréiculteurs à produire et expédier des huîtres en provenance de cette zone sans processus de purification préalable.

Dans ces zones de production aucun temps de purification n'est imposé avant l'expédition. Les bassins sont donc principalement utilisés pour stocker les huîtres avant expédition, et ce temps de stockage peut alors atteindre jusqu'à 1 à 2 semaines. Cependant, les entreprises réalisant du négoce de coquillages (huîtres pouvant provenir de zones de production classées en B), peuvent utiliser leurs bassins pour purifier leurs huîtres avant expédition selon la législation en vigueur. Les temps de purification sont variables en fonction des producteurs, mais sont généralement compris entre 24h et 48h (72h exceptionnellement).

b) Installations et techniques de stockage / purification

Dans ce bassin, les installations de stockage / purification étant principalement utilisées pour le stockage de coquillages en attente de conditionnement, elles demeurent relativement rudimentaires. La technique principalement utilisée est le « **Remplissage séquentiel – eau non traitée – sans bullage** ». Cette technique (voir schéma suivant) consiste à remplir de manière séquentielle un bassin insubmersible en béton à l'aide d'une pompe (le renouvellement du volume du bassin se fait une fois par jour en une heure), sans traitement de l'eau neuve, sans recirculation de l'eau de mer et sans bullage. Les densités de stockage / purification pratiquées dans ces bassins sont similaires et varient de 25 à 100kg/m3.

Figure 6 : Schéma de principe de la technique de « Remplissage séquentiel – eau non traitée – sans bullage »



La description technique de ces dispositifs de purification est basée sur les hypothèses suivantes à partir desquels les évaluations des coûts ont été effectuées :

- Equipements :
  - 1 bassin insubmersible en béton (1m d'eau),
  - 1 pompe de remplissage en eau neuve (débit permettant le remplissage du volume du bassin en 1h à une hauteur HMT=5m). Rendement considéré = 0,7.
- Fonctionnement :
  - la pompe de remplissage permet un remplissage du bassin tous les 4 jours en moyenne : 1 heure de fonctionnement / 4 jours

c) Spécificité de chaque bassin conchylicole

En rivière d'Etel, la température de l'eau de mer varie de 6°- 21°C tout au long de l'année, entre 4°C à 21°C à Quiberon et entre 10°C à 25°C en rivière de Pénerf. Ces climats tempérés peuvent expliquer le fait que les ostréiculteurs de ces bassins conchylicoles ne sont pas incités à investir dans des installations de stockage / purification plus technologiques telles que par exemple les circuits fermés dont une des fonctions principales est de pouvoir contrôler la température de l'eau de mer en bassin.

En ce qui concerne le risque de HAB, une rétrospective de données relatives aux interdictions administratives de vente et de ramassage des coquillages pour présence de phycotoxines sur le littoral français (Belin, 2004) a permis de définir les durées et les fréquences maximales des épisodes de contamination des huîtres aux phycotoxines. Ces références maximalistes ont permis d'asseoir les bases de l'évaluation des coûts par méthode de traitement effectuées dans chaque bassin. Pour la Rivière d'Etel, l'année 2000 a été considérée comme référence, année durant laquelle la durée de fermeture (liée aux phycotoxines) a été la plus longue sur la période 1984 - 2003. Une durée maximale de fermeture (liée aux phycotoxines) de 4 semaines a donc été considérée dans cette étude pour la Rivière d'Etel, à une fréquence d'1 fois par an. En baie de Quiberon, l'année 2 000 a également été considérée comme référence, année durant laquelle la durée de fermeture (liée aux phycotoxines) a été la plus longue sur la période 1984 -2003.

Tableau 7 : Durée de fermeture par bassin, année, motif (en jours)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP	DSP
Rivière d'Etel			24		15		22		23					22
Baie de Quiberon							35		36				72	57
Rivière de Pénerf			6				15							
Etang de Salses-Leucate						23					64	105	14	
Etang de Thau														

	1998		1999		2000					2001		2002		2003	
	DSP	PSP	DSP	PSP	ASP	ASP+D	DSP	PSP	PSP+D	DSP	PSP	DSP	ASP	DSP	PSP
Rivière d'Etel							29			15					
Baie de Quiberon	52		63				93			71		88			
Rivière de Pénerf							16					49			
Etang de Salses-Leucate	40		122				96			127		174		240	
Etang de Thau		55		13							42				51

Source : Belin (2004)

Une durée maximale de fermeture (liée aux phycotoxines) de 12 semaines a donc été observée avec une fréquence d'un épisode par an. Enfin, en rivière de Pénerf, c'est l'année 2 002 celle qui a été considérée comme référence, année durant laquelle la durée de fermeture liée aux phycotoxines a été la plus longue sur cette même période 1984 - 2003. Une durée maximale de fermeture liée aux phycotoxines de 4 semaines a donc été considérée à une fréquence de 2 fois par an.

Tableau 8 : Durées maximale de fermetures observées par bassin pendant les années 1984 à 2003

Année	bassin	toxine	date fermeture	date reouverture	durée (jours)
2000	Rivière d'Etel	DSP	26/05/2000	23/06/2000	29
2000	Baie de Quiberon	DSP	14/04/2000	13/07/2000	93
2002	Rivière de Pénerf	DSP	11/10/2002	05/11/2002	49
			07/11/2002	29/11/2002	
2001	Etang de Thau	DSP	02/10/2003	30/10/2003	51
			30/10/2003	03/11/2003	
			03/11/2003	21/11/2003	
2003	Etang de Salses-Leucate	PSP	29/03/2001	27/04/2001	127
			18/05/2001	01/06/2001	
			01/06/2001	20/06/2001	
			20/06/2001	22/06/2001	
			01/11/2001	09/11/2001	
			09/11/2001	31/12/2001	

4.1.2. *Etangs de Thau Salses-Leucate*

a) Production commercialisée et volume de bassins de stockage / purification

Les données de volume de bassin de stockage / purification en fonction de la production commercialisée par les différentes entreprises conchylicoles ont été transmises par la Section Régionale Conchylicole de Méditerranée. Les volumes moyens de commercialisation et de stockage / purification par entreprise détaillés dans le tableau ci-dessous peuvent être considérés comme représentatifs de l'activité conchylicole de cette façade.

Tableau 9 : Volumes moyens de bassin de stockage / purification en fonction de la production commercialisée par les entreprises ostréicoles de l'Etang de Thau.

Type d'entreprise	Production commercialisée	Volume de bassin de stockage / purification
N°1	10 T/an	5m3
N°2	20 T/an	10m3
N°3	50 T/an	25m
N°4	100 T/an	50m3
N°5	200T/an	100m3
N°6 *	500 T/an	250m3

** Uniquement en étant de Thau*

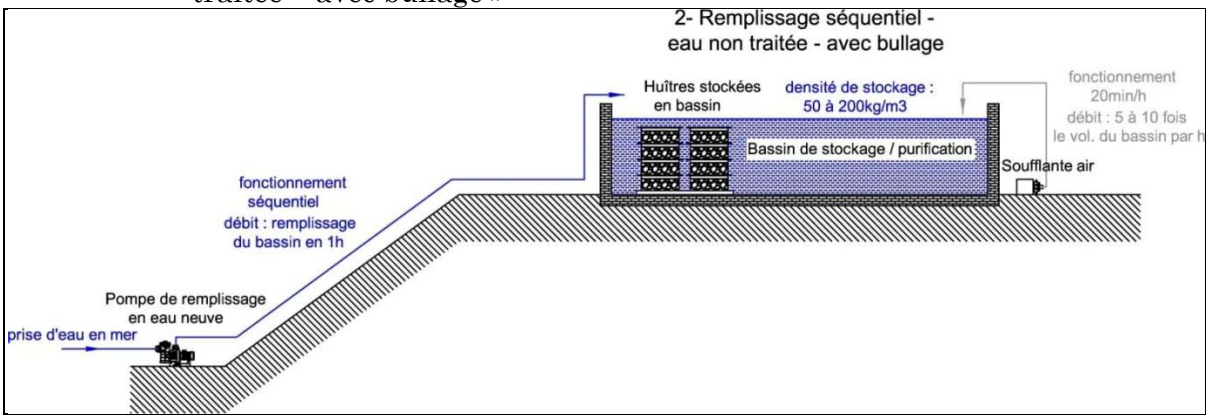
Ces deux étangs sont classés en zone B pour la production de coquillages bivalves non fouisseurs, imposant ainsi aux ostréiculteurs une purification de leurs production avant expédition. Les temps de purification sont variables en fonction des producteurs, mais sont généralement compris entre 24 et 72 heures, atteignant exceptionnellement 96 heures.

b) Installations et techniques de stockage / purification

Dans ces bassins conchylicoles les installations de stockage/purification sont essentiellement utilisées pour purifier les coquillages avant conditionnement. On peut y distinguer trois techniques principales décrites ci-dessous.

« **Remplissage séquentiel – eau non traitée – avec bullage** ». Cette technique (voir schéma suivant) consiste à remplir de manière séquentielle un bassin insubmersible en béton à l'aide d'une pompe (renouvellement du volume du bassin une fois par jour en une heure), sans traitement de l'eau neuve, sans recirculation de l'eau de mer mais avec bullage (débit d'air de 5 à 10 fois le volume d'eau par heure).

Figure 7 : Schéma de principe de la technique de « Remplissage séquentiel – eau non traitée – avec bullage »

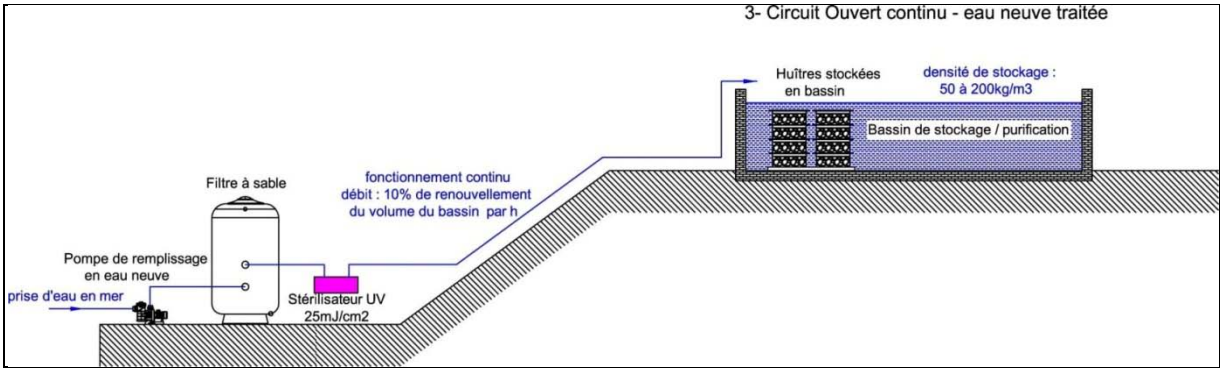


La description technique de ces dispositifs de purification est basée sur les hypothèses suivantes à partir desquels les évaluations des coûts ont été effectuées :

- Equipements :
  - 1 bassin insubmersible en béton (1m d'eau),
  - 1 pompe de remplissage en eau neuve (débit permettant le remplissage du volume du bassin en 1h à une hauteur HMT=5m). Rendement considéré = 0,7.
  - 1 soufflante d'air (débit d'air correspondant à 5 à 10 fois le volume d'eau en bassin par heure à une pression de 100mbar)
  - Réseau d'air en PVC (dimensionnement du réseau en considérant une vitesse de passage de l'air <5m/s)
- Fonctionnement :
  - la pompe de remplissage permet un remplissage du bassin tous les 4 jours en moyenne : 1 heure de fonctionnement / 4 jours
  - la soufflante fonctionne en moyenne 20min par heure

- « **Circuit Ouvert continu – Eau neuve traitée** ». Cette technique (voir schéma suivant) consiste à alimenter de manière continue un bassin insubmersible en béton en eau de mer (débit correspondant à 10% de renouvellement du volume de bassin par heure) à l'aide d'une pompe pendant la durée de purification, avec traitement de l'eau neuve (filtration sur sable et stérilisation UV dose germicide 25mJ/cm2), mais sans recirculation de l'eau de mer.

Figure 8 : Schéma de principe de la technique de « Circuit Ouvert continu – eau neuve traitée »

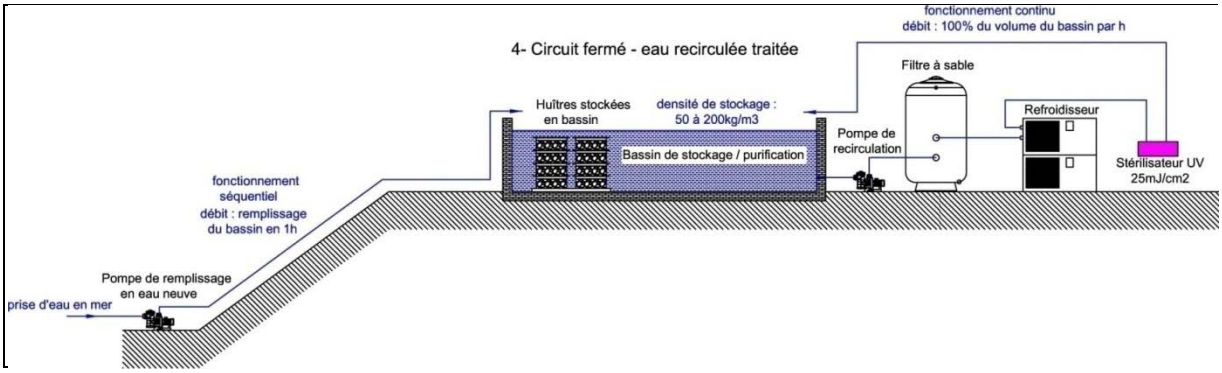


La description technique de ces dispositifs de purification est basée sur les hypothèses suivantes à partir desquels les évaluations des coûts ont été effectuées :

- Equipements :
  - 1 bassin insubmersible en béton (1m d'eau),
  - 1 pompe d'apport en eau neuve (débit permettant un renouvellement continu de 10% du volume du bassin à une hauteur HMT=15m). Rendement considéré = 0,7.
  - 1 filtre à sable (vitesse de passage <30m/h) sur l'eau neuve
  - 1 stérilisateur UV (dose germicide de 25mJ/cm2) sur l'eau neuve
  - Réseau d'eau neuve en PVC (dimensionnement du réseau en considérant une vitesse de passage de l'eau <2m/s)
- Fonctionnement :
  - la pompe d'eau neuve fonctionne en continu (24h/24h)
  - le stérilisateur UV fonctionne en continu (24h/24h)

« **Circuit Fermé – Eau recirculée traitée** ». Cette technique (voir schéma suivant) consiste à remplir ponctuellement un bassin insubmersible en béton à l'aide d'une pompe en début de période de purification (remplissage du volume du bassin en 1h), sans traitement de l'eau neuve, mais avec recirculation continue et traitement de l'eau de mer (débit de recirculation correspondant à 1 fois le volume du bassin par heure, filtration sur sable, régulation thermique pour maintenir une température d'eau de mer < 19°c, et stérilisation UV dose germicide 25mJ/cm2) sur la boucle de recirculation pendant la durée de purification.

Figure 9 : Schéma de principe de la technique de « Circuit Fermé – eau recirculée traitée »



La description technique de ces dispositifs de purification est basée sur les hypothèses suivantes à partir desquels les évaluations des coûts ont été effectuées :

- Equipements :
  - 1 bassin insubmersible en béton (1m d'eau),
  - 1 pompe d'apport en eau neuve (débit permettant le remplissage du volume du bassin en 1h à une hauteur HMT=5m). Rendement considéré = 0,7.
  - 1 pompe de recirculation de l'eau (débit permettant une recirculation de 100% du volume du bassin par heure à une hauteur HMT=12m). Rendement considéré = 0,7.
  - 1 filtre à sable (vitesse de passage <50m/h) sur l'eau recirculée
  - 1 refroidisseur (type PAC eau/air, puissance frigorifique évaluée en considérant un $\Delta T°c$ de 0,2°c sur le débit de recirculation). Coef. de Performance considéré = 3.
  - 1 stérilisateur UV (dose germicide de 25mJ/cm2) sur l'eau recirculée
  - Réseau d'eau recirculée en PVC (dimensionnement du réseau en considérant une vitesse de passage de l'eau <2m/s)
- Fonctionnement :
  - la pompe d'eau neuve permet un remplissage du bassin tous les 4 jours en moyenne : 1 heure de fonctionnement / 4 jours
  - la pompe de recirculation fonctionne en continu (24h/24h)
  - le refroidisseur fonctionne en continu (24h/24h) durant 3 mois de l'année seulement
  - le stérilisateur UV fonctionne en continu (24h/24h)

Les densités de stockage / purification pratiquées dans cette zone varient de 50 à 200kg/m3.

c) Spécificité de chaque bassin conchylicole

A Thau comme à Salses-Leucate, la température de l'eau de mer varie de 3°C à 28°C durant l'année. Les températures d'eau de mer sont très fréquemment au-dessus de 18-19°C ce qui a également incité les conchyliculteurs à mettre investir dans des installations de stockage/purification plus évoluées techniquement que celles observés dans la façade Atlantique. La gestion de la température de l'eau étant un facteur déterminant pour la survie des animaux.

En ce qui concerne le risque de HAB, en s'appuyant sur la rétrospective effectué par Ifremer (Belin, 2004) on a définit les durées et les fréquences maximales des épisodes de contamination des huîtres aux phycotoxines. Pour l'Etang de Thau, l'année 2003 a été considérée comme référence, année dans laquelle la durée de fermeture (liée aux phycotoxines ayant affecté l'ostréiculture) a été la plus longue sur la période considérée 1984 - 2003. La durée maximale de fermeture liée aux phycotoxines a été enregistré pour 4 semaines avec une fréquence d'une seule fois dans par an. En revanche, pour l'Etang de Salses-Leucate, l'année 2001 a été considérée comme référence, année durant laquelle la durée de fermeture (liée aux phycotoxines, concernant les huîtres) a été la plus longue sur cette même période. La durée maximale de fermeture (liée aux phycotoxines) a été de 9 semaines avec une fréquence de 2 fois par an.

4.2. Les dispositifs de sauvegarde et de détoxication

Ces procédures techniques ne sont pas mises en œuvre par les entreprises conchylicoles. La sauvegarde requiert l'existence de dispositifs d'alerte efficaces qui permettent de mettre à l'abri la production nécessaire pour maintenir le niveau de ventes et de revenus des entreprises dans le temps. Les alertes existent dans le cas de la contamination microbiologique. A titre d'exemple, en cas des événements pluviaux intenses, le débordement des réseaux de traitement d'aux usées et le lessivage des sols peuvent contaminer les eaux propres que par ruissellement et diffusion arrivent aux parcs conchylicoles. Le dépassement des seuls de charge microbiologique de ces masses d'eau conduit à la fermeture temporaire des bassins affectés. Ces événements connus, la sauvegarde peut être utilisé pour mettre à l'abri les coquillages sains dans des bassins à terre remplis d'eau non contaminée. Une démarche de déclaration du cheptel sauvegardé est requise auprès de la direction des services vétérinaires. Les ventes déclarées pendant la période de fermeture ne pouvant pas dépasser celles déclarés préalablement. Une telle démarche est ici envisagée entant que procédure technique susceptible d'être appliquée aux alertes par HAB. Une telle option serait envisageable si trois conditions soient respectées. Premièrement, il faut que les dispositifs d'alerte soient efficaces. Cela est une contrainte majeure dans la mesure où actuellement les événements de HABs sont mal connues et difficilement prévisibles. Deuxièmement, il est indispensable de disposer des sources d'eau propre. Lorsque les masses d'eau marines sont contaminées, des eaux de forage sont indispensables, mais elles ne sont pas disponibles partout. Troisièmes, comme pour les autres dispositifs, il fait que les coûts associés à leur adoption puissent être supportés par les entreprises. On s'attachera dans cette étude à l'analyse uniquement de cette dernière condition, ce qui serait néanmoins un préalable pour l'exploration des autres deux conditions.

Les hypothèses retenues pour la description technique des dispositifs de sauvegarde permettent de distinguer deux procédures différentes. Une première s'appuie sur une base de dispositif de purification à laquelle s'ajoutent d'autres équipements spécifiques. La deuxième s'appuie sur une sauvegarde à froid et à sec pendant une durée limitée qui garantie la survie des animaux. Les hypothèses techniques de chacun de ces dispositifs sont détaillées ci-dessous :

« **Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)** » : ce procédé consiste à stocker les huîtres en bassin en circuit fermé (type bassin de

stockage/purification) à une température d'eau de mer inférieure ou égale 14°C, évitant ainsi le nourrissage des huitres.

- Equipements :
  - 1 bassin insubmersible en béton (1m d'eau),
  - 1 pompe d'apport en eau neuve (débit permettant le remplissage du volume du bassin en 1h à une hauteur HMT=5m). Rendement considéré = 0,7.
  - 1 pompe de recirculation de l'eau (débit permettant une recirculation de 100% du volume du bassin par heure à une hauteur HMT=12m). Rendement considéré = 0,7.
  - 1 filtre à sable (vitesse de passage <50m/h) sur l'eau recirculée
  - 1 refroidisseur (type PAC eau/air, puissance frigorifique évaluée en considérant un ΔT°c de 0,3°c sur le débit de recirculation). Coef. de Performance considéré = 3.
  - 1 stérilisateur UV (dose germicide de 25mJ/cm2) sur l'eau recirculée
  - Réseau d'eau recirculée en PVC (dimensionnement du réseau en considérant une vitesse de passage de l'eau <2m/s)
- Fonctionnement :
  - la pompe d'eau neuve permet un remplissage du bassin en 1 heure à la fréquence de la sauvegarde
  - la pompe de recirculation fonctionne en continu (24h/24h) pendant la durée de la sauvegarde
  - le refroidisseur fonctionne en continu (24h/24h) pendant la durée de la sauvegarde
  - le stérilisateur UV fonctionne en continu (24h/24h) pendant la durée de la sauvegarde

« **Chambre froide - à sec** » : ce procédé consiste à stocker les huîtres à sec en chambre froide à 4°C. Ce procédé est envisageable pour les huitres pendant plusieurs semaines.

- Equipements :
  - 1 chambre froide permettant le stockage de 1T/m2 (sur une hauteur de 2m, soit 500kg/m3) ,
  - 1 groupe froid avec plafonnier permettant de maintenir la température à 4°c dans la chambre froide.
- Fonctionnement :
  - Le groupe froid fonctionne en continu (24h/24h) pendant la durée de sauvegarde

4.3. Les dispositifs de détoxication accéléré

Les procédés de détoxication consistent à éliminer les toxines cumulées par les coquillages après leur contamination. Cette capacité des coquillages se déclenche lorsque les toxines disparaissent mais le temps pour retrouver un état salubre peut s'avérer long et induire des impacts économiques. L'accélération de ce processus consiste à forcer la nutrition des animaux pour raccourcir le temps nécessaire à l'élimination des toxines. Pour cela, les entreprises doivent disposer des bassins à terre remplis d'eau non contaminée et de phytoplancton pour nourrie les coquillages. En ce qui concerne les bassins, le matériel à utiliser est proche de celui décrit par les systèmes de purification existants, avec des circuits fermés garantissant la salubrité des masses d'eau. De même que pour la sauvegarde, la disponibilité en eau de forage est un atout pour mettre

l'adoption de ces technologies. En cas d'absence ou de disponibilité d'eau de forage, des dispositifs de traitement et de filtration de l'eau de mer contaminée seraient à développer, mais une telle possibilité future sort du champ de cette analyse.

En s'appuyant par les protocoles expérimentaux développés par Ifremer, les mécanismes de détoxification consisteraient à stocker des huîtres dans un bassin type stockage/purification fonctionnant en circuit fermé à une température d'eau de mer contrôlée. La variation de température considérée est de -2°C par rapport à la température de l'eau de mer pompée. Le nourrissage des huîtres à base de phytoplancton est réalisé pendant une semaine. La description des équipements et du fonctionnement sont détaillés ci-dessous :

- Equipements :
  - 1 bassin insubmersible en béton (1m d'eau),
  - 1 pompe d'apport en eau neuve (débit permettant le remplissage du volume du bassin en 1h à une hauteur HMT=5m). Rendement considéré = 0,7.
  - 1 pompe de recirculation de l'eau (débit permettant une recirculation de 100% du volume du bassin par heure à une hauteur HMT=12m). Rendement considéré = 0,7.
  - 1 filtre à sable (vitesse de passage <50m/h) sur l'eau recirculée
  - 1 refroidisseur (type PAC eau/air, puissance frigorifique évaluée en considérant un $\Delta T°c$ de 0,2°c sur le débit de recirculation). Coef. de Performance considéré = 3.
  - 1 stérilisateur UV (dose germicide de 25mJ/cm2) sur l'eau recirculée
  - Réseau d'eau recirculée en PVC (dimensionnement du réseau en considérant une vitesse de passage de l'eau <2m/s)
- Fonctionnement :
  - la pompe d'eau neuve permet un remplissage du bassin en 1 heure à la fréquence de la sauvegarde
  - la pompe de recirculation fonctionne en continu (24h/24h) pendant la durée de décontamination (1 semaine)
  - le refroidisseur fonctionne en continu (24h/24h) pendant la durée de décontamination (1 semaine)
  - le stérilisateur UV fonctionne en continu (24h/24h) pendant la durée de décontamination (1 semaine)

A partir de ce même protocole, trois procédures différentes peuvent être distinguées selon que l'approvisionnement en phytoplancton soit internalisé par l'entreprise via sa production ou bien qu'elle soit externalisée via l'achat de pâte d'algues. En cas d'internalisation des approvisionnements, les entreprises seraient contraintes de réaliser de nouveaux investissements. Cela s'accompagnerait également par de nouveaux coûts d'amortissement et de fonctionnement. L'externalisation des approvisionnements représente une démarche plus simple pour les entreprises mais les coûts de l'acquisition de phytoplancton prêt à l'usage peuvent s'avérer onéreux. Le choix dépendra de critères économiques compte tenu des coûts unitaires additionnels directement liés aux volumes de traitement effectués. La description technique de ces trois procédures est effectuée ci-dessous :

a. « **Phytoplancton produit en bassins ext. avec eau souterraine** » : ce procédé consiste à produire du phytoplancton dans des bassins béton extérieurs avec éclairage naturel de manière séquentielle à partir d'eau souterraine (naturellement riches en éléments nutritifs).

- Equipements :
  - Bassins en béton (1m d'eau),
  - 1 pompe de remplissage en eau neuve (débit permettant le remplissage du volume du bassin en 1h à une hauteur HMT=5m). Rendement considéré = 0,7.
  - 1 soufflante d'air (débit d'air correspondant à 1 fois le volume d'eau en bassin par heure à une pression de 100mbar)
- Fonctionnement :
  - la pompe d'eau neuve permet un remplissage des bassins en 1 heure tous les jours
  - la soufflante fonctionne en continu (24h/24h) pendant la durée de la décontamination

b. « **Phytoplancton produit en intérieur dans cylindres 300L** » : ce procédé consiste à produire du phytoplancton en intérieur avec éclairage artificiel dans des cylindres de 300L de manière séquentielle à partir d'eau de mer pompée qui doit être complémentée en éléments nutritifs.

- Equipements :
  - Cylindres 300L dans bâtiment isolé et thermorégulé,
  - 1 pompe de remplissage en eau neuve (débit permettant le remplissage du volume des cylindres en 1h à une hauteur HMT=5m). Rendement considéré = 0,7.
  - 1 soufflante d'air (débit d'air correspondant à 1 fois le volume d'eau en bassin par heure à une pression de 100mbar)
- Fonctionnement :
  - la pompe d'eau neuve permet un remplissage des cylindres en 1 heure tous les jours
  - la soufflante fonctionne en continu (24h/24h) pendant la durée de la décontamination (1 semaine)

c. « **Pâte d'algue** » : ce procédé consiste à nourrir les huîtres avec de la pâte d'algue concentrée achetée directement auprès d'un distributeur. Les hypothèses de nourrissage en phytoplancton retenues sont les suivantes :

- Consommation de phytoplancton par jour et par huître : 1.10^9 cellules / j / huître
- Nombre moyen d'huîtres par tonne stockée en bassin : 12 000 huîtres par tonne stockée
- Quantité de phytoplancton à distribuer par jour et par tonne d'huîtres stockées : $1,2.10^{13}$ cellules / j / T d'huîtres stockées
- Concentration du phytoplancton en bassin extérieur : 1.10^9 cellules / L
- Concentration du phytoplancton en cylindre intérieur : 8.10^9 cellules / L
- Concentration de la pâte d'algue : 2.10^9 cellules / g
- Coût de la pâte d'algue : 160 euros / kg

4.4. Evaluation des coûts associés à chaque procédure technique

L'évaluation des coûts liés à l'adoption de chacune des techniques décrites est détaillée dans les tableaux des annexes III à V. Globalement, ils ont été distingués (i) les coûts d'investissement qui tiennent compte de la valeur d'achat de tous les équipements nécessaires à chaque technique, (ii) les coûts d'amortissement, qui font état de la perte annuelle en valeur entraînée par la dégradation des équipements[11] et (iii) les coûts de fonctionnement qui tiennent compte de tous les frais énergétiques, d'entretien, etc. liés à l'utilisation de chacune de ces options techniques. Globalement, l'évaluation de ces coûts n'est pas exhaustive car on ne tient pas compte des coûts financiers liés à l'accès au capital. Des possibles subventions aux investissements pourraient faire varier le poids financier supporté que les entreprises. Par ailleurs, on suppose que l'adoption de ces changements techniques ne requiert pas de la main d'œuvre supplémentaire. Cela est plus ou moins justifiable selon le niveau de complexité des méthodes utilisées. Une augmentation des tâches de manutention serait difficile d'évaluer à ce stade de l'analyse. Dans tous les cas, l'évaluation des coûts représenterait un niveau de coûts minimums auxquels les entreprises devraient faire face en cas de changement technique.

Par ailleurs, cette évaluation a été effectuée en prenant comme périodes de référence des années pendant lesquelles les bassins analysés ont subi une plus haute fréquence de fermetures. L'idée étant de faire une estimation précautionneuse qui représenterait des coûts maximums que les entreprises devraient supporter en cas de changement technique pour une année à haute fréquence de fermetures.

Les estimations des coûts unitaires de production effectuées exprimés en euros par kilo d'huîtres commercialisées pour le cas de la sauvegarde, montrent une forte variation selon les zones de production, en raison des temps maximum de sauvegarde et de la fréquence des épisodes de contamination. Ces derniers paramètres déterminent le volume des bassins de sauvegarde ou de chambre froide nécessaires et par conséquent, ils ont un impact considérable sur les coûts d'investissement et de fonctionnement. Les coûts unitaires de sauvegarde en circuit fermé sont compris entre 0,22 à 0,7€/kg pour les bassins de la Rivière d'Etel, la Baie de Quiberon, la Rivière de Pénerf et l'Etang de Thau selon le volume de production. Ils varient entre 0,02 à 0,1€/kg pour l'ensemble des bassins étudiés avec la technique de sauvegarde en chambre froide. Dans le cas de longs épisodes de contamination tels que ceux observés sur l'Etang de Salses-Leucate (2 épisodes annuels de 9 semaines chacun), les coûts liés à la sauvegarde en circuit fermé deviennent extrêmement élevés (plus de 1€ / kg d'huîtres commercialisées).

Les coûts unitaires de production liés à la détoxification varient également très fortement notamment en fonction de la capacité de production des entreprises ostréicoles et cela en raison de l'existence d'économies d'échelle. Les coûts par kilo produit sont divisés par 2 pour les plus grosses entreprises produisant entre 200-500 tonnes par an par rapport aux coûts supportés par les entreprises de plus petite taille produisant entre 10-20 tonnes par an. Par conséquent, l'adoption de cette technologie est très limitée par les petites et moyennes entreprises car elles disposent d'une capacité d'investissement

[11] D'un point de vue comptable, il s'agit de coûts qui doivent être intégrés dans les comptes d'exploitation et par conséquent qui minorent le chiffre de résultats des entreprises.

faible, et de plus elles supportent des coûts unitaires plus élevés. Si l'on ajoute à cela la plus forte capacité de négociation des prix de commercialisation par les plus grandes entreprises, une perte supplémentaire de compétitivité des petites entreprises entraînerait de facto des grandes difficultés pour que ces petites entreprises puissent adopter les nouvelles technologies. Enfin, les coûts liés à la détoxification varient également fortement en fonction du mode de la technique de nourrissage en phytoplancton. Le mode de production de phytoplancton en bassin extérieur avec eau souterraine est de l'ordre de deux fois moins onéreux que les deux autres modalités sélectionnées. En revanche, ils varient relativement peu en fonction de la zone de production, seulement la fréquence des épisodes de contamination pouvant avoir un impact assez faible sur les coûts de fonctionnement. Globalement, les coûts unitaires de production liés à la détoxification exprimés en euros par kilo d'huîtres commercialisées varient de 0,03 à 0,17 €/kg pour un mode de production de phytoplancton en bassin extérieur avec de l'eau souterraine, et de 0,07 à 0,4€/kg pour les 2 autres modes de production de phytoplancton en cylindre ou par pâte d'algue.

5. ANALYSE DE LA VIABILITE ECONOMIQUE DES CHANGEMENTS TECHNIQUES EN PAYS DE LA LOIRE

L'analyse de la viabilité économique des changements techniques identifiés s'appuie sur une analyse des performances économiques des entreprises compte tenu des coûts associés liés à de tels changements. L'information comptable et les données technico-économiques collectées (décrites dans les chapitres précédents) sont ici confrontées. L'objectif n'est pas de mesurer finement les effets économiques de chacune des possibilités techniques mais d'obtenir des ordres de grandeur sur la faisabilité de ces projets compte tenu de la capacité financière des entreprisses pour basculer à un mode de production nécessitant de nouveaux investissements et induisant des coûts de fonctionnement additionnels.

Dans un premier temps, une caractérisation des entreprises de la région conchylicole « Pays de la Loire » sera effectué dans l'objectif de mieux appréhender la structure économique du secteur. Cette analyse s'appuiera sur (1) une description synthétique des principales variables utilisées, (2) une analyse en composante principale (ACP) permettant d'explorer la structure de données en tenant compte de leur caractère multidimensionnelle, puis (3) sur une classification hiérarchique consistant à construire une hiérarchie indicée à partir de l'ensemble d'individus de la base de données. Chaque partition obtenue après coupure de l'arbre hiérarchique a été améliorée en utilisant la procédure d'optimisation par réallocation s'appuyant sur une comparaison entre l'inertie interclasse à l'inertie totale. Le choix d'une classification se fait à partir de deux critères, le nombre limité de classe et un rapport inertie inter/ inertie totale considéré comme satisfaisant.

Dans un deuxième temps, une analyse sur les performances économiques des entreprises conchylicoles de la région est effectuée en utilisant un échantillon d'entreprises représentatif. Les entreprises mytilicoles n'ont pas été considérées. Enfin, une évaluation des coûts de mise en œuvre des méthodes de purification, sauvegarde et

détoxification seront testés sur les entreprises de cet échantillon en s'appuyant sur les données technico-économiques collectées.

5.1. Caractérisation du secteur conchylicole en région pays de la Loire

Une perception globale de la conchyliculture dans la région conchylicole Pays de la Loire et par extension en baie de Bourgneuf, peut être effectuée en s'appuyant sur une typologie d'entreprises. Les données utilisées sont issues du recensement national de la conchyliculture de 2001 (Girard et al, 2005). Chaque entreprise est caractérisée par un grand nombre de variables relatives à leurs structures et à leur activité. Les méthodes statistiques d'analyse de données multifactorielles permettent de mesurer les ressemblances entre entreprises vis-à-vis de critères pertinent choisis, afin de constituer ensuite des groupes homogènes et créer des types d'entreprises représentatifs. A partir de l'ensemble d'informations disponibles sur la structure du secteur, il s'agit de réaliser (i) une analyse statistique descriptive de la structure des entreprises conchylicoles de la région, puis, (ii) une classification des entreprises en groupes homogènes issue d'une analyse de données en composantes principales (ACP). La typologie sera construite à partir de méthodes de classification ascendante proposée par le logiciel SPAD.

La base de données est constituée par 377 entreprises en Pays de la Loire. Parmi celles-ci, certaines produisent exclusivement des huîtres (ostréiculteurs purs), certaines sont spécialisées dans la production de moules (mytiliculteurs purs) et d'autres sont considérées mixtes dans la mesure où elles produisent des huîtres et des moules ou d'autres coquillages simultanément. Une entreprise est considéré « spécialisée » dans la production d'une espèce de coquillage lorsqu'elle alloue plus de 80 % de ces surfaces exploitées à la culture d'une espèce en particulier. Dans le cas contraire, elle est considérée comme « mixte ». Compte tenu de ce critère de segmentation primaire, on observe au niveau régional 290 ostréiculteurs purs, 20 mytiliculteurs purs et 67 mixtes. Parmi les 67 entreprises mixtes observées, elles peuvent être reclassées en 32 entreprises d'ostréiculture dominante, 4 entreprises de mytiliculture dominante et 31 entreprises mixtes où la répartition de leurs surfaces exploitées entre culture d'huîtres et de moules est très équilibrée. Par conséquent, un nouveau classement plus raffiné comptabilise un total de 322 entreprises ostréicoles, 24 entreprises mytilicoles, et 31 entreprises mixtes en Pays de la Loire.

Certaines variables utilisées dans les analyses réalisées concernent des variables définies dans la base de donnés initiale et d'autres correspondent à des variables calculées dont les définitions sont détaillées ci-dessous :

Principales Variables de base :

- **UTAFAM** : nombre d'unités de facteur travail familial
- **UTANFAM** : nombre d'unités de facteur travail non familial
- **UTAMOSAIS** : nombre d'unités de facteur travail saisonnier
- **PRODHC** : production totale des huîtres creuses
- **PRODME** : production totale des moules *Edulis*
- **PRODAC** : production totale des autres coquillages
- **PRODPL** : production totale de palourdes
- **SURFEXPLTOT** : surface totale exploitée
- **LBEXPLM2TOT** : longueurs de filières et bouchots totales converties avec le coefficient de conversion

Principales variables calculées :

- **UTATOT :** nombre d'unités de facteur travail total (en millième d'équivalent temps plein)
- **PRODTOT** : production apparente totale (en Kg)
- **SURFLONGTOT** : surfaces et longueurs exploitées, toutes espèces confondues (en ares)
- **PrUta** : productivité du travail (PRODTOT/ UTATOT)
- **PrHa** : productivité du foncier (PRODTOT/ SURFLONGTOT)
- **PRODTOT_V** : production en valeurs (en euros)

La valeur de la production a été calculée en tenant compte d'un prix moyen de vente de 2.2 euros/kg pour les huîtres creuses, 1.5 euros/kg pour les moules et 6.6 euros/kg pour les palourdes. Bien qu'il s'agisse d'un prix fictif, car il ne tient pas compte des spécificités des réseaux de commercialisation, il peut être utilisé comme proxy permettant de traduire des quantités de production en valeurs (chiffre d'affaires) et donc de la spécialisation de la production produite. Ce calcul permet plus précisément de différentier la valeur des productions des entreprises mixtes en fonction de leur degré de spécialisation dans un type de produit à plus forte valeur commerciale. Ces prix moyens sont ceux utilisés dans l'exploitation des données du recensement conchylicole.

Pour chacune de ces variables, une étude descriptive sera réalisée pour analyser comment elles interviennent dans la classification des entreprises et dans leur affectation à chaque classe selon les trois types de métiers préalablement définis (ostréiculteurs purs, mytiliculteurs purs et mixtes). Une entreprise sera considérée comme "atypique" lorsque elle se distingue très nettement des autres entreprises par rapport aux variables étudiées et notamment par rapport à sa production totale, son degré d'utilisation du facteur travail et sa surface exploitée.

5.1.1. Synthèse sur l'analyse descriptive

Le recensement conchylicole de 2001 dénombre 320 entreprises ostréicoles en région Pays de la Loire (compte tenu de la suppression d'une écloserie inscrite à la base de données). Les surfaces exploitées par les entreprises ostréicoles pures représentent 68.5% des surfaces totales exploitées par l'ensemble des entreprises conchylicoles de la région. Ces entreprises exploitent en moyenne 350 ares, l'écart par rapport à cette moyenne étant relativement élevé. La majeure partie des entreprises de la région, environ 85 %, possèdent un statut de petite entreprise familiale où l'entrepreneur est établi à son propre compte. 8 % possèdent un statut de GAEC ou d'EARL (4 % environ

chacun), près de 3 % des entreprises ont un statut de société commerciale et le reste se distribue plus à la marge sur d'autres types de statuts juridiques.

Le nombre d'entreprises mytilicoles est plus faible et dépasse légèrement la vingtaine. Les surfaces qu'elles exploitent s'élèvent en moyenne à 857 ares représentant 22.1% des surfaces totales exploitées par l'ensemble des entreprises conchylicoles de la région. Enfin, les 31 entreprises mixtes recensées exploitent en moyenne 524 ares représentant uniquement 9.4 % des surfaces totales exploitées de la région avec une distribution autour de cette moyenne relativement homogène.

L'affinage des huîtres est une activité relativement répandue en Pays de la Loire. A la différence de Marennes Oléron où l'affinage concerne des surfaces exclusivement du domaine privé, en Pays de la Loire certaines surfaces appartenant au domaine public sont utilisées pour ces opérations. Le volume moyen de surfaces par entreprise est compris entre 60-65 ares environ indépendamment de la spécialisation de l'activité de l'entreprise. Cependant, la dispersion autour de cette moyenne est importante.
L'activité de captage est également très répandue dans la région. On dénombre au total 239 entreprises à spécialisation ostréicole en région Pays de la Loire pratiquant des opérations de captage. Les surfaces concernées sont très faibles et s'élèvent en moyenne à 12.4 ares par entreprise avec néanmoins une très forte variabilité individuelle. Parmi les entreprises mixtes, près de deux tiers de l'effectif régional pratiquent le captage dans un ordre de grandeur en termes de surfaces moyennes utilisées par entreprise et de variabilité autour de cette moyenne sensiblement inférieures à celles observées sur les entreprises à spécialisation ostréicole.

Au total 155 entreprises ostréicoles (qui représentent près de la moitié de ce secteur) ont déclaré posséder des surfaces non exploitées à hauteur de 151 ares par entreprise en moyenne. Il existe néanmoins une forte dispersion de cette variable autour de sa moyenne. L'inexploitation de surfaces concerne également 14 entreprises mytilicoles de la région. L'ordre de grandeur de l'inexploitation est en moyenne relativement proche de celui observé pour les entreprises ostréicoles. Enfin, 12 entreprises conchylicoles mixtes possèdent des surfaces non exploitées fluctuant de 40 à 300 ares par entreprise.
Par ailleurs, la production des entreprises à spécialisation ostréicole est en moyenne de 23 tonnes annuelles par entreprise, ce qui représente 67.5 % du tonnage total produit par les entreprises conchylicoles de la région. D'autre part, la production des 23 entreprises à spécialisation mytilicole s'élève en moyenne à 85 tonnes par an et représente en tonnage 23.7 % de la production totale de l'ensemble des conchyliculteurs en Pays de la Loire. Enfin, la production des entreprises conchylicoles mixtes représente 8.8% de la production totale de l'ensemble des conchyliculteurs en Pays de la Loire. En moyenne, ces entreprises produisent 31 tonnes de moules et d'huîtres par an.
L'emploi mesuré en ETP (équivalent temps plein) des entreprises ostréicoles correspond à 83% de l'emploi sectoriel de la région. Cependant, le niveau d'emploi moyen par entreprise en ostréiculture est plus faible qu'en mytilicole. En moyenne les entreprises à spécialisation ostréicole embauchent 2.3 ETP par an. Le volume d'emploi des entreprises à spécialisation mytilicole est légèrement supérieur à celui des deux autres groupes et oscille autour de 2.8 ETP par an. Enfin, les entreprises conchylicoles mixtes emploient en moyenne 2.6 ETP par an avec également une relative homogénéité de l'effectif analysé par rapport à ce critère.

La productivité du foncier exprimée en tonnage de coquillages produits par unité de surface est de 90.5 kg par are pour les entreprises à spécialisation ostréicole, 101 pour les entreprises à spécialisation mytilicole et 62.4 pour les mixtes. La productivité du travail présente plus de différences entre les trois secteurs et s'élève à 10.2 tonnes par ETP et par an pour les entreprises à spécialisation ostréicole, 28.8 tonnes par ETP et par an pour les entreprises à spécialisation mytilicole et 11 pour les mixtes. Par conséquent, la productivité du foncier est relativement proche pour les différentes entreprises spécialisées mais la forte différence de la productivité du travail illustre la plus forte capitalisation du secteur mytilicole qui possède généralement un niveau de mécanisation supérieur.

Le recours important à la vente directe est une des principales caractéristiques des entreprises de la région Pays de la Loire. Les entreprises ostréicoles commercialisent près de 21 % de leurs ventes à la consommation par ce canal de distribution, et ceci concerne près de 56 % des entreprises. Ce type de commercialisation est cependant presque négligeable dans le secteur de la mytiliculture.

5.1.2. Analyse en composantes principales et typologie des entreprises conchylicoles

Les résultats de l'analyse en composantes principales permettent d'interpréter les principaux axes factoriels expliquant en grande partie l'inertie du nuage d'individus. **L'axe 1** est fortement **conditionné par les variables de taille** i.e surfaces totales, production totale, ventes à la consommation, et facteur travail. Les variables production de moules en volume en en valeur ont une contribution d'inertie assez importante (19.2% de l'inertie totale conservée par le premier axe), ce qui résulte du fait que les plus grosses entreprises sont des mytiliculteurs. Par ailleurs, la productivité du travail participe fortement à l'inertie de l'axe, probablement dû au fait que les mytiliculteurs présentent une productivité du travail en moyenne trois fois supérieure à celle des ostréiculteurs. A droite de l'axe 1 (cf figure 11) se situent les entreprises de plus grande taille et la plus forte productivité du travail. La projection des individus dans le plan Axe1*Axe2 montre que les mytiliculteurs se projettent de manière homogène sur l'axe1 (porteur de l'effet taille) car il s'agit des entreprises conchylicoles de plus grande taille.

L'axe 2 oppose les indicateurs de l'activité mytilicole aux indicateurs de l'activité ostréicole. Cet axe représente le type de métier développé par les entreprises ce qui est corroboré par la projection des individus sur le plan factoriel. Les indicateurs mytilicoles ne contribuent pas à l'inertie de cet axe. Par ailleurs, 27.4% de l'inertie conservée par le troisième axe est due aux variables liées à l'affinage. Les entreprises projetées plus à gauche de cet axe possèdent des surfaces d'affinage élevées ou non exploitées mais ces deux variables semblent être indépendantes.

L'axe 3 représente donc le niveau de spécialisation des entreprises ostréicoles vis-à-vis de l'affinage. Il s'agit d'entreprises recherchant plus la valorisation du produit que la productivité (en règle générale elles possèdent une faible productivité du travail). De plus, l'apport d'inertie de la variable de surfaces non exploitées sur cet axe est important. La projection des modalités de spécialisation dans le plan Axe1*Axe3 montre que les

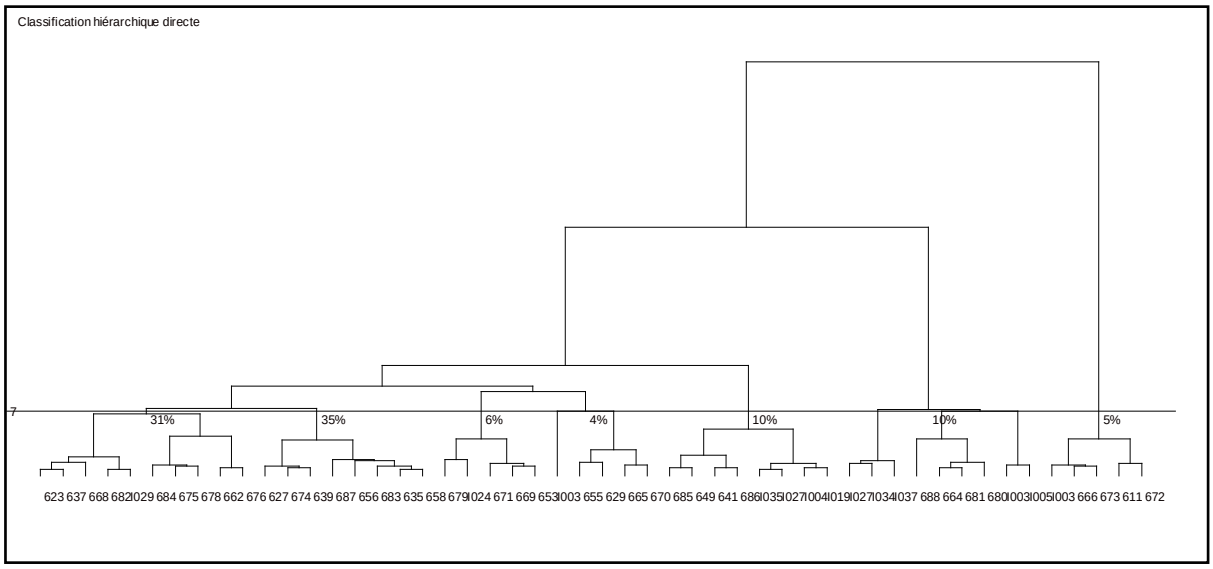
ostréiculteurs sont plus dispersés sur l'axe 3 d'où qu'à droite de cet axe l'on trouve les entreprises ostréicoles à plus forte productivité du travail et à gauche les entreprises les plus impliquées dans l'affinage.

L'analyse en composantes principales est complétée par une typologie des individus suivant des méthodes de classification ascendante hiérarchique. Le dendrogramme obtenu suggère un partitionnement de la population en quatre, sept ou dix classes. La classification en quatre groupes n'est pas satisfaisante car d'une part elle ne permet pas de mettre en évidence toutes les particularités que peuvent avoir les entreprises conchylicoles de la région et d'autre part elle fait apparaître une classe concentrant un trop grand effectif d'individus (plus de 65% des entreprises).
La classification en dix classes n'apporte que très peu d'informations supplémentaires par rapport à la classification en sept classes et de plus elle génère des classes à trop faible nombre d'effectifs. Le rapport de variance inter-classes par rapport à la variance totale d'une classification en sept groupes permet de mesurer la qualité de la classification retenue :

```
QUOTIENT (INERTIE INTER / INERTIE TOTALE) : AVANT ... 0.4604
                                            APRES ... 0.4874
```

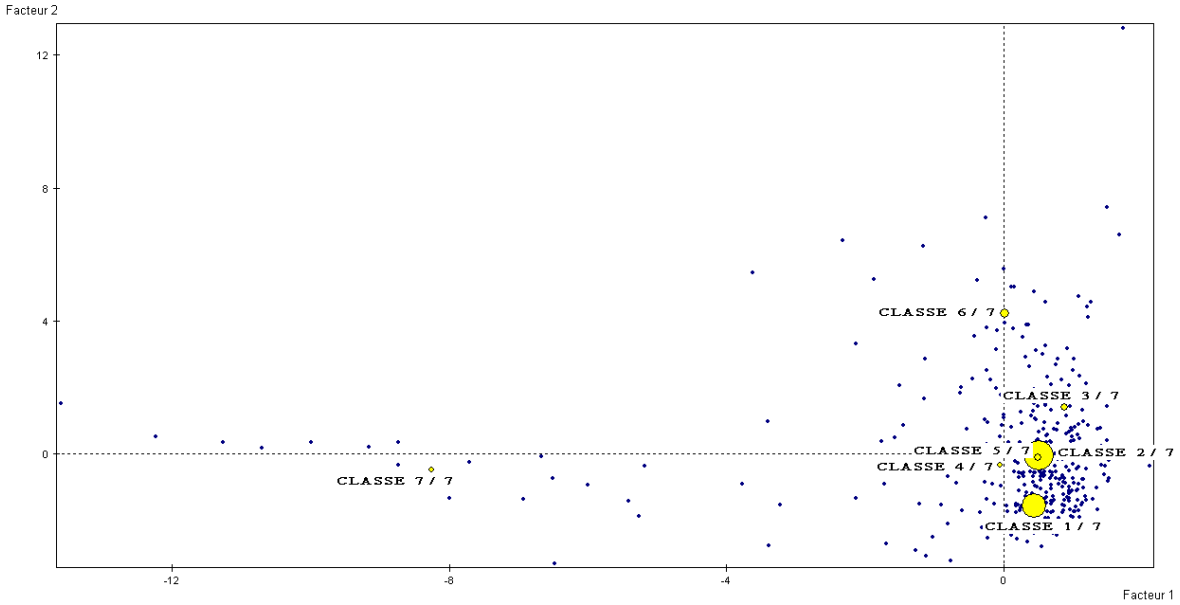
Par conséquent, un classement en 7 groupes est retenu et sera caractérisés ensuite.

Figure 10 : Dendrogramme des types d'entreprises conchylicoles de la région Pays de la Loire



La distribution du nuage d'individus est relativement concentrée dans les deux premières modalités de la typologie. Une certaine dispersion est ensuite observée, notamment autour des entreprises de plus grande taille.

Figure 11 : Répartition spatiale des individus et des groupes d'entreprises issue de l'analyse en composants principales



Les sept classes obtenues peuvent être définies et globalement synthétisés par les caractéristiques suivantes :

<u>Classe 1 : « Petites entreprises à orientation ostréicole dominante à fort taux d'inexploitation »</u>

Ces entreprises sont caractérisées par leur dimension faible. Les entreprises appartenant à cette classe possèdent en général la moitié de surfaces par rapport à la moyenne des entreprises de la région. Les autres variables caractérisant la taille de l'entreprise sont également corrélées à la dimension des surfaces, à savoir, des niveaux plus bas d'emploi, de production et de ventes à la consommation. Il s'agit également d'entreprises à faible taux de productivité du foncier et du travail. Par ailleurs, les entreprises appartenant à cette classe se caractérisent également par leur niveau d'inexploitation très élevé qui représente 25 % de plus que la moyenne en terme de surface et 77 % de plus en terme de ratio d'inexploitation (surfaces inexploitées par rapport aux surfaces totales).

<u>Classe 2 : « Petites entreprises à orientation ostréicole dominante à fort taux de ventes en direct »</u>

Cette classe regroupe plus d'un tiers des entreprises de la région conchylicole en Pays de la Loire et est principalement composée par des entreprises ostréicoles de taille moyenne en termes de surfaces, de production, de ventes à la consommation et d'utilisation de main-d'œuvre. Par ailleurs, ces entreprises se caractérisent par leur niveau de ventes à la consommation en direct qui représente près de 30 % de plus que la moyenne régionale ainsi que par leur niveau très faible de surfaces inexploitées (trois fois moins élevée que la moyenne régionale). Par ailleurs, cette région conchylicole est celle qui présente le taux de vente en direct le plus élevé sur l'ensemble du pays. Cela peut être expliqué par le fait qu'il s'agit d'une région à fort activité touristique qui permet d'écouler la production localement, mais aussi par les faibles niveaux de rentabilité économique de

nombreuses entreprises qui choisissent de raccourcir les circuits de distribution. Une telle démarche permettant d'augmenter leurs marges commerciales.

Classe 3 : « Entreprises ostréicoles moyennes à forte capacité de stockage »
Cette classe est structurée principalement par des entreprises ostréicoles de taille moyenne. Leur caractéristique qui ressort le plus fortement de l'analyse de données concerne leur sur-dotation en nombre et en volume de bassins de stockage. Elles présentent un ratio de ventes sur production supérieur à 1. Ces entreprises se caractérisent également par des faibles niveaux de productivité du travail et du foncier. Au contraire, leurs surfaces inexploitées sont au-dessus de la moyenne des entreprises conchylicoles de la région.

Classe 4 : « Entreprises ostréicoles (à forte productivité du foncier et spécialisées dans l'affinage) »
Il s'agit d'entreprises mixtes de taille inférieure à la moyenne. Leur production d'huîtres est le double de leur production de moules. Elles possèdent par ailleurs une forte activité commerciale puisqu'elles expédient deux fois plus d'huîtres et trois fois plus de moules que le volume de leurs productions respectives. Leur caractéristique la plus marquée est leur spécialisation dans l'affinage puisqu'elles possèdent en moyenne 4.4 fois plus de surfaces dédiées à cette activité que la moyenne des entreprises de la région.

Classe 5 : « Entreprises ostréicoles spécialisées dans le captage »
Il s'agit d'entreprises produisant majoritairement des huîtres et faiblement des moules (en moyenne 8 % de leur tonnage de coquillages produit). Elles sont principalement caractérisées par des surfaces de captage qui représentent près de 6 fois les surfaces moyennes des entreprises de la région.

Classe 6 : « Grandes entreprises ostréicoles »
Il s'agit d'entreprises de grande taille spécialisées dans la production d'huîtres. Leurs niveaux de surfaces, de production et d'emplois destinés à l'ostréiculture sont donc élevés. Elles produisent en complément des moules à hauteur de 1 tonne et demie par entreprise et par an en moyenne. Néanmoins, ces entreprises réalisent en moyenne l'expédition de moules à un niveau près de 10 fois plus élevé que leur niveau de production. Par conséquent, le chiffre d'affaire issu de la production ou de la commercialisation de moules est non négligeable et peut atteindre environ 10 à 20 % de leurs chiffres d'affaire globaux. Leurs niveaux d'inexploitation, de captage et d'affinage sont également élevés.

Classe 7 : « Grandes entreprises mytilicoles »
Cette classe est composée par des entreprises de grande taille à spécialisation mytilicole. Elles sont caractérisées par des niveaux de productivité du travail très élevés, expliqués par la forte mécanisation du secteur. Leur niveau de productivité du foncier est également très élevé.

Globalement, les principales caractéristiques structurelles de ces groupes sont détaillées dans le tableau suivant.

Tableau 10 : Typologie Pays de Loire – Caractérisation des classes d'entreprises

Intitulé classe	Effectif (%)	Production (tonnes)	Surfaces exploitées (ha)	Emplois (ETP)	Ratio ventes/ prod
1-Petites entreprises ostréicoles, forte inexploit.	113 (30,6)	11	2,1	1,4	1,14
2-Petites entreprises ostréicoles, vente directe	137 (37,1)	26	3,6	2,4	1,14
3-Entreprises ostréicoles, fortes capacités de stockage	24 (6,5)	23	4,7	3,0	1,4
4-Entreprises ostréicoles, affinage	17 (4,6)	10	3,1	2,1	3,4
5-Entreprises ostréicoles, orientation captage	21 (5,7)	22	3,3	2,2	1,05
6-Grandes entreprises ostréicoles	39 (10,6)	60	8,4	4,8	1,5
7-Entreprises mytilicoles	18 (4,9)	98	9,8	3,1	0,83

Source : d'après données Agreste – Recensement conchyliculture 2001

Par conséquent, le secteur conchylicole de la région Pays de la Loire est principalement constitué par des entreprises familiales à spécialisation ostréicole, essentiellement de petite taille. Une large majorité produit moins de 25 tonnes par an et près d'un tiers de la population totale sont des micro-entreprises produisant autour de 10 tonnes par an. Pour ces dernières entreprises on peut penser qu'elles atteignent difficilement le seuil minimum de rentabilité et sans doute, d'autres revenus familiaux ou des activités complémentaires peuvent expliquer leur maintient dans le secteur. Face à ce constat, la concentration de la production ostréicole est relativement forte car 10 % des entreprises produisent un tiers du tonnage. Bien que la commercialisation soit une activité assez généralisée dans la région, la majorité des petites exploitations (deux tiers de l'effectif total d'entreprises) est davantage centrée sur les activités d'élevage.

Une telle structure des entreprises laisse présager que, sur le plan régional, les marges de main-œuvre économiques liées à des modifications de pratiques d'élevage entrainant des surcoûts semblent relativement faibles pour une forte part du secteur.

5.2. Performances économiques des entreprises

5.2.1. Collecte d'information économique des entreprises

La collecte d'information économique sur les entreprises conchylicoles de la baie de Bourgneuf a été envisagée dans un premier temps au travers d'une enquête de terrain. Le projet Gerrico est composé par plusieurs axes à l'intérieur desquels se trouvent différentes actions nécessitant également la collecte d'information économique par enquête directe. Pour éviter la réalisation de plusieurs vagues d'enquête, une seule opération a été coordonnée par l'équipe d'économistes de l'Université de Nantes. Par ailleurs, une telle démarche permettait de partager des informations communément utiles, notamment sur la caractérisation économique des entreprises échantillonnées. Le questionnaire a été divisé en plusieurs volets, chacun répondant à des objectifs différents :

- l'analyse de la perception des ostréiculteurs sur les risques supportés par leur activité et leur avis sur la faisabilité d'une mise en œuvre de systèmes de couverture ;
- la viabilité économique de changements technologiques permettant de pallier les effets des efflorescences d'algue toxiques;
- la construction d'un outil permettant de simuler le fonctionnement d'un bassin conchylicole dans la perspective d''évaluer les conséquences de ma mise en œuvre de mesures de gestion de la ressource.

Le questionnaire couvrant une large gamme de thématiques, il n'était pas possible d'approfondir en excès une d'entre elles sous peine de trop alourdir le questionnaire. Sur le plan comptable, l'information demandée portaient globalement sur les caractéristiques générales des entreprises et plus précisément sur leurs surfaces, leurs répartition par bassin conchylicole, sur le détail des cycles de production, tonnages produit et vendus, sur la distribution du chiffre d'affaires par mois et par circuits de distribution, sur la composition en matériel d'élevage et en équipement des entreprises, sur les coûts annuels liés à l'activité et sur les dispositifs de stockage de coquillages et de traitement de l'eau.

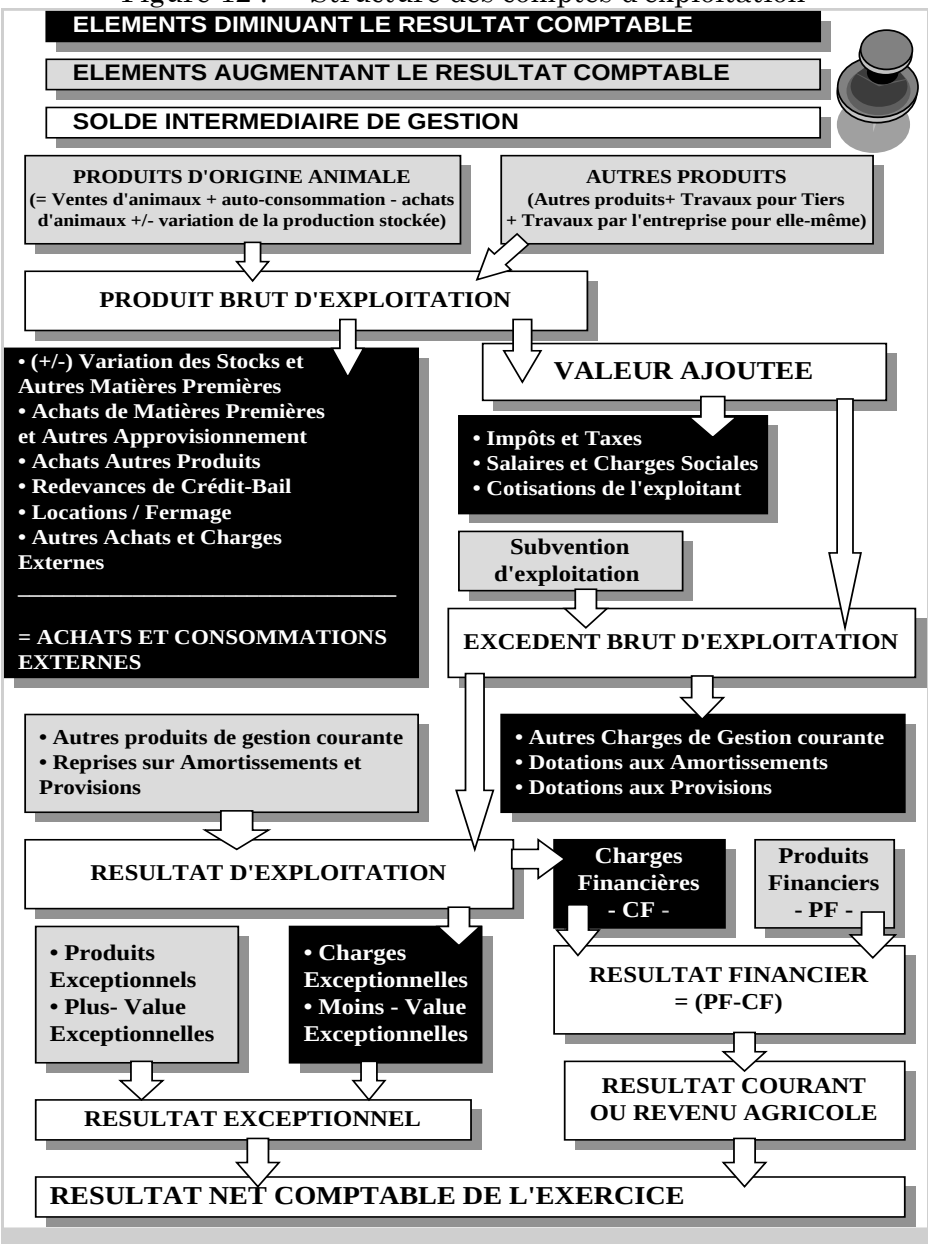
38 des 43 entreprises enquêtées ont déclaré ne pas posséder des dispositifs de traitement de l'eau. La raison principale mise en avant est le manque d'intérêt car le risque de fermeture est faible ou nul. Seulement trois entreprises ont déclaré avoir de tels dispositifs. Il s'agissait de systèmes de stockage ou de dégorgeoirs qui n'ont pas pour fonction le traitement ou le stockage lié à des fermetures sanitaires.
Concernant la perception des risques supportés par la profession, les réponses sont diverses et font globalement allusion à des problèmes de pollution du milieu, de mortalités, intempéries et d'autres risques de santé associés aux tâches du travail (mal de dos, noyade, etc.). Parmi les 43 entreprises enquêtées, seulement cinq évoquent explicitement les fermetures sanitaires et les phycotoxines comme risque potentiel pour leur activité à l'intérieur d'un éventail d'autres risques variés. Cela montre bien qu'il s'agit bien d'un problème auquel les entreprises locales ne sont pas confrontées et dont le risque est difficile de calibrer. Les entreprises conchylicoles sont actuellement soumises à des nombreux autres risques qui portent sur l'ensemble de l'activité, depuis l'amont de la filière (approvisionnement du naissain), jusqu'à l'aval dont les risques associés au marché. Les mortalités estivales massives survenues ces dernières années, bien que postérieures à cette enquête, ajoutent de nouvelles incertitudes sur le devenir de la profession. La gestion de tous ces risques est devenue l'enjeu majeur pour les entreprises conchylicoles. La diversité des risques force les entrepreneurs à établir une sorte de hiérarchisation selon la manière dont ils perçoivent leur importance afin de déterminent leurs réponses en termes de spécialisation/ diversification et de modification des pratiques d'élevage. Dans un tel contexte, les risques de fermetures par HAB semblent, tout au moins actuellement, comme un « non problème » à l'échelle du bassin de Bourgneuf.

Sur le total des 43 entreprises enquêtées deux présentaient une taille disproportionnée par rapport à la moyenne observée dans ce bassin conchylicole. Il s'agissait pour l'essentiel de petites entreprises possédant un statut d'exploitation individuelle (67 %

des cas). Beaucoup d'entre elles ne possèdent pas de système de suivi comptable, et par conséquent les informations économiques collectées sur plusieurs postes de coûts étaient majoritairement imprécises, voire incertaines. Le traitement des données a mis en évidence l'hétérogénéité et la faible qualité de l'information collectée qui rendait difficile son utilisation. Malgré la reconstitution d'une partie des comptes d'exploitation en s'appuyant sur des informations obtenues dans d'autres bassins conchylicoles, les résultats montraient une faible fiabilité de la donnée pour asseoir les bases d'une analyse suffisamment robuste. Cette donnée comptable n'a donc finalement pas été exploitée pour les analyses financières suivantes.

Une deuxième source d'information sur laquelle s'appuie cette analyse concerne des données comptables collectées auprès du CGPA. Les principales caractéristiques de cette base de données ont été détaillées dans les chapitres précédents. A partir des informations comptables collectées auprès du CGPA, il est possible de calculer les résultats économiques par entreprise en dégageant des produits d'exploitation la totalité des coûts liés à l'activité selon le schéma suivant :

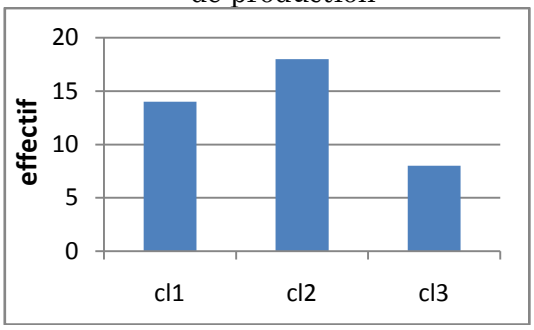
Figure 12 : Structure des comptes d'exploitation



Source : CGPA, dossier de gestion cultures marines

Le degré de profitabilité des entreprises est mesuré par le résultat courant ou le revenu agricole, ce qui permet d'observer globalement si sur une année comptable, une exploitation a couvert la totalité de ces coûts et éventuellement a permis de dégager un surplus. Les entreprises ont été segmentées en 3 classes en fonction de leur niveau taille rapprochée par le niveau de production. La première classe concerne 14 petites entreprises qui produisent en moyenne 15 tonnes par an. La classe 2 est représentée par 18 entreprises de taille moyenne produisant une moyenne de 27 tonnes par an. Enfin, la troisième classe est composées par les 8 entreprises de l'échantillon de plus grande taille et produisent en moyenne 58 tonnes d'huîtres par an.

Figure 13 : Classification des entreprises de l'échantillon en fonction de leur niveau de production



classe	Nombre	Prod (tonnes)	%
cl1 (petites)	14	15	35%
cl2 (moyennes)	18	27	45%
cl3 (grandes)	8	58	20%

Dans cet échantillon le nombre de micro-entreprises en termes de production est faible par rapport à la structure observée dans le recensement national conchylicole, une majorité des entreprises étant représentée par des petites et moyennes entreprises. La représentativité de l'échantillon qui a été évoquée dans la présentation des données semble cohérente en termes moyens mais cependant a comme limite d'écarter de l'analyse les très grandes et les très petites entreprises. Pour les plus grandes entreprises une comptabilité privée peut être internalisée au sein de l'entreprise. Quant aux micro-entreprises, elles sont dispensées de système comptable et peuvent adhérer à un régime de « forfait » leur obligeant à assurer uniquement un suivi de leur trésorerie, l'impôt étant calculé sous la base d'un taux d'imposition fixe à partir des recettes déclarées. Compte tenu de ces limites, cet exercice permet néanmoins d'apporter des éléments d'analyse sur une large population d'entreprises représentatives de la réalité économique du secteur conchylicole dans cette région, une mention particulière devrait être portée ensuite à ces entreprises faiblement identifiées dans l'échantillon.

5.2.1. Principaux résultats

La capacité de changement technologique est ici mesurée en partie par les niveaux de performances économiques et notamment par le résultat agricole. Ces bénéfices sont utilisés premièrement pour rémunérer la main d'œuvre familiale qui est majoritairement non salarié, pour distribuer ensuite un bénéfice en cas de surplus et enfin pour réinvestir dans l'activité. Cette dernière action dépend des stratégies économiques des entreprises, lesquelles dépendent à la fois de leur cycle de vie mais sur tout du niveau de profit retiré. Pour cette analyse, les entreprises ont été segmentées en trois classes (petites, moyennes et grandes) de même que dans l'analyse technique précédente en fonction de leurs niveaux de ventes nettes d'huîtres (ventes moins achats). L'analyse des comptes d'exploitation des entreprises conchylicoles de Bourgneuf obtenues auprès du CGPA sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11 : indicateurs économiques et comptables

Cl	effectif	PBE	CI	VA	EBE	Salaires + Cotis.	Résultat agricole	ETP fam	Rés / ETPfam
1	14	67201	22853	44348	30508	12002	20950	1,47	14292
2	18	95775	30258	65517	42387	21202	31056	1,79	17316
3	8	194977	53297	141680	79144	58654	58470	1,77	33090
Moy	**40**	**105614**	**32274**	**73340**	**45581**	**25472**	**33002**	**1,67**	**19720**

Nota
Production apparente d'huîtres
PBE- Produit brut d'exploitation
CI- coûts intermédiaires
VA- Circuit ouvert continu - eau neuve traitée
EBE- Excédent brut d'exploitation
ETP fam – Equivalent temps plein pour la main d'œuvre familiale
Rés / ETP fam – résultat par ETP fam

Un intérêt particulier est porté à la variable « résultat agricole »[12] car c'est le montant restant qui sera principalement utilisé pour la rémunération de la main d'œuvre familiale. C'est le cas pour la plupart des petites entreprises conchylicoles. En général, cette main d'œuvre familiale n'a pas statut de salarié, ce qui permet d'avoir une certaine flexibilité de la trésorerie. Ce n'est pas toujours ainsi, mais l'information disponible ne permet pas de distinguer le choix des entreprises. Pour faciliter l'analyse, on a considéré comme hypothèse que la main d'œuvre familiale est systématiquement rémunérée sur les bénéfices. Cela est susceptible de sous-estimer la rente des entreprises déclarant de la main d'œuvre familiale salariale dans la mesure où les coûts salariaux font partie des coûts d'exploitation et donc réduisent les comptes de résultats et par conséquent le résultat agricole. Au-delà de la rémunération espérée par le noyau familial, le résultat net peut éventuellement financer des nouveaux investissements ou distribuer des profits. On observe que les niveaux de rentabilité sont globalement assez faibles et sont liés à la taille de l'exploitation même si une certaine variabilité existe. Certaines entreprises qui présentent un niveau de production plus faible peuvent néanmoins obtenir de meilleurs résultats économiques en diversifiant leur activité au négoce. Cette capacité de diversification de l'activité est plus élevée pour les grandes entreprises. L'activité des plus petites entreprises est principalement centrée sur la production et/ou expédition d'huîtres même si un complément de revenus peut se faire avec le négoce ou éventuellement avec la production de moules. Les petites entreprises ne retirent de leur activité que près de 20 000 euros nets par an, 31 000 les moyennes et près de 60 000 les grandes entreprises. Pour les deux premières classes (80 % de l'effectif), les bénéfices permettent à peine de rémunérer la main d'œuvre familiale au niveau du salaire minimum de la branche. Seulement les plus grandes entreprises peuvent dégager un surplus extra après rémunération du chef d'exploitation.

[12] Les performances économiques des entreprises sont rapprochées par le "résultat agricole avant impôts". Celui-ci est calcule très mécaniquement à partir du produit brut d'exploitation, qui est constitué par la somme de la valeur nette des ventes de coquillages plus les revenus obtenus de la vente d'autres produits et services, auquel est ensuite soustrait la totalité des charges de production et fiscales auxquelles les entreprises doivent faire face.

Le ratio « résultat par ETP familiale » permet de mieux appréhender le niveau de profitabilité des entreprises car il quantifie la répartition du revenu au sein de la main d'œuvre familiale engagée dans l'entreprise. On constate globalement que pour la classe1 l'activité conchylicole n'est pas suffisante pour dégager un revenu au chef d'exploitation. Le manque d'information ne permet pas d'expliquer concrètement ce constat mais deux hypothèses peuvent être mises en avant : soit il s'agit de jeunes entreprises démarrant à des niveaux d'activité très bas soit il s'agit de micro entreprises qui tirent d'autres revenus en dehors du secteur conchylicole. La classe2 dégage un revenu par actif familial proche mais inférieur du salaire moyen négocié au sein de la branche qui est de l'ordre de 20 000 euros bruts par an. Seulement les plus grandes entreprises (classe 3) obtiennent un revenu par actif largement supérieur au salaire moyen de la branche, ce qui laisse une marge suffisante pour le réinvestissement dans l'entreprise en fonction des stratégies et des besoins de chaque entreprise.

5.3. Viabilité économique par type de technique

Pour lutter contre les crises sanitaires ou pour pallier leurs effets, plusieurs changements technologiques ont été envisagés. Certaines conditions de mise en œuvre sont préalablement requises dont leur viabilité économique. Les entreprises possèdent une capacité limitée pour supporter des coûts additionnels nécessaires aux changements techniques. Cette aptitude aux changements est en partie liée au niveau de profitabilité économique de chaque entreprise. Pour analyser cela, la démarche consiste à confronter cette capacité d'investissement à l'évaluation des coûts associés à chaque technologie. La principale difficulté de cette analyse vient du fait que le bassin de Bourgneuf qui constitue le site d'étude de Gerrico ne subit pas de fermetures par blooms phycotoxiniques. De ce fait, il n'est pas possible de collecter de la donnée réelle sur des investissements d'entreprises dans ce type de technologie. La démarche consiste à extrapoler au bassin de Bourgneuf des évaluations qui s'appuient sur (1) une collecte de données relative à des investissements observés dans d'autres bassins conchylicoles come c'est le cas de la purification et la sauvegarde et (2) sur une expertise permettant de reconstituer des investissements nécessaires pour des démarches de détoxication qui ne sont pas encore opérationnels mais qui sont considérées comme une solution envisageable.

A partir de l'analyse technico-économique du chapitre 4, des évaluations de coûts analytiques par technique et par bassin conchylicole ont été calculés. Ces coûts sont liés à des conditions particulières de chaque bassin qui ont été définies précédemment. L'extrapolation de données d'un bassin à un autre doit être uniquement considérée comme un ordre de grandeur de référence. Par ailleurs la structure des entreprises est différente. Uniquement l'indicateur de la taille de l'entreprise rapprochée par le niveau de production est considéré pour l'extrapolation. Cela est cohérent avec le fait que les besoins en investissement sont corrélés positivement avec la taille de l'entreprise.

Les données utilisées pour l'extrapolation concernent le bassin de la ria d'Etel pour la plupart des techniques, sauf certains cas de la purification qui sont uniquement observées en Méditerranée. On utilisera pours ces cas les données collectées dans le bassin conchylicole de Thau. Le choix du bassin peut influer marginalement sur l'évaluation des coûts à Bourgneuf (autour de 10 %) en raison principalement des

spécificités locales dont le risque de fermeture. Le choix d'un site Breton pour la majeure partie des techniques est expliqué uniquement par la proximité géographique.

Les coûts de production évalués associés à chaque technique prennent en compte les coûts de fonctionnement (énergie, entretien, consommables, etc.) et les coûts d'amortissement. Ces coûts doivent donc être considérer dans les comptes d'exploitation pour déterminent les résultats de l'exercice. En ce qui concerne les coûts d'investissement, ils sont pris en compte dans le bilan et relèvent d'une analyse qui dépasse le cycle économique annuel. Les coûts financiers n'ont pas été considérés à ce stade, mais pose la question de la prise en charge des investissements.

Tableau 12 : Evaluation des coûts liés aux différentes techniques analysées extrapolés au bassin de Bourgneuf : en gras coûts d'investissement et en italique coûts annuels de fonctionnement

	Purification				Sauvegarde		Détoxication		
	P1	P2	P3	P4	S1	S2	D1	D2	D3
cl1	**17710**	**20985**	**19124**	**37214**	**49867**	**7543**	**23587**	**62167**	**13257**
	944	*2100*	*1484*	*8326*	*6657*	*1041*	*2208*	*5382*	*4872*
cl2	**23155**	**27066**	**25043**	**49920**	**68198**	**9539**	**32481**	**87374**	**17784**
	1415	*2971*	*2280*	*12952*	*10291*	*1358*	*3391*	*8425*	*7628*
Cl3	**36140**	**41564**	**39155**	**80217**	**111907**	**14299**	**53691**	**147478**	**28578**
	2286	*4487*	*3796*	*21888*	*17262*	*1860*	*5646*	*14345*	*12987*

Nota : les coûts analytiques utilisés pour l'extrapolation correspondent à ceux estimés pour le bassin d'Etel sauf pour les techniques P2, P3 et P4 où l'on a utilisé des évaluations effectuées à Thau et cela en raison des informations disponibles

P1- Remplissage séquentiel eau non traitée - sans bullage
P2- Remplissage séquentiel eau non traitée + bullage
P3- Circuit ouvert continu - eau neuve traitée
P4- Circuit fermé - eau recirculée traitée
S1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)
S2 - Chambre froide - à sec
D1- Phytoplancton produit en bassins extérieurs avec eau souterraine
D2- Phytoplancton produit en intérieurs dans cylindres 300L

Globalement, les coûts de fonctionnement par kilo produit décroissent exponentiellement à mesure que le volume de production augmente. Ces économies d'échelle sont en moyenne d'un rapport d'un à trois si l'on compare les écarts entre les estimations pour les plus petites et pour les plus grandes entreprises. Cependant, le coût des investissements est relativement linéaire vis-à-vis de la taille des entreprises. Par conséquent, le choix de la hauteur de ces investissements devrait être guidé par des besoins techniques (niveau de risque de fermetures, volume de production et de commercialisation, etc.) mais aussi par la capacité d'investissement des entreprises compte tenu que ces changements techniques ne sont pas supposés de créer de la valeur ajoutée mais de sauvegarder des revenus. Il s'agit donc de surcoûts de production sans a priori augmenter le niveau de revenu. Seulement une gestion de la qualité des coquillages avérée pourrait permettre d'améliorer la perception de l'image par les consommateurs qui pourrait déboucher sur une revalorisation du produit. Une telle

quantification nécessiterai de s'appuyer sur des enquêtes de consommation à une grande échelle.

Si l'on compare les coûts entre technologies différentes, on constate que globalement chacune des options nécessite des investissements relativement lourds. L'option la moins onéreuse serait la sauvegarde en chambre froide à sec car elle ne nécessiterait pas de grandes structures coûteuses et le seul coût de fonctionnement serait principalement l'électricité. Par ailleurs, un tel système semble plus adapté à un mode de fonctionnement ponctuel en cas de besoin lorsqu'une alerte serait déclenchée.

Les systèmes de purification sont adaptés aux traitements microbiologiques rapides de l'ordre de 48 heures. L'utilisation comme mécanisme « tampon » où toute la production serait purifiée systématiquement permettrait de contrôler la qualité de l'eau pour la production avant mise en marché, mais le décalage des ventes plus long en cas de purification pour amortir des éventuels épisodes d'HAB nécessiterait d'une bonne gestion de la commercialisation par les entreprises. Les dispositifs les plus simples présentent des coûts de fonctionnement faibles mais les coûts d'investissement entre 22000 et 35000 euros semblent élevés. Pour les circuits fermés à plus haute technologie, les investissements nécessaires sont prohibitifs et les coûts de fonctionnement sont uniquement supportables par les entreprises à très forte profitabilité.

En ce qui concerne les dispositifs de détoxication, les systèmes à production de phytoplancton internalisés par les entreprises sont trop onéreux pour être viable. Seulement les systèmes alimentés par l'achat de pâte d'algues seraient relativement accessibles à centaines entreprises, cependant, les coûts de fonctionnement ramènent le choix inaccessible pour les petites et moyennes entreprises.

Si l'on considère la typologie des entreprises sur la base des données du recensement conchylicole, on aperçoit que les entreprises de la classe 1 et 2 sont celles susceptibles de moins pouvoir s'adapter aux changements techniques. Il s'agit de petites entreprises à spécialisation ostréicole dominante qui représentent deux tiers de la population d'entreprises totale. Elles sont peut productives un grand nombre d'entre elles se positionne sur la distribution en direct pour améliorer leurs marges commerciales. Elles subiraient d'autant plus les fermetures sanitaires du fait qu'elles dépendent de l'image locale du produit et qu'elles ont moins d'alternatives de diversification de la production et de la commercialisation et qu'elles ont moins de ressources financières disponibles. D'autres types d'entreprises sont moins contraintes vis-à-vis des changements techniques soit parce qu'elles sont plus de capacité financière pour supporter des nouveaux investissements, soit parce qu'elles sont peu affectées par ce problème (cas par exemple des entreprises spécialisées dans le captage, avec plus de capacité de stockage, etc.)

6. CONCLUSION ET DISCUSSION

Comme constaté précédemment, le secteur conchylicole de Bourgneuf est essentiellement constitué par des petites voire micro entreprises à forte spécialisation conchylicole. 90 % des entreprises produisent moins de 25 tonnes par an et près d'un tiers autour de 10 tonnes par an. Ce premier constat permet d'emblé de se faire une idée préliminaire sur la capacité du secteur localement à s'adapter à des changements technologiques importants. Au-delà de ce rapport entre l'effectifs des petites et les grandes entreprises dans ce cas précis, le secteur conchylicole français est extrêmement hétérogène. En dehors de la taille, une typologie relativement éparse des entreprises est expliquée par des stratégies et des pratiques d'élevage, de commercialisation, d'approvisionnement, d'emplacement, la culture d'espèces, les techniques utilisées, etc. très diversifiés selon les bassins conchylicoles (Girard et al, 2005). Face à un même risque, les réponses que les entreprises vont pouvoir adopter pour s'en protéger ou pour minimiser leurs effets ne sont donc pas les mêmes.

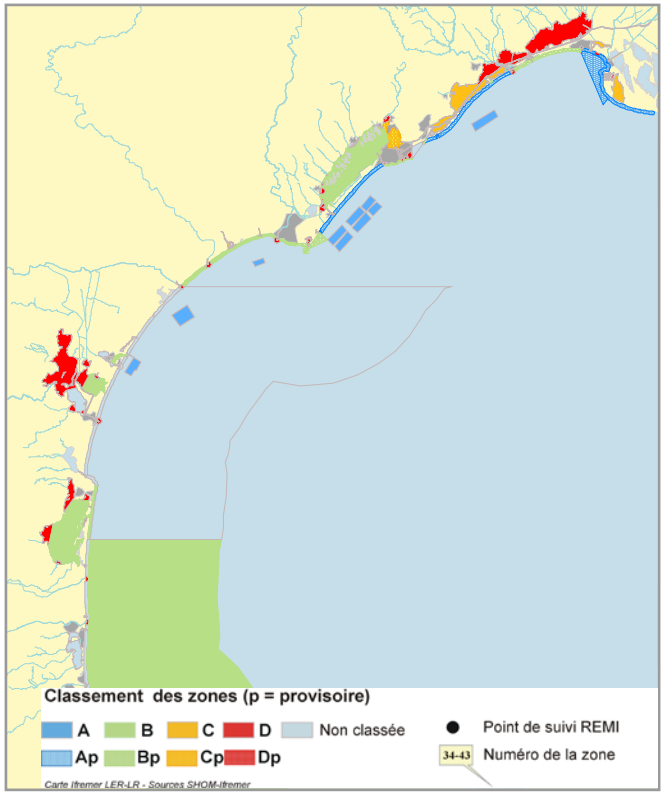
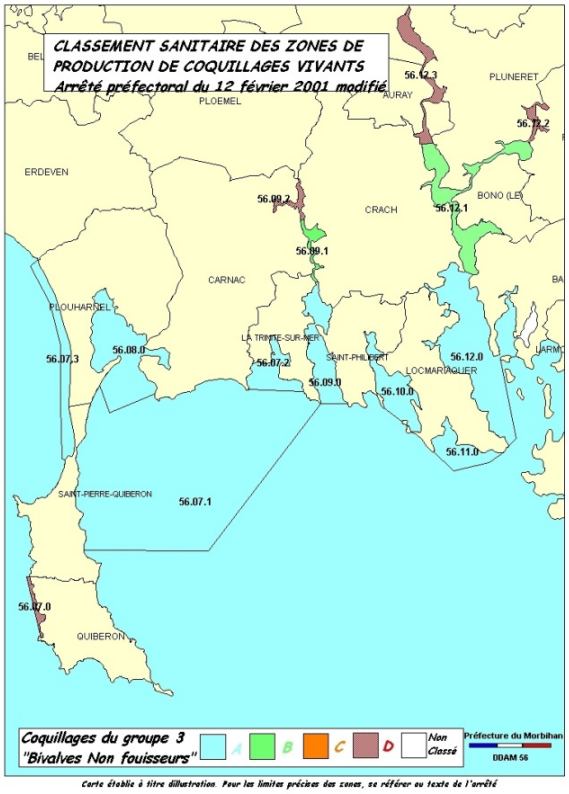
La structuration du secteur étant celle décrite, après évaluation technico-économique des nouvelles technologies explorées, il est évident que des nombreuses entreprises, très proches du seuil de rentabilité économique, n'auraient pas la capacité pour s'adapter aux changements, tout au moins dans des processus où les entreprises seraient contraintes d'internaliser ces coûts individuellement. La viabilité de certaines procédures n'est pas garantie même lorsque des aides directes seraient envisagées, car les couts de fonctionnement sont élevés. Mais, pour revenir à la question initialement posée, des changements technologiques tels qu'ils ont été envisagés dans cette étude sont ils viables pour la conchyliculture ? La réponse ne peut être que double, oui pour certaines entreprises et non pour certaines autres. Dans le cas de Bourgneuf, une majorité des entreprises ne pourraient pas supporter les charges liées à ces nouveaux procès. En revanche, dans d'autres bassins conchylicoles la part des entreprises qui pourraient s'adapter aux changements techniques pourrait être plus élevée. Quoi qu'il en soit, l'intensification capitalistique des entreprises se traduirait par une accélération des départs du secteur. Seulement une réponse collective avec des investissements partagés ou bien avec l'émergence de nouveaux métiers de traitement pourraient rendre viables les changements techniques à grande échelle. Une extrapolation des coûts estimés à un niveau de production équivalent à celui du bassin dans son ensemble permettrait de réduire suffisamment les coûts unitaires pour rendre viable la démarche. De nombreuses situations intermédiaires pourraient être explorées mais demanderait des analyses supplémentaires pour mieux appréhender la capacité organisationnelle du secteur pour modifier ces modes de production. Tout cela doit être considéré dans un contexte extrêmement changeant avec de nombreux risques environnementaux (autres que les efflorescences d'algues toxiques) mais aussi économiques depuis l'amont jusqu'à l'aval de la filière.

Bibliographie

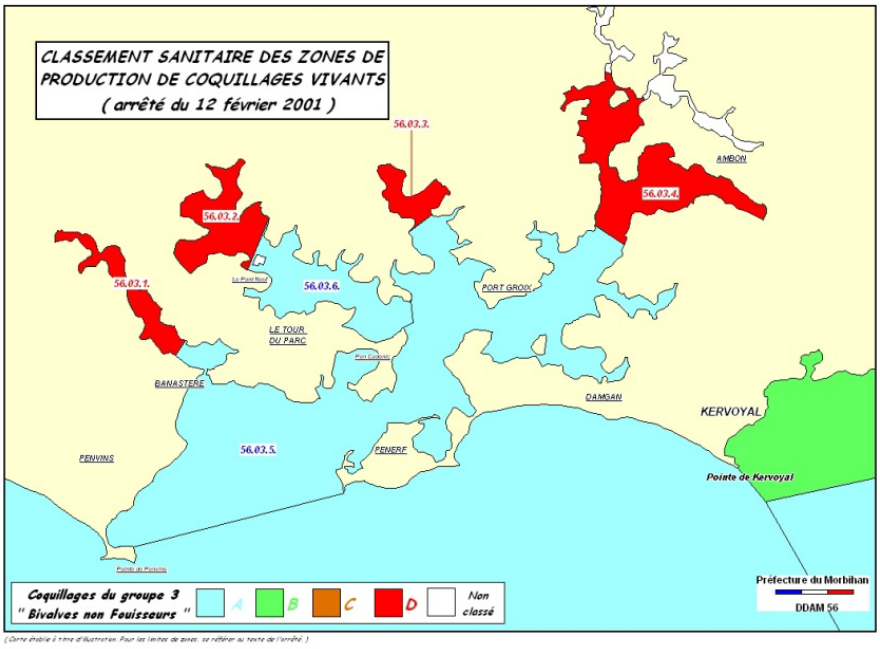
- Ami D., Rochaix L. Mareval O. et Rousset N. (2003). Evaluation des conséquences économiques de la gestion des risques sanitaires liés aux proliférations phytoplanctoniques marines / Entreprise Consult. - Paris : Entreprise Consult,. – 67 p.
- Anderson D. M., 2005. Algal blooms. The ecology and oceanography of harmful algal blooms: multidisciplinary approaches to research and management, 27 June 2005, UNESCO, Paris
- Anderson D. M., Hoagland P., Kaoru Y., and White A. W. 2000. Estimated annual economic impacts from harmful algal blooms (HABs) in the United States. WHOI-2000-11. Department of Biology, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachusetts.
- Anderson, D.M. 1989. Toxic algal blooms and red tides: a global perspective. pp. 11-16, In: Okaichi, T., D.M. Anderson, and T. Nemoto (Eds.), *Red Tides: Biology, Environmental Science and Toxicology*. Elsevier.
- Belin C., 2003. Bilan sur 20 ans des interdictions administratives de vente et de ramassage des coquillages, pour présence de phycotoxines, sur le littoral français 1984 – 2003. Brest, Ifremer. 79 p.
- Blanco J., Moroño A., Franco J., Reyero M. I. PSP detoxification kinetics in the mussel Mytilus galloprovincialis. One and two compartment models and the effect of some environmental variables. Mar. Ecol. Prog. Ser., 158, 165-175
- Bricelj V.M., Shumway S.E., 1998. Paralytic shellfish toxins in bivalve molluscs Occurrence, transfer kinetics, and biotransformation. Rev. Fish. Sci., 6, 4, 315-383.
- Corrales, R.A., & Maclean J.L., 1995. Impacts of harmfulalgae on seafarming in the Asia-Pacific areas. J. Appl. Phycol. 7:151-162
- Dadssi M.H., (2007). Typologie des entreprises conchylicoles. Mémoire de stage Master2 ingénierie statistique, Université de Rennes2, Ifremer.
- Girard S., Pérez Agúndez J.A., Laurence Miossec et Nicolas Czerwinski. 2005. Recencement de la conchyliculture 2001. Agreste cahiers, numéro 1, février 2005. Paris : MAAPAR, Direction des affaires financiers, SCEES.
- Hallegraeff, G.M., 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. Phycologia 32, 79e99.
- Hoagland, P., D.M. Anderson, Y. Kaoru and A.W. White, 2002: The economic effects of harmful algal blooms in the United States: Estimates, assessment issues, and information needs. Estuaries, 25(4b), 819-837.
- Hodgkiss and Ho, 1997. Are changes in N:P ratios in coastal waters the key to increased red tide blooms? 352, Numbers 1-3 / septembre 1997 Pages141-147
- Larkin, S., and C. Adams, 2007. "Harmful Algal Blooms and Coastal Business: Economic Consequences in Florida." Society and Natural Resources. Volume 20, Number 9, October 2007 , pp. 849-859
- Lassus P., Bardouil M., Baron R., Bérard J.B., Masselin P., Truquet P., Pitrat J.P., 2005, Improving detoxification efficiency of PSP contaminated oysters (Crassostrea gigas Thunberg). Aquaculture Europe, June
- Lassus P., Bardouil M., Beliaeff B., Bougrier S. [et al.]. Coquillages contaminés par des phycotoxines paralysantes : vers une procédure de détoxification. Plouzané : Ifremer, 2002. - 47 p.
- Lassus P., Bardouil M., Masselin P., Naviner M, Truquet P., 2000. Comparative efficiencies of different non-toxic microalgal diets in detoxification of PSP-contaminated oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg). J.Natural Toxins, 9, (1), 1-12.

- Marcaillou-Lebaut C, Bardin B, Bardouil M, Bohec M, Le Dean L, Masselin P, Truquet P (1993) DSP depuration rates of mussels reared in a laboratory and an aquaculture pond. In: Smayda TJ, Shimizu Y (eds) Toxic phytoplankton blooms at the sea. Elsevier, Amsterdam, p 531-535
- Patrick Lassus ; M. Bardouil, B. Beliaeff, S. Bougrier ...[et al.]. - Coquillages contaminés par des phycotoxines paralysantes : vers une procédure de détoxification .Plouzané : Ifremer, 2002. - 47 p. : ill. en coul. ; 30 cm. - (Bilans & prospectives)
- Sellner K. G., J. Doucette G. and Kirkpatrick G. J.. 2003. Harmful algal blooms: causes, impacts and detection. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. Volume 30, Number 7 / juillet, 383-406 p.
- Sournia A., Belin C., Berland B., Erard-Le Denn E., Grzebyk D., Marcailou C., Lassus P. et Partensky F., (1990). Nuisances et intoxications causées en France par le phytoplancton et les " efflorescences" marines : programme national " Efflorescences algales marines " : synthèse préliminaire. - Brest : Ifremer, 1990. - 25 p.
- Todd, E. C. D. 1995. Estimated costs of paralytic shellfish, diarrhetic shellfish and ciguatera poisoning in Canada, p. 831–834.*In* P. Lassus, G. Arzul, E. Erard, P. Gentien, and C. Marcaillou (eds.). Harmful Marine Algal Blooms. Intercept Ltd., Paris, France.
- Van Dolah F.M., 2000. Marine Algal Toxins: Origins, Health Effects, and Their Increased Occurrence. Environmental Health Perspectives Supplements Volume 108, Number S1, March
- et al., 2007b K.T.M. Wong, J.H.W. Lee and I.J. Hodgkiss, A simple model for forecast of coastal algal blooms, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **74** (2007), pp. 175–196
- Wong K.T.M., Lee J.H.W. and Harrison P.J., 2009. Forecasting of environmental risk maps of coastal algal blooms. Harmful algae. 2009, vol. 8, n°3, pp. 407-420
- Wright, J. L. C. 1995. Dealing with seafood toxins: present approaches and future options. Food Resources International 28:347–358

ANNEXE I

Carte des classements sanitaires des bassins conchylicoles pour la production de coquillages bivalves non fouisseurs en Méditerranée	Carte de classement sanitaire de la Baie de Quiberon pour la production de coquillages bivalves non fouisseurs.
	

Carte de classement sanitaire de la Rivière de Pénerf pour la production de coquillages bivalves non fouisseurs.



ANNEXE II : Tableau de synthèse de la typologie des entreprises ostréicoles dans les 5 bassins étudiés/

Rivière d'Etel

Type d'entreprise ostréicole	Production commercialisée (en T/an)	Volume de bassin de purification (m3)	Classement sanitaire	Temps de stockage / purification (en h)	Descriptif des bassins de stockage / purification	Techniques de stockage / purification	Densité en bassin (kg/m3)	T° de l'eau de mer pompée (°c)	Durée max. d'exposition aux phycotoxines (par épisode)	Fréquence max. annuelle des épisodes d'exposition aux phycotoxines
n°1	10T	50m3	Zone A	Purif. : 24 à 48h (jusqu'à 72H except.) 1 à 2 semaines pour du stockage	Bassins bétons insubmersibes	1 seule technique : 1- Remplissage séquentiel - Eau non traitée - sans bullage	25 à 100kg/m3	6 à 21°c	4 semaines	1 fois par an
n°2	20T	100m3								
n°3	50T	150m3								
n°4	100T	250m3								
n°5	200T	500m3								

Baie de Quiberon

Type d'entreprise ostréicole	Production commercialisée (en T/an)	Volume de bassin de purification (m3)	Classement sanitaire	Temps de stockage / purification (en h)	Descriptif des bassins de stockage / purification	Techniques de stockage / purification	Densité en bassin (kg/m3)	T° de l'eau de mer pompée (°c)	Durée max. d'exposition aux phycotoxines (par épisode)	Fréquence max. annuelle des épisodes d'exposition aux phycotoxines
n°3	50T	100m3	Zone A	Purif. : 24 à 48h (jusqu'à 72H except.) 1 à 2 semaines pour du stockage	Bassins bétons insubmersibes	1 seule technique : 1- Remplissage séquentiel - Eau non traitée - sans bullage	25 à 100kg/m3	4 à 21°c	12 semaines	1 fois par an
n°4	100T	150m3								
n°5	200T	250m3								
n°6	500T	500m3								

Rivière de Pénerf

Type d'entreprise ostréicole	Production commercialisée (en T/an)	Volume de bassin de purification (m3)	Classement sanitaire	Temps de stockage / purification (en h)	Descriptif des bassins de stockage / purification	Techniques de stockage / purification	Densité en bassin (kg/m3)	T° de l'eau de mer pompée (°c)	Durée max. d'exposition aux phycotoxines (par épisode)	Fréquence max. annuelle des épisodes d'exposition aux phycotoxines
n°1	10T	50m3	Zone A	Purif. : 24 à 48h (jusqu'à 72H except.) 1 à 2 semaines pour du stockage	Bassins bétons insubmersibes	1 seule technique : 1- Remplissage séquentiel - Eau non traitée - sans bullage	25 à 100kg/m3	10 à 25°c	4 semaines	2 fois par an
n°2	20T	100m3								
n°3	50T	150m3								
n°4	100T	250m3								

Etang de Thau

Type d'entreprise ostréicole	Production commercialisée (en T/an)	Volume de bassin de purification (m3)	Classement sanitaire	Temps de purification (en h)	Descriptif des bassins de purification	Techniques de purification	Densité en bassin (kg/m3)	T° de l'eau de mer pompée (°c)	Durée max. d'exposition aux phycotoxines (par épisode)	Fréquence max. annuelle des épisodes d'exposition aux phycotoxines
n°1	10T	5m3	Zone B	Purif. : 24 à 72h (jusqu'à 96H except.)	Plusieurs pallocks de 800L ou bassin béton unique	3 techniques possibles : 2- Remplissage séquentiel - Eau non traitée + Bullage 3- Circuit Ouvert continu - Eau neuve traitée 4- Circuit Fermé - Eau recirculée traitée	50 à 200kg/m3	3 à 28°c	4 semaines	1 fois par an
n°2	20T	10m3			Bassins bétons					
n°3	50T	25m3								
n°4	100T	50m3								
n°5	200T	100m3								
n°6	500T	250m3								

Etang de Salses - Leucate

Type d'entreprise ostréicole	Production commercialisée (en T/an)	Volume de bassin de purification (m3)	Classement sanitaire	Temps de stockage / purification (en h)	Descriptif des bassins de purification	Techniques de purification	Densité en bassin (kg/m3)	T° de l'eau de mer pompée (°c)	Durée max. d'exposition aux phycotoxines (par épisode)	Fréquence max. annuelle des épisodes d'exposition aux phycotoxines
n°1	10T	5m3	Zone B	Purif. : 24 à 72h (jusqu'à 96H except.)	Plusieurs pallocks de 800L ou bassin béton unique	3 techniques possibles : 2- Remplissage séquentiel - Eau non traitée + Bullage 3- Circuit Ouvert continu - Eau neuve traitée 4- Circuit Fermé - Eau recirculée traitée	50 à 200kg/m3	3 à 28°c	9 semaines	2 fois par an
n°2	20T	10m3			Bassins bétons insubmersibes					
n°3	50T	25m3								
n°4	100T	50m3								
n°5	200T	100m3								

ANNEXE III : **Evaluation des coûts de la purification**

Bassin de production	Production commercialisée (T/an)	Zonage sanitaire	Temps moyen de stockage / purification (j)	Volume de bassin de stockage / purification (m3)	Densité en bassin de stock. / purif. (kg/m3)	Capacité en bassin de stock. / purif. (T)	Technique de purification	Coûts d'investiss. en équipements de purification (€)	Charge annuelle d'amortissement des équipements de purification (€ / an)	Charge annuelle de fonctionnement des équipements de purification (€ / an)	Coûts liés au stockage et à la purification (€ / kg commercialisé)
Rivière d'Etel	10 T/an	A	7 jours	50 m3	50 kg/m3	2,5 T	1- Remplissage séquentiel eau non traitée - sans bullage	12 500 €	725 €/an	7 €/an	0,073 €/kg
	20 T/an		7 jours	100 m3	50 kg/m3	5 T	1- Remplissage séquentiel eau non traitée - sans bullage	21 800 €	1250 €/an	14 €/an	0,063 €/kg
	50 T/an		7 jours	150 m3	50 kg/m3	7,5 T	1- Remplissage séquentiel eau non traitée - sans bullage	33 900 €	1875 €/an	21 €/an	0,038 €/kg
	100 T/an		7 jours	250 m3	50 kg/m3	12,5 T	1- Remplissage séquentiel eau non traitée - sans bullage	55 250 €	3013 €/an	35 €/an	0,03 €/kg
	200 T/an		7 jours	500 m3	50 kg/m3	25 T	1- Remplissage séquentiel eau non traitée - sans bullage	95 500 €	5275 €/an	70 €/an	0,027 €/kg
Baie de Quiberon	50 T/an	A	7 jours	100 m3	50 kg/m3	5 T	1- Remplissage séquentiel eau non traitée - sans bullage	21 800 €	1250 €/an	14 €/an	0,025 €/kg
	100 T/an		7 jours	150 m3	50 kg/m3	7,5 T	1- Remplissage séquentiel eau non traitée - sans bullage	33 900 €	1875 €/an	21 €/an	0,019 €/kg
	200 T/an		7 jours	250 m3	50 kg/m3	12,5 T	1- Remplissage séquentiel eau non traitée - sans bullage	55 250 €	3013 €/an	35 €/an	0,015 €/kg
	500 T/an		7 jours	500 m3	50 kg/m3	25 T	1- Remplissage séquentiel eau non traitée - sans bullage	95 500 €	5275 €/an	70 €/an	0,011 €/kg
Rivière de Pénerf	10 T/an	A	7 jours	50 m3	50 kg/m3	2,5 T	1- Remplissage séquentiel eau non traitée - sans bullage	12 500 €	725 €/an	7 €/an	0,073 €/kg
	20 T/an		7 jours	100 m3	50 kg/m3	5 T	1- Remplissage séquentiel eau non traitée - sans bullage	21 800 €	1250 €/an	14 €/an	0,063 €/kg
	50 T/an		7 jours	150 m3	50 kg/m3	7,5 T	1- Remplissage séquentiel eau non traitée - sans bullage	33 900 €	1875 €/an	21 €/an	0,038 €/kg
	100 T/an		7 jours	250 m3	50 kg/m3	12,5 T	1- Remplissage séquentiel eau non traitée - sans bullage	55 250 €	3013 €/an	35 €/an	0,03 €/kg

Bassin de production	Production commercialisée (T/an)	Zonage sanitaire	Temps moyen de stockage / purification (j)	Volume de bassin de stockage / purification (m3)	Densité en bassin de stock. / purif. (kg/m3)	Capacité en bassin de stock. / purif. (T)	Technique de purification	Coûts d'investiss. en équipements de purification (€)	Charge annuelle d'amortissement des équipements de purification (€ / an)	Charge annuelle de fonctionnement des équipements de purification (€ / an)	Coûts liés au stockage et à la purification (€ / kg commercialisé)
Etang de Thau	10 T/an	B	2 jours	5 m3	100 kg/m3	0,5 T	2- Remplissage séquentiel eau non traitée + bullage	3 800 €	323 €/an	113 €/an	0,044 €/kg
							3- Circuit ouvert continu - eau neuve traitée	3 650 €	290 €/an	91 €/an	0,038 €/kg
							4- Circuit fermé - eau recirculée traitée	5 150 €	556 €/an	302 €/an	0,086 €/kg
	20 T/an		2 jours	10 m3	100 kg/m3	1 T	2- Remplissage séquentiel eau non traitée + bullage	5 300 €	434 €/an	142 €/an	0,029 €/kg
							3- Circuit ouvert continu - eau neuve traitée	4 750 €	345 €/an	91 €/an	0,022 €/kg
							4- Circuit fermé - eau recirculée traitée	8 450 €	969 €/an	611 €/an	0,079 €/kg
	50 T/an		2 jours	25 m3	100 kg/m3	2,5 T	2- Remplissage séquentiel eau non traitée + bullage	9 100 €	689 €/an	326 €/an	0,02 €/kg
							3- Circuit ouvert continu - eau neuve traitée	8 050 €	532 €/an	147 €/an	0,014 €/kg
							4- Circuit fermé - eau recirculée traitée	15 000 €	1688 €/an	1568 €/an	0,065 €/kg
	100 T/an		2 jours	50 m3	100 kg/m3	5 T	2- Remplissage séquentiel eau non traitée + bullage	15 550 €	1148 €/an	568 €/an	0,017 €/kg
							3- Circuit ouvert continu - eau neuve traitée	13 600 €	837 €/an	280 €/an	0,011 €/kg
							4- Circuit fermé - eau recirculée traitée	26 250 €	2848 €/an	3196 €/an	0,06 €/kg
	200 T/an		2 jours	100 m3	100 kg/m3	10 T	2- Remplissage séquentiel eau non traitée + bullage	25 900 €	1833 €/an	883 €/an	0,014 €/kg
							3- Circuit ouvert continu - eau neuve traitée	23 550 €	1420 €/an	561 €/an	0,01 €/kg
							4- Circuit fermé - eau recirculée traitée	51 150 €	5811 €/an	6391 €/an	0,061 €/kg
	500 T/an		2 jours	250 m3	100 kg/m3	25 T	2- Remplissage séquentiel eau non traitée + bullage	61 700 €	3963 €/an	1647 €/an	0,011 €/kg
							3- Circuit ouvert continu - eau neuve traitée	60 400 €	3588 €/an	1507 €/an	0,01 €/kg
							4- Circuit fermé - eau recirculée traitée	118 500 €	12838 €/an	15978 €/an	0,058 €/kg

Bassin de production	Production commercialisée (T/an)	Zonage sanitaire	Temps moyen de stockage / purification (j)	Volume de bassin de stockage / purification (m3)	Densité en bassin de stock. / purif. (kg/m3)	Capacité en bassin de stock. / purif. (T)	Technique de purification	Coûts d'investiss. en équipements de purification (€)	Charge annuelle d'amortissement des équipements de purification (€ / an)	Charge annuelle de fonctionnement des équipements de purification (€ / an)	Coûts liés au stockage et à la purification (€ / kg commercialisé)
Etang de Salses - Leucate	10 T/an	B	2 jours	5 m3	100 kg/m3	0,5 T	2- Remplissage séquentiel eau non traitée + bullage	3 800 €	323 €/an	113 €/an	0,044 €/kg
							3- Circuit ouvert continu - eau neuve traitée	3 650 €	290 €/an	91 €/an	0,038 €/kg
							4- Circuit fermé - eau recirculée traitée	5 150 €	556 €/an	302 €/an	0,086 €/kg
	20 T/an		2 jours	10 m3	100 kg/m3	1 T	2- Remplissage séquentiel eau non traitée + bullage	5 300 €	434 €/an	142 €/an	0,029 €/kg
							3- Circuit ouvert continu - eau neuve traitée	4 750 €	345 €/an	91 €/an	0,022 €/kg
							4- Circuit fermé - eau recirculée traitée	8 450 €	969 €/an	611 €/an	0,079 €/kg
	50 T/an		2 jours	25 m3	100 kg/m3	2,5 T	2- Remplissage séquentiel eau non traitée + bullage	9 100 €	689 €/an	326 €/an	0,02 €/kg
							3- Circuit ouvert continu - eau neuve traitée	8 050 €	532 €/an	147 €/an	0,014 €/kg
							4- Circuit fermé - eau recirculée traitée	15 000 €	1688 €/an	1568 €/an	0,065 €/kg
	100 T/an		2 jours	50 m3	100 kg/m3	5 T	2- Remplissage séquentiel eau non traitée + bullage	15 550 €	1148 €/an	568 €/an	0,017 €/kg
							3- Circuit ouvert continu - eau neuve traitée	13 600 €	837 €/an	280 €/an	0,011 €/kg
							4- Circuit fermé - eau recirculée traitée	26 250 €	2848 €/an	3196 €/an	0,06 €/kg
	200 T/an		2 jours	100 m3	100 kg/m3	10 T	2- Remplissage séquentiel eau non traitée + bullage	25 900 €	1833 €/an	883 €/an	0,014 €/kg
							3- Circuit ouvert continu - eau neuve traitée	23 550 €	1420 €/an	561 €/an	0,01 €/kg
							4- Circuit fermé - eau recirculée traitée	51 150 €	5811 €/an	6391 €/an	0,061 €/kg

ANNEXE IV : Evaluation des coûts de la sauvegarde

Bassin de production	Production commercialisée (T/an)	Zonage sanitaire	Temps max. d'un épisode de sauvegarde (sem.)	Fréquence annuelle des épisodes de sauvegarde	Technique de sauvegarde	Volume nécessaire en bassin de sauvegarde ou chambre froide (m3)	Densité de stockage en bassin ou ch. froide (kg/m3)	Coûts d'investiss. en équipements de sauvegarde (€)	Charge annuelle d'amortissement des équipements de sauvegarde (€ / an)	Charge annuelle de fonctionnement des équipements de sauvegarde (€ / an)	Coûts liés à la sauvegarde (€ / kg commercialisé)
Rivière d'Etel	10 T/an	A	4 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	67 m3	150 kg/m3	37 100 €	4374 €/an	687 €/an	0,506 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	20 m3	500 kg/m3	7 600 €	800 €/an	151 €/an	0,095 €/kg
	20 T/an		4 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	133 m3	150 kg/m3	67 467 €	7526 €/an	1373 €/an	0,445 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	40 m3	500 kg/m3	10 800 €	1100 €/an	216 €/an	0,066 €/kg
	50 T/an		4 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	200 m3	150 kg/m3	104 800 €	11937 €/an	2060 €/an	0,280 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	60 m3	500 kg/m3	10 200 €	1035 €/an	243 €/an	0,026 €/kg
	100 T/an		4 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	333 m3	150 kg/m3	159 667 €	18561 €/an	3433 €/an	0,220 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	100 m3	500 kg/m3	19 333 €	1706 €/an	359 €/an	0,021 €/kg
	200 T/an		4 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	667 m3	150 kg/m3	319 333 €	37122 €/an	6865 €/an	0,220 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	200 m3	500 kg/m3	37 600 €	3233 €/an	647 €/an	0,019 €/kg
Baie de Quiberon	50 T/an	A	12 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	400 m3	150 kg/m3	191 600 €	22273 €/an	12356 €/an	0,693 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	120 m3	500 kg/m3	23 220 €	2047 €/an	1294 €/an	0,067 €/kg
	100 T/an		12 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	600 m3	150 kg/m3	287 400 €	33410 €/an	18534 €/an	0,519 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	180 m3	500 kg/m3	33 840 €	2910 €/an	1747 €/an	0,047 €/kg
	200 T/an		12 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	1000 m3	150 kg/m3	479 000 €	55683 €/an	30891 €/an	0,433 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	300 m3	500 kg/m3	52 500 €	4200 €/an	2183 €/an	0,032 €/kg
	500 T/an		12 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	2000 m3	150 kg/m3	958 000 €	111367 €/an	61781 €/an	0,346 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	600 m3	500 kg/m3	105 000 €	8400 €/an	4367 €/an	0,026 €/kg

Bassin de production	Production commercialisée (T/an)	Zonage sanitaire	Temps max. d'un épisode de sauvegarde (sem.)	Fréquence annuelle des épisodes de sauvegarde	Technique de sauvegarde	Volume nécessaire en bassin de sauvegarde ou chambre froide (m3)	Densité de stockage en bassin ou ch. froide (kg/m3)	Coûts d'investiss. en équipements de sauvegarde (€)	Charge annuelle d'amortissement des équipements de sauvegarde (€ / an)	Charge annuelle de fonctionnement des équipements de sauvegarde (€ / an)	Coûts liés à la sauvegarde (€ / kg commercialisé)
Rivière de Pénerf	10 T/an	A	4 sem.	2 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	67 m3	150 kg/m3	37 100 €	4374 €/an	1373 €/an	0,575 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	20 m3	500 kg/m3	7 600 €	800 €/an	302 €/an	0,110 €/kg
	20 T/an		4 sem.	2 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	133 m3	150 kg/m3	67 467 €	7526 €/an	2746 €/an	0,514 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	40 m3	500 kg/m3	10 800 €	1100 €/an	431 €/an	0,077 €/kg
	50 T/an		4 sem.	2 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	200 m3	150 kg/m3	104 800 €	11937 €/an	4119 €/an	0,321 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	60 m3	500 kg/m3	10 200 €	1035 €/an	485 €/an	0,030 €/kg
	100 T/an		4 sem.	2 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	333 m3	150 kg/m3	159 667 €	18561 €/an	6865 €/an	0,254 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	100 m3	500 kg/m3	19 333 €	1706 €/an	719 €/an	0,024 €/kg
Etang de Thau	10 T/an	B	4 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	47 m3	150 kg/m3	26 833 €	3047 €/an	481 €/an	0,353 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	14 m3	500 kg/m3	5 320 €	560 €/an	106 €/an	0,067 €/kg
	20 T/an		4 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	93 m3	150 kg/m3	51 940 €	6123 €/an	961 €/an	0,354 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	28 m3	500 kg/m3	7 560 €	770 €/an	151 €/an	0,046 €/kg
	50 T/an		4 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	233 m3	150 kg/m3	122 267 €	13926 €/an	2403 €/an	0,327 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	70 m3	500 kg/m3	11 900 €	1208 €/an	283 €/an	0,030 €/kg
	100 T/an		4 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	467 m3	150 kg/m3	223 533 €	25986 €/an	4806 €/an	0,308 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	140 m3	500 kg/m3	27 067 €	2388 €/an	503 €/an	0,029 €/kg
	200 T/an		4 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	933 m3	150 kg/m3	447 067 €	51971 €/an	9611 €/an	0,308 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	280 m3	500 kg/m3	49 000 €	3920 €/an	679 €/an	0,023 €/kg
	500 T/an		4 sem.	1 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	2333 m3	150 kg/m3	1 117 667 €	129928 €/an	24029 €/an	0,308 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	700 m3	500 kg/m3	122 500 €	9800 €/an	1698 €/an	0,023 €/kg

Bassin de production	Production commercialisée (T/an)	Zonage sanitaire	Temps max. d'un épisode de sauvegarde (sem.)	Fréquence annuelle des épisodes de sauvegarde	Technique de sauvegarde	Volume nécessaire en bassin de sauvegarde ou chambre froide (m3)	Densité de stockage en bassin ou ch. froide (kg/m3)	Coûts d'investiss. en équipements de sauvegarde (€)	Charge annuelle d'amortissement des équipements de sauvegarde (€ / an)	Charge annuelle de fonctionnement des équipements de sauvegarde (€ / an)	Coûts liés à la sauvegarde (€ / kg commercialisé)
Etang de Salses - Leucate	10 T/an	B	9 sem.	2 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	105 m3	150 kg/m3	53 130 €	5927 €/an	4865 €/an	1,079 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	32 m3	500 kg/m3	8 505 €	866 €/an	764 €/an	0,163 €/kg
	20 T/an		9 sem.	2 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	210 m3	150 kg/m3	110 040 €	12534 €/an	9731 €/an	1,113 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	63 m3	500 kg/m3	10 710 €	1087 €/an	1146 €/an	0,111 €/kg
	50 T/an		9 sem.	2 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	525 m3	150 kg/m3	251 475 €	29234 €/an	24327 €/an	1,071 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	158 m3	500 kg/m3	29 610 €	2546 €/an	2292 €/an	0,097 €/kg
	100 T/an		9 sem.	2 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	1050 m3	150 kg/m3	502 950 €	58468 €/an	48654 €/an	1,071 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	315 m3	500 kg/m3	55 125 €	4410 €/an	3439 €/an	0,078 €/kg
	200 T/an		9 sem.	2 fois/an	1 -Circuit fermé - eau recirculée traitée (refroidissement à 14°c)	2100 m3	150 kg/m3	1 005 900 €	116935 €/an	97307 €/an	1,071 €/kg
					2 - Chambre froide - à sec	630 m3	500 kg/m3	110 250 €	8820 €/an	6877 €/an	0,078 €/kg

ANNEXE V : Evaluation des coûts de la détoxication

Bassin de production	Production commercialisée (T/an)	Zonage sanitaire	Temps de détoxification (jours par épisode de contamination)	Fréquence annuelle des épisodes de contamination	Volume nécessaire en bassin de détoxification (m3)	Densité de stockage en bassin de détoxif. (kg/m3)	Mode d'alimentation en phytoplancton	Coûts d'investiss. en équipements de détoxif. (€)	Charge annuelle d'amortissement des équipements de détoxif. (€ / an)	Charge annuelle de fonctionnement des équipements de détoxif. (€ / an)	Coûts liés à la détoxif. (€ / kg commercialisé)
Rivière d'Etel	10 T/an	A	7 jours	1 fois/an	17 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	17 438 €	1631 €/an	52 €/an	0,168 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	45 225 €	3844 €/an	99 €/an	0,394 €/kg
							3- Pâte d'algues	10 000 €	1126 €/an	2431 €/an	0,356 €/kg
	20 T/an		7 jours	1 fois/an	33 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	32 375 €	2911 €/an	110 €/an	0,151 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	87 950 €	7336 €/an	204 €/an	0,377 €/kg
							3- Pâte d'algues	17 500 €	1899 €/an	4868 €/an	0,338 €/kg
	50 T/an		7 jours	1 fois/an	50 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	47 888 €	4423 €/an	165 €/an	0,092 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	131 250 €	11062 €/an	307 €/an	0,227 €/kg
							3- Pâte d'algues	25 575 €	2905 €/an	7302 €/an	0,204 €/kg
	100 T/an		7 jours	1 fois/an	83 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	79 813 €	7372 €/an	275 €/an	0,076 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	218 750 €	18436 €/an	511 €/an	0,189 €/kg
							3- Pâte d'algues	42 625 €	4842 €/an	12169 €/an	0,170 €/kg
	200 T/an		7 jours	1 fois/an	167 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	153 375 €	13617 €/an	550 €/an	0,071 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	431 250 €	35746 €/an	1022 €/an	0,184 €/kg
							3- Pâte d'algues	79 000 €	8558 €/an	24339 €/an	0,164 €/kg
Baie de Quiberon	50 T/an	A	7 jours	1 fois/an	33 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	32 375 €	2911 €/an	110 €/an	0,060 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	87 950 €	7336 €/an	204 €/an	0,151 €/kg
							3- Pâte d'algues	17 500 €	1899 €/an	4868 €/an	0,135 €/kg
	100 T/an		7 jours	1 fois/an	50 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	47 888 €	4423 €/an	165 €/an	0,046 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	131 250 €	11062 €/an	307 €/an	0,114 €/kg
							3- Pâte d'algues	25 575 €	2905 €/an	7302 €/an	0,102 €/kg
	200 T/an		7 jours	1 fois/an	83 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	79 813 €	7372 €/an	275 €/an	0,038 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	218 750 €	18436 €/an	511 €/an	0,095 €/kg
							3- Pâte d'algues	42 625 €	4842 €/an	12169 €/an	0,085 €/kg
	500 T/an		7 jours	1 fois/an	167 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	153 375 €	13617 €/an	550 €/an	0,028 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	431 250 €	35746 €/an	1022 €/an	0,074 €/kg
							3- Pâte d'algues	79 000 €	8558 €/an	23339 €/an	0,066 €/kg

Bassin de production	Production commercialisée (T/an)	Zonage sanitaire	Temps de détoxification (jours par épisode de contamination)	Fréquence annuelle des épisodes de contamination	Volume nécessaire en bassin de détoxification (m3)	Densité de stockage en bassin de détoxif. (kg/m3)	Mode d'alimentation en phytoplancton	Coûts d'investiss. en équipements de détoxif. (€)	Charge annuelle d'amortissement des équipements de détoxif. (€ / an)	Charge annuelle de fonctionnement des équipements de détoxif. (€ / an)	Coûts liés à la détoxif. (€ / kg commercialisé)
Rivière de Pénerf	10 T/an	A	7 jours	2 fois/an	17 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	17 438 €	1631 €/an	104 €/an	0,174 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	45 225 €	3844 €/an	199 €/an	0,404 €/kg
							3- Pâte d'algues	10 000 €	1126 €/an	2462 €/an	0,359 €/kg
	20 T/an		7 jours	2 fois/an	33 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	32 375 €	2911 €/an	220 €/an	0,157 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	87 950 €	7336 €/an	409 €/an	0,387 €/kg
							3- Pâte d'algues	17 500 €	1899 €/an	4935 €/an	0,342 €/kg
	50 T/an		7 jours	2 fois/an	50 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	47 888 €	4423 €/an	330 €/an	0,095 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	131 250 €	11062 €/an	613 €/an	0,233 €/kg
							3- Pâte d'algues	25 575 €	2905 €/an	7403 €/an	0,206 €/kg
	100 T/an		7 jours	2 fois/an	83 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	79 813 €	7372 €/an	550 €/an	0,079 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	218 750 €	18436 €/an	1022 €/an	0,195 €/kg
							3- Pâte d'algues	42 625 €	4842 €/an	12339 €/an	0,172 €/kg

Bassin de production	Production commercialisée (T/an)	Zonage sanitaire	Temps de détoxification (jours par épisode de contamination)	Fréquence annuelle des épisodes de contamination	Volume nécessaire en bassin de détoxification (m3)	Densité de stockage en bassin de détoxif. (kg/m3)	Mode d'alimentation en phytoplancton	Coûts d'investiss. en équipements de détoxif. (€)	Charge annuelle d'amortissement des équipements de détoxif. (€ / an)	Charge annuelle de fonctionnement des équipements de détoxif. (€ / an)	Coûts liés à la détoxif. (€ / kg commercialisé)
Etang de Thau	10 T/an	B	7 jours	1 fois/an	12 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	12 206 €	1142 €/an	37 €/an	0,118 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	31 658 €	2691 €/an	70 €/an	0,276 €/kg
							3- Pâte d'algues	7 000 €	788 €/an	1702 €/an	0,249 €/kg
	20 T/an		7 jours	1 fois/an	23 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	24 413 €	2284 €/an	73 €/an	0,118 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	63 315 €	5382 €/an	139 €/an	0,276 €/kg
							3- Pâte d'algues	14 000 €	1576 €/an	3404 €/an	0,249 €/kg
	50 T/an		7 jours	1 fois/an	58 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	55 869 €	5160 €/an	192 €/an	0,107 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	153 125 €	12905 €/an	358 €/an	0,265 €/kg
							3- Pâte d'algues	29 838 €	3390 €/an	8518 €/an	0,238 €/kg
	100 T/an		7 jours	1 fois/an	117 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	108 374 €	9672 €/an	385 €/an	0,101 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	302 886 €	25163 €/an	715 €/an	0,259 €/kg
							3- Pâte d'algues	56 311 €	6131 €/an	17037 €/an	0,232 €/kg
	200 T/an		7 jours	1 fois/an	233 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	214 725 €	19063 €/an	769 €/an	0,099 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	603 750 €	50044 €/an	1431 €/an	0,257 €/kg
							3- Pâte d'algues	110 600 €	11982 €/an	34074 €/an	0,230 €/kg
	500 T/an		7 jours	1 fois/an	583 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	519 313 €	46783 €/an	1924 €/an	0,097 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	1 491 875 €	124235 €/an	3577 €/an	0,256 €/kg
							3- Pâte d'algues	259 000 €	29079 €/an	85185 €/an	0,229 €/kg

Bassin de production	Production commercialisée (T/an)	Zonage sanitaire	Temps de détoxification (jours par épisode de contamination)	Fréquence annuelle des épisodes de contamination	Volume nécessaire en bassin de détoxification (m3)	Densité de stockage en bassin de détoxif. (kg/m3)	Mode d'alimentation en phytoplancton	Coûts d'investiss. en équipements de détoxif. (€)	Charge annuelle d'amortissement des équipements de détoxif. (€ / an)	Charge annuelle de fonctionnement des équipements de détoxif. (€ / an)	Coûts liés à la détoxif. (€ / kg commercialisé)
Etang de Salses - Leucate	10 T/an	B	7 jours	2 fois/an	12 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	12 206 €	1142 €/an	73 €/an	0,122 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	31 658 €	2691 €/an	139 €/an	0,283 €/kg
							3- Pâte d'algues	7 000 €	788 €/an	1724 €/an	0,251 €/kg
	20 T/an		7 jours	2 fois/an	23 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	24 413 €	2284 €/an	146 €/an	0,122 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	63 315 €	5382 €/an	279 €/an	0,283 €/kg
							3- Pâte d'algues	14 000 €	1576 €/an	3447 €/an	0,251 €/kg
	50 T/an		7 jours	2 fois/an	58 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	55 869 €	5160 €/an	385 €/an	0,111 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	153 125 €	12905 €/an	715 €/an	0,272 €/kg
							3- Pâte d'algues	29 838 €	3390 €/an	8637 €/an	0,241 €/kg
	100 T/an		7 jours	2 fois/an	117 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	108 374 €	9672 €/an	769 €/an	0,104 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	302 886 €	25163 €/an	1431 €/an	0,266 €/kg
							3- Pâte d'algues	56 311 €	6131 €/an	17274 €/an	0,234 €/kg
	200 T/an		7 jours	2 fois/an	233 m3	150 kg/m3	1- Phyto produit en bassins ext. avec eau souterraine	214 725 €	19063 €/an	1539 €/an	0,103 €/kg
							2- Phyto produit en int. dans cylindres 300L	603 750 €	50044 €/an	2862 €/an	0,265 €/kg
							3- Pâte d'algues	110 600 €	11982 €/an	34548 €/an	0,233 €/kg

ISSN 1951-6428
Publications électroniques Amure. Série Rapport
www.umr-amure.fr