



**HAL**  
open science

# Évaluation économique de la dépendance d'une activité au milieu naturel. L'exemple de l'ostréiculture arcachonnaise.

Gabrielle Irichabeau

## ► To cite this version:

Gabrielle Irichabeau. Évaluation économique de la dépendance d'une activité au milieu naturel. L'exemple de l'ostréiculture arcachonnaise.. Economies et finances. Université Montesquieu - Bordeaux IV, 2011. Français. NNT: . tel-00662006

**HAL Id: tel-00662006**

**<https://theses.hal.science/tel-00662006>**

Submitted on 22 Jan 2012

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**UNIVERSITE MONTESQUIEU - BORDEAUX IV**

**ECOLE DOCTORALE de SCIENCES ECONOMIQUES, GESTION  
ET DEMOGRAPHIE (E.D. 42)**

**DOCTORAT ès SCIENCES ECONOMIQUES**

**Gabrielle IRICHABEAU**

**EVALUATION ECONOMIQUE DE LA DEPENDANCE  
D'UNE ACTIVITE AU MILIEU NATUREL.  
L'EXEMPLE DE L'OSTREICULTURE ARCACHONNAISE**

Thèse dirigée par M. **Patrick POINT**, Directeur de Recherche CNRS

Soutenue le 3 novembre 2011

**Jury :**

**M. Jean BONCOEUR,**

Professeur, Université de Bretagne Occidentale, **rapporteur.**

**M. Philippe LE GOFFE,**

Professeur, Agrocampus de Rennes, **rapporteur.**

**M. Jean-Jacques MALFAIT,**

Maître de Conférences, Université Montesquieu - Bordeaux IV.

**M. Jean-Christophe PEREAU,**

Professeur, Université Montesquieu - Bordeaux IV.

**M. Patrick POINT,**

Directeur de Recherche CNRS, Université Montesquieu - Bordeaux IV, **directeur de thèse.**

**M. Jérôme SARACCO,**

Professeur, Institut Polytechnique de Bordeaux - ENSC.



# REMERCIEMENTS

---

Je tiens, tout d'abord, à remercier Patrick Point d'avoir accepté d'encadrer cette thèse et de m'avoir prodigué ses remarques avisées tout en me laissant une grande liberté de travail.

Je souhaite aussi remercier Jean Boncoeur et Philippe Le Goffe pour l'intérêt qu'ils ont manifesté pour ce travail en acceptant d'en être les rapporteurs. Je remercie également Jean-Jacques Malfait, Jean-Christophe Pereau et Jérôme Saracco qui me font l'honneur de prendre part au jury.

Merci aux membres du GREThA, notamment son directeur, Marc-Alexandre Sénégas, ainsi qu'à toute l'équipe de l'ex-GRAPE au sein de laquelle cette thèse a débuté. Un remerciement tout particulier à Jean-Jacques Malfait pour son investissement, ses conseils et pour m'avoir permis de me familiariser dès le début de ce travail avec le monde ostréicole à travers notamment de l'Observatoire Socio-économique et Technico-environnemental de la filière ostréicole. La participation à ses réunions m'a permis d'avoir un éclairage plus pratique sur cette activité. Je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont pu m'apporter leur aide, notamment sur des questions techniques : Jean Belin, Monique Dantas, Frédéric Gaschet, Alexandre Genest, Sébastien Lavaud, Jean-Jacques Malfait, Alain Morineau, Guillaume Pouyane, Hanitra Rakotoarison, et Jérôme Saracco.

Un grand merci à Isabelle Auby de l'IFREMER d'Arcachon pour sa disponibilité et sa réactivité lorsque j'avais besoin de données notamment. Merci également aux Affaires Maritimes d'Arcachon qui m'ont fournis les données relatives au cadastre ostréicole et plus particulièrement à Bastien Simonnet qui a toujours répondu présent, que ce soit pour apporter des réponses à mes multiples questions ou pour ses commentaires. Je remercie également Félix Blazquez et Jean-Charles Mauviot du Comité Régional de la Conchyliculture Arcachon Aquitaine.

Je tiens également à remercier tous ceux qui m'ont fait confiance au sein de leurs équipes pédagogiques et avec qui j'ai eu beaucoup de plaisir à travailler : Jean-Jacques Malfait, Emmanuel Petit et Jean-Bernard Layan (je ne t'en veux *presque* plus de m'avoir oubliée un lundi matin...).



Merci à Sandrine Robert pour sa bonne humeur, son professionnalisme, sa réactivité dans la gestion administrative. Merci aussi à Sébastien Lavaud d'avoir fait en sorte que ce travail puisse se faire dans les meilleures conditions matérielles.

Un grand merci également à tous mes collègues et amis doctorants qui ont contribué à ce que ce travail soit moins laborieux. En premier lieu mes collègues de bureau : Monique, Brice et Alexandre, redoutables adverses au scrabble mais aussi Hanitra. Merci pour votre aide, votre soutien, votre bonne (*et mauvaise*) humeur et pour tous les moments qui ont rendus ces années bien plus faciles. Je n'oublie pas également Anne, Guillaume, Bénédicte, Carmen, Jean-Christophe, Laïsa, Dorian, Fatma, Radhouane, Pierre et Natacha. Merci à Caroline pour nos discussions « économétriques ».

Merci à tous ceux qui ont accepté de relire mon travail : Monique, Brice, Hanitra, Alexandre, France, Jean et Guillaume.

Un grand merci à mes amis (Ninou, Mouluts, Fany, Alan, Hélène, Vai, Mana, et les autres) pour leur soutien, leur écoute et leurs encouragements et de m'avoir permis de me changer les idées bien souvent.

Merci de tout cœur à ma famille – mes parents, Jacques, Odette, Magali et leurs conjoints – pour avoir été là à chaque moment, m'avoir toujours soutenue et aidée quels que soient mes choix. Merci également à ma belle-famille pour tout le soutien que vous m'avez apporté. Merci à B&C de m'avoir tenu compagnie mes dernières nuits de travail. Merci aussi à Florence, Alfrédo, Gabriel et Nicolas pour leur soutien et leur amitié. Que tous trouvent ici le témoignage de ma plus profonde tendresse.

Enfin, je dédie ce travail à mon mari Anthony sans qui il n'aurait pas été possible d'y mettre un point final. Merci de m'encourager, de me soutenir, d'être toujours à mes côtés dans les moments difficiles. J'ai conscience que cette thèse a pu être parfois très envahissante. Je dédie également ce travail à mon petit Oihan, venu au monde durant cette thèse et qui m'a permis de relativiser bien des difficultés. Je sais que cela n'a pas forcément toujours été simple pour vous deux, que je vous ai souvent délaissés, mais malgré cela, soyez assurés de mon amour.

# SOMMAIRE

---

<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>9</b>
<b>PARTIE 1: LES ENTREPRISES OSTRÉICOLES ARCACHONNAISES.....</b>	<b>47</b>
Chapitre 1 : Analyse des informations issues du recensement national de la conchyliculture et description des entreprises arcachonnaises .....	51
Chapitre 2 : Typologie des entreprises ostréicoles arcachonnaises et détermination du degré de spécification de leurs caractéristiques .....	115
<b>PARTIE 2 : ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DE LA DÉPENDANCE DE L’OSTRÉICULTURE ARCACHONNAISE LIÉE AUX CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES PESANT SUR LA PRODUCTION .....</b>	<b>161</b>
Chapitre 3 : La production d’huitres creuses dans le bassin d’arcachon et ses contraintes environnementales.....	165
Chapitre 4 : Évaluation de la sensibilité des entreprises ostréicoles arcachonnaises à une modification des conditions environnementales de production .....	199
<b>PARTIE 3: ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DE LA DÉPENDANCE DE L’OSTRÉICULTURE ARCACHONNAISE LIÉE À L’UTILISATION DU DOMAINE PUBLIC MARITIME COMME FACTEUR DE PRODUCTION .....</b>	<b>237</b>
Chapitre 5 : L’utilisation du domaine public maritime par la conchyliculture sur le Bassin d’Arcachon .....	241
Chapitre 6 : Détermination des composantes des indemnités de substitution par un modèle hédonique spatial.....	275
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>339</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>347</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>367</b>
<b>TABLE DES ENCADRÉS, ILLUSTRATIONS, FIGURES ET TABLEAUX .....</b>	<b>391</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES .....</b>	<b>401</b>



**INTRODUCTION**  
**GENERALE**



## Introduction générale

---

Les liens qu'entretient une activité économique avec le milieu naturel peuvent être étudiés sous deux angles différents selon la nature du lien : en considérant cette activité comme source d'externalités (négatives ou positives) ou en considérant l'environnement comme source d'externalités (négatives ou positives) pour l'activité.

Pour notre part, nous nous sommes attachés à traiter le milieu naturel comme source d'externalités. Le lien qu'entretient alors une activité économique avec le milieu naturel est un lien de dépendance. L'activité économique considérée est dépendante du milieu naturel.

Cette dépendance correspond à l'impossibilité pour une activité économique donnée d'exister ou de fonctionner de façon optimale sans faire appel au milieu et à ses ressources.

L'étude de ce type de relation entre une activité et le milieu naturel est peu répandue en économie contrairement aux études considérant les activités économiques comme source d'externalités pour l'environnement. Elles le sont davantage dans le domaine des sciences dites « *dures* » qui vont alors chercher à comprendre par exemple les interactions entre les ressources naturelles et le milieu dans lequel elles se trouvent. La complexité des interactions entre les ressources biologiques marines, la productivité naturelle et le milieu explique sans doute pourquoi peu d'études économiques se sont intéressées à l'évaluation de la dépendance d'une activité au milieu naturel de ce point de vue. Cette évaluation nécessite en effet de s'intéresser à la biologie des ressources étudiées, à l'hydrologie et à la production primaire de leur milieu, domaines qui ne sont pas aisément appréhendables pour des « *non scientifiques* ».

Dans le cas d'activités liées aux ressources biologiques marines, il va s'agir entre autres de déterminer les facteurs environnementaux liés à la reproduction, la croissance mais également ceux liés à leurs mortalités lorsque les causes de ces dernières ne peuvent pas être expliquées par une modification anthropique du milieu<sup>1</sup>. Dans ce dernier cas par exemple seront étudiées les capacités d'adaptation des ressources biologiques marines à une modification *naturelle*<sup>2</sup> de leur habitat. Les travaux économiques s'y reportant considèrent

---

<sup>1</sup> Du moins pas directement. Par exemple, le réchauffement des eaux, qui peut avoir un impact sur les ressources biologiques marines, peut être relié au réchauffement climatique dont on sait qu'il est pour partie d'origine anthropique.

<sup>2</sup> Modification naturelle par opposition à une modification due par exemple à une pollution accidentelle telle que la capacité d'auto-épuration du milieu n'est plus suffisante pour que le ou les agent(s) polluant(s) puisse(nt) être éliminé(s) par l'écosystème lui-même.

alors l'environnement comme un facteur de production susceptible d'influencer positivement et négativement l'activité. Potentiellement il pourrait aussi être utilisé une modélisation bioéconomique mais comme le soulignent Gilly & Meuriot (1985), il est nécessaire pour cela de maîtriser les modèles biologiques de production.

La particularité des activités économiques utilisatrices des ressources naturelles et plus généralement du milieu naturel est leur dépendance à ce dernier quand il est considéré comme une source d'externalités pour l'activité ; cette dépendance revêt des degrés divers selon les liens que les activités économiques entretiennent avec ce milieu. Ainsi, le milieu naturel peut être un pourvoyeur direct de biens ou de services de consommation finale – comme dans le cas de la pêche – ou bien il peut être utilisé comme facteur de production. Dans ce dernier cas en particulier, il est nécessaire que soit mesurée cette dépendance en raison notamment du fait que le milieu naturel peut peser sur les coûts et la production dans son entier soit en raison d'une disponibilité variable des ressources naturelles ou en raison d'une variabilité de leur qualité ou de celle du milieu.

Un autre aspect de la dépendance d'une activité au milieu concerne le cas d'une activité utilisant un facteur de production dont les caractéristiques sont liées au milieu – naturel – dans lequel il se trouve. C'est le cas des *terres* utilisées pour la pratique de la conchyliculture<sup>3</sup>. L'évaluation de la dépendance de l'activité au milieu consiste alors à évaluer l'influence du milieu sur ce facteur de production. Pour ce faire, la méthode des prix hédoniques constitue un bon outil.

L'histoire, même toute récente, de l'ostréiculture arcachonnaise<sup>4</sup> est un thème qui se prête tout à fait à l'évaluation économique de la dépendance d'une activité au milieu naturel. Elle en est un exemple à la fois heureux et malheureux. C'est pourquoi nous commencerons cette introduction générale par présenter l'ostréiculture arcachonnaise d'un point de vue historique et contemporain ce qui nous permettra ainsi de voir en quoi cette activité se prête tout à fait à la question de la dépendance à l'environnement (section 1). Nous aborderons ensuite les méthodes d'évaluation de l'environnement en tant que facteur de production et facteur influençant un facteur de production (section 2).

---

<sup>3</sup> La conchyliculture est l'élevage des coquillages en général. Cela comprend plusieurs activités selon le type de coquillages élevés. On trouve dans la conchyliculture des activités comme l'ostréiculture (huîtres), la mytiliculture (moules), la vénériculture (palourdes), la cerastoculture (coques), la pectiniculture (coquilles Saint Jacques et autres pectinidés) ou encore la halioticulture (ormeaux).

<sup>4</sup> Contrairement aux autres bassins où sont produites des huîtres, le Bassin d'Arcachon est monoculture. La production de coques, palourdes ou de moules n'est que très marginales et souvent réalisées par des entreprises arcachonnaises dans les autres Bassins de production. Nous utiliserons donc indifféremment le terme de conchyliculture et d'ostréiculture s'agissant du Bassin d'Arcachon.

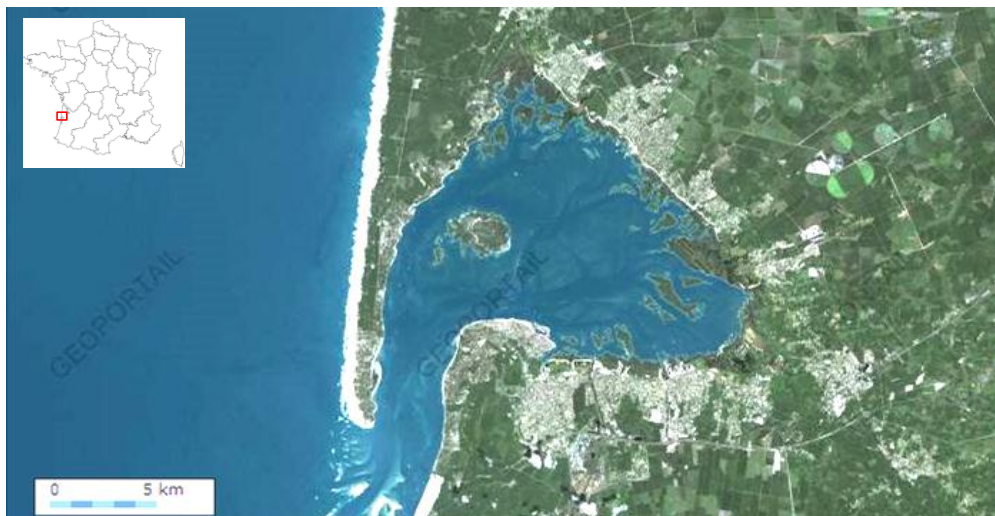
## 1. L'ostréiculture et le Bassin d'Arcachon

Nous allons dans un premier temps présenter le Bassin d'Arcachon puis nous nous intéresserons à l'activité ostréicole plus particulièrement.

### 1.1. Le Bassin d'Arcachon

Le bassin d'Arcachon est situé dans le sud-ouest de la France, dans le golfe de Gascogne et est bordé par la plaine des landes de Gascogne. La seule discontinuité de la côte Aquitaine est constituée par les passes d'entrée du bassin, un cordon dunaire de 200 km entre l'Estuaire de la Gironde et l'embouchure de l'Adour. Le plan d'eau salée a une surface de 49 km<sup>2</sup> à marée basse, tandis qu'à marée haute, cette surface passe à un peu plus de 182 km<sup>2</sup> (Figure I-1). Le climat du bassin d'Arcachon est tempéré de type océanique, plus chaud et plus sec que celui du littoral aquitain.

**Figure I-1 – Le bassin d'Arcachon vu du ciel**



Source : Géoportail 2009

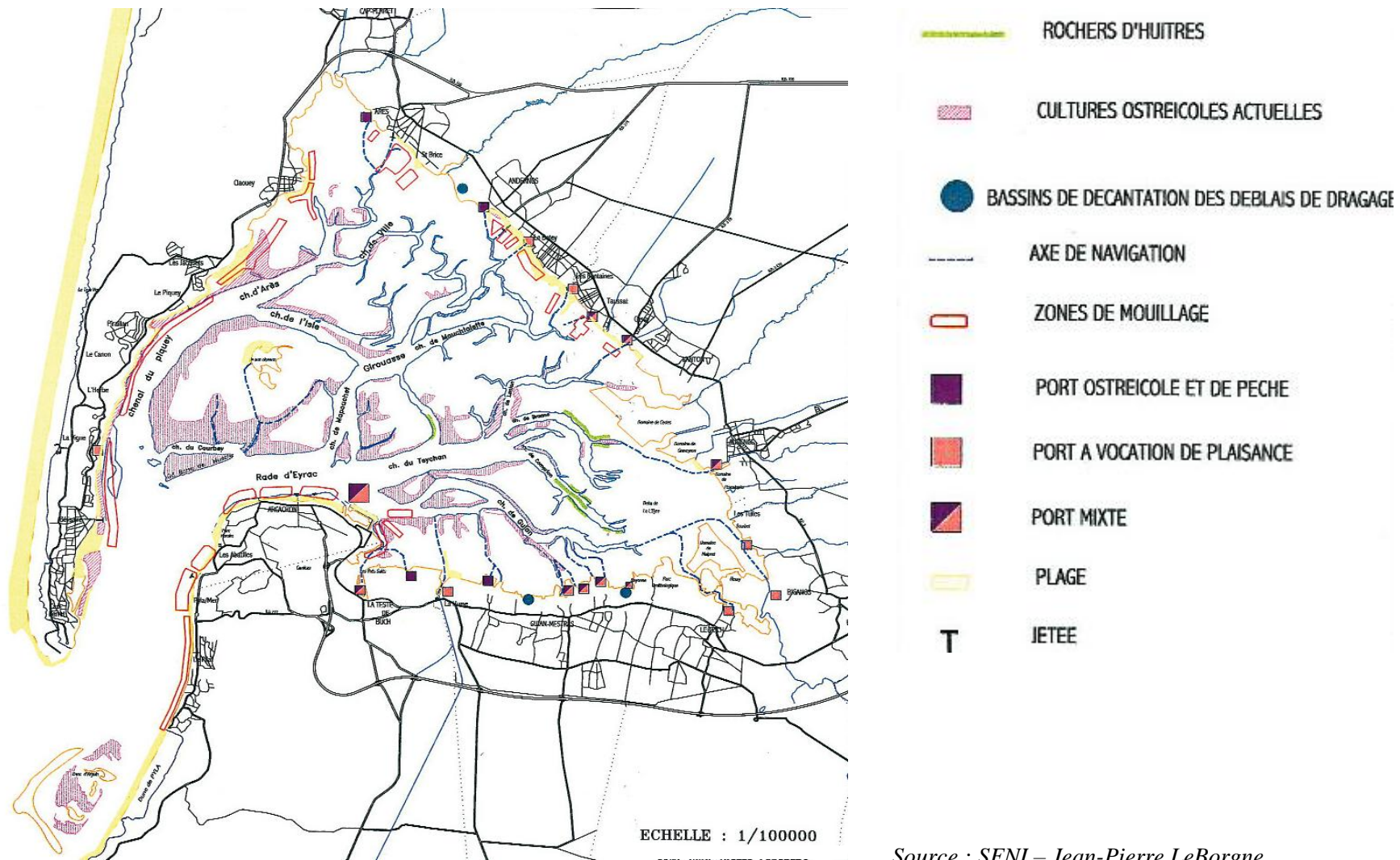
Le bassin intérieur est composé de vastes estrans<sup>5</sup> parcourus par un réseau de chenaux<sup>6</sup>. Il fait l'objet de nombreux aménagements dédiés à l'exploitation de la mer (Figure I-2).

<sup>5</sup> L'estran, ou zone intertidale, est la zone du littoral située entre les niveaux les plus bas et plus hauts des marées. L'alternance des marées va notamment y déterminer les conditions d'humidité, de salinité et de température.

<sup>6</sup> Un chenal est un passage resserré, naturel ou artificiel, permettant la navigation entre des îles, des écueils, des bancs sableux ou rocheux, et donnant accès à un port ou à la haute mer.



Figure I-2 – Carte des aménagements dédiés aux activités maritimes



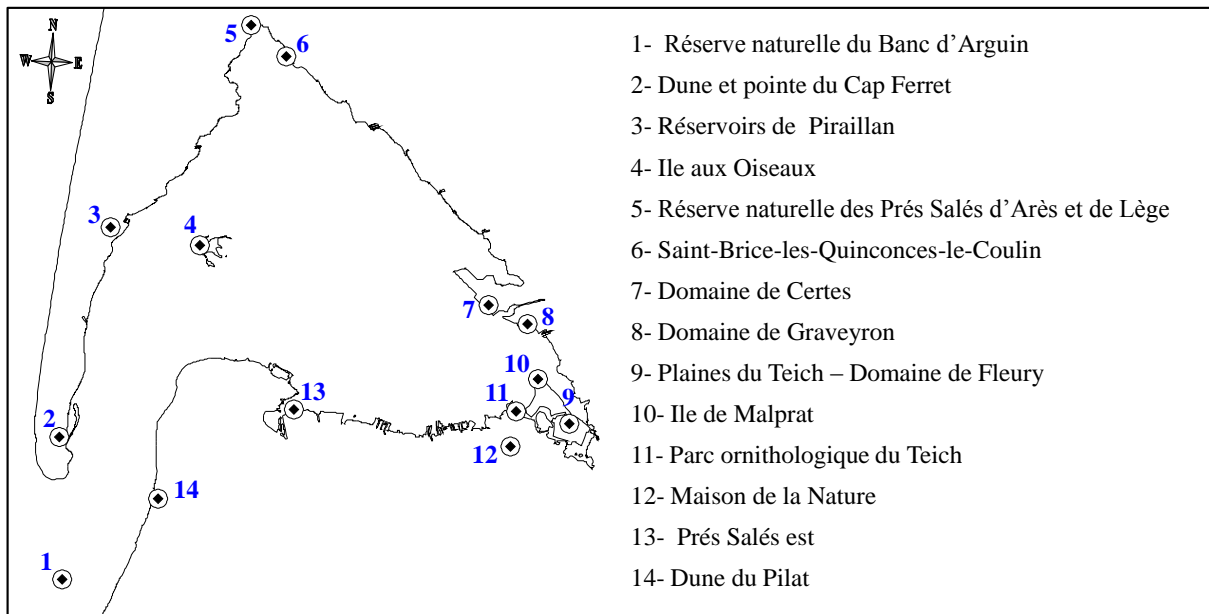
Source : SFNI – Jean-Pierre LeBorgne

Le port de plaisance du Bassin d’Arcachon, avec son plan d’eau de 21 hectares et ses 2 600 anneaux est le deuxième port de plaisance de la côte ouest après celui de La Rochelle qui lui dispose de 3 600 anneaux sur 50 hectares. Le port de pêche est quant à lui composé d’une flottille de 27 bateaux – ce qui représente environ 250 pêcheurs – 6 vedettes côtières et une vingtaine de petites embarcations. En 2004, les apports de l’ensemble de la flottille ont été de 2 615 tonnes pour une valeur estimée à près de 14 millions d’euros, situant ainsi le port de pêche d’Arcachon au 16<sup>ème</sup> rang national<sup>7</sup>.

Le Bassin d’Arcachon est également un site touristique très fréquenté. Une étude de la fréquentation touristique en 2007 réalisée par le SIBA<sup>8</sup> indique que le poids économique du tourisme sur le Bassin d’Arcachon représente 310,7 millions d’euros et un tiers de la fréquentation touristique départementale. L’emploi lié au tourisme représente 12,6% des emplois totaux du Bassin alors qu’au niveau départemental, l’emploi lié au tourisme ne représente que 3,55%. En nombre de nuitées, le Bassin d’Arcachon représente un tiers des nuitées totales départementales. Les résidences secondaires ou occasionnelles y représentent 78,3% du parc d’hébergement.

Concernant les activités touristiques sur le Bassin, outre celles liées au nautisme, la plaisance ou la plage<sup>9</sup>, de nombreux sites naturels peuvent être visités (Figure I-3).

**Figure I-3 – Espaces naturels protégés du Bassin d’Arcachon**



Source : D’après SIBA, 2011

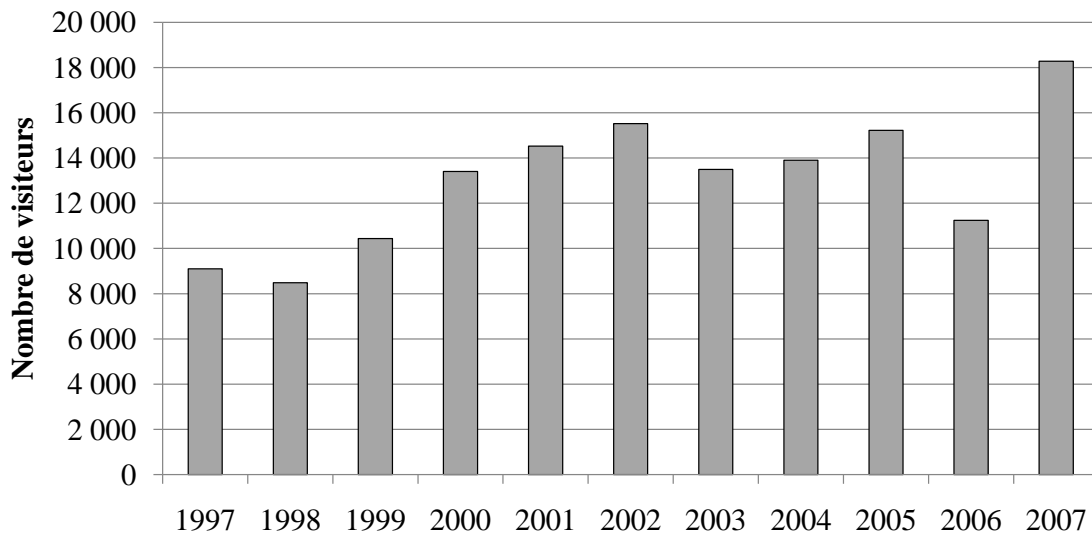
<sup>7</sup> D’après le portail officiel de la ville d’Arcachon : [www.arcachon.com](http://www.arcachon.com)

<sup>8</sup> Syndicat Intercommunal du Bassin d’Arcachon.

<sup>9</sup> L’intérieur du Bassin d’Arcachon dispose de 22 kilomètres de plages.

L'enquête du SIBA a par ailleurs révélé que la nature et la beauté des paysages était la raison qui était évoquée le plus fréquemment pour expliquer le choix du Bassin comme lieu de vacances. Plus du tiers des répondants ont par ailleurs indiqué avoir effectué une visite des sites et lieux touristiques. La dégustation des huîtres est la quatrième activité la plus citée. S'agissant plus précisément des sites visités, si la Dune du Pilat est visitée par 65% des personnes interrogées, avant le Phare du Cap Ferret (39%) et l'Île aux Oiseaux et les cabanes Tchanquées (30%), les villages ostréicoles sont toutefois visités par plus d'un répondant sur cinq. L'intérêt des touristes pour l'activité ostréicole est confirmé par la fréquentation de la Maison de l'Huître<sup>10</sup> (Figure I-4).

**Figure I-4 – Fréquentation de la Maison de l'Huître**



Source : D'après SIBA, 2008

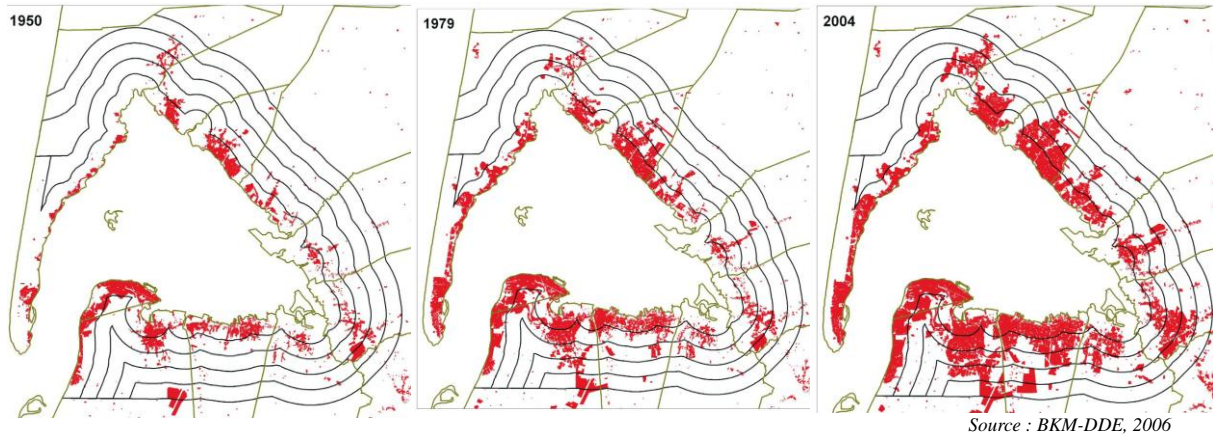
L'activité ostréicole est en effet emblématique du Bassin d'Arcachon et en a modelé l'espace. Ainsi, les ports ostréicoles sont situés tout autour du Bassin et constitue un patrimoine paysager à part entière. L'ostréiculture arcachonnaise représente aujourd'hui à peine 0,04% de la valeur ajoutée du département. En termes de main d'œuvre, selon le dernier recensement elle représentait 3,5% des équivalents-temps-plein du département.

Concernant l'urbanisation, le Bassin d'Arcachon a pour originalité d'avoir conservé un découpage alternant des zones de concentration d'équipements et d'activités avec des

<sup>10</sup> La Maison de l'Huître est un musée ostréicole créé par des ostréiculteurs il y a plus d'une dizaine d'années. Le but de sa création était principalement de faire connaître leur métier mais aussi de promouvoir le Bassin d'Arcachon. Elle est située sur le port de Larros. Sa fréquentation a quelque peu diminuée en 2006 en raison d'une fermeture partielle des locaux pour agrandissement.

zones de vastes espaces naturels consacrés à la protection des milieux. Grâce à la MIACA<sup>11</sup>, il a été ainsi évité d'avoir une urbanisation linéaire. De plus, les communes situées tout autour du plan d'eau ainsi que celles à leur proximité immédiates sont contraintes en termes d'urbanisme par la loi Littoral de 1986. Néanmoins, l'urbanisme n'a cessé de se développer, notamment au sud du Bassin.

**Figure I-5 – Evolution de l'occupation des sols**



La population des communes littorales du Bassin d'Arcachon a ainsi été estimée à 104 200 habitants en 2002 avec une densité de 110 habitants par km<sup>2</sup>. Entre 1990 et 1999, la population s'est accrue de 15 600 habitants, soit une augmentation trois fois plus importante que dans le reste du département.

L'urbanisme, le nautisme, et l'ostréiculture se doivent donc de cohabiter sur un espace restreint. L'ostréiculture est souvent au centre de conflits latents avec la plaisance d'un côté – conflit lié à l'utilisation de l'espace maritime – et l'urbanisation de l'autre – conflits liés à l'utilisation de l'espace situé sur le Domaine Public Artificiel<sup>12</sup> mais aussi aux rejets urbains dans le Bassin en raison des sources d'apports en eau qui peuvent venir modifier la qualité des eaux. L'histoire de l'ostréiculture arcachonnaise a d'ailleurs été marquée entre autre par ces conflits comme nous allons le voir à présent.

<sup>11</sup> Mission Interministérielle d'Aménagement de la Côte Aquitaine.

<sup>12</sup> Le Domaine Public Maritime artificiel est composé des équipements et installations portuaires, ainsi que des ouvrages et installations relatifs à la sécurité et la facilité de la navigation maritime.

## 1.2. L'ostréiculture arcachonnaise : 160 ans d'histoire<sup>13</sup>

Nous allons retracer l'histoire de l'activité ostréicole arcachonnaise de sa naissance, en passant par les différentes crises qu'elle a connu puis nous nous intéressons à ce qu'elle est aujourd'hui.

### 1.2.1. La naissance de l'ostréiculture sur le Bassin d'Arcachon

La présence de l'huître plate *Ostrea Edulis* ou « gravette » est ancienne sur le Bassin d'Arcachon à la faveur de conditions de croissance et de reproduction propices. Selon Deltreil (2006) en effet, des écrits mentionnent sa présence dès le IV<sup>ème</sup> siècle. Jusqu'au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, il s'agit essentiellement d'une activité de pêche et consiste en l'exploitation des huîtres naturelles. Cependant, cette pêche incontrôlée et destructrice conduira en 1750 les autorités compétentes à interdire la pêche pendant trois ans afin de permettre aux bancs de se reconstituer puis dix ans plus tard à contrôler cette activité en autorisant la pêche qu'en dehors des périodes de frai et en interdisant quelques temps après la vente des huîtres durant ces périodes. L'intervention des autorités pour réglementer la pêche des huîtres a ainsi évité une première fois de voir disparaître l'huître du Bassin d'Arcachon. Cependant, la pêche va redevenir immodérée au début du XIX<sup>ème</sup> siècle et certains ont cru alors que l'appauvrissement des bancs naturels serait irréversible. De nouvelles restrictions de pêche sont alors décidées complétées par des mesures de nettoyage des fonds notamment visant à revigorer les gisements naturels. Cela ne sera cependant pas suffisant pour que les bancs naturels se reconstituent et la pêche sera alors limitée à quelques heures tous les deux ou trois ans à partir de 1869. Les chiffres concernant l'évolution de la production naturelle sont éloquentes : de 40 millions d'huîtres en 1875, cette production passe à 30 millions en 1881 puis à 2,5 millions en 1887. L'huître issue des gisements naturels devient alors marginale en comparaison avec les 200 millions d'huîtres en élevage. La pêche sera alors interdite en 1903.

Tandis que les bancs naturels s'épuisent, se développent les premières tentatives d'élevage par l'exploitation de parcs dédiés sous formes de concessions. Des huîtres y sont importées. Puis en 1860, deux parcs de *démonstration* de 22 hectares sont installés sur d'anciens bancs naturels où sontensemencés 1,5 millions d'huîtres de diverses provenances. De même, les parcs privés reçoivent ainsi 1 millions d'huîtres. Les parcs de *démonstration*

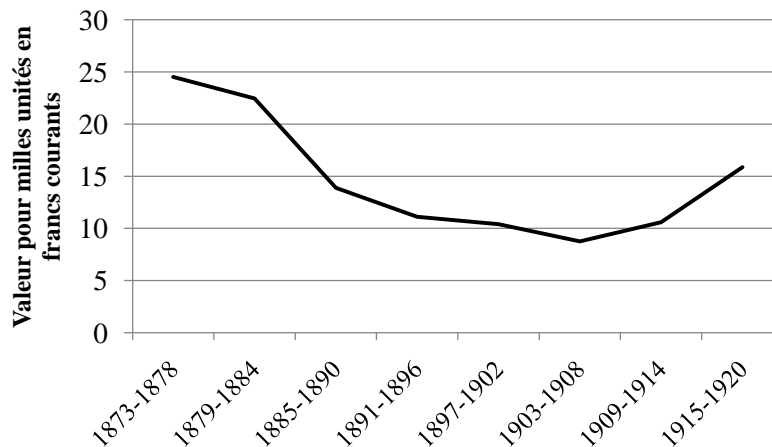
---

<sup>13</sup> L'historique de l'ostréiculture sur le Bassin d'Arcachon a fait l'objet d'une étude par Deltreil en 2006 dont nous reprenons ici les travaux.

serviront alors à l'expérimentation de différents collecteurs pour le captage du naissain qui pose déjà problème. De nombreux marins investissent parallèlement dans l'ostréiculture exploitant alors 400 hectares. De là naîtra les premiers conflits pour l'utilisation de l'espace maritime entre les nouveaux concessionnaires d'un côté et les pêcheurs et chasseurs de canards de l'autre. Entre 1867 et 1869, face aux difficultés économiques rencontrées, beaucoup de parcs privés sont abandonnés. Pourtant, Michelet en 1866 parviendra à mettre au point l'enduit hydraulique recouvrant les tuiles qui permettra d'assurer un captage régulier.

C'est à partir de 1872 que l'ostréiculture va faire l'objet d'un véritable engouement dans le Bassin d'Arcachon. Cet engouement se traduit par une augmentation exponentielle du nombre de parcs. Ainsi, de 500 parcs en 1870, 2 600 sont dénombrés en 1875 et cela continuera d'augmenter. En 1885, le maximum de la surface concédée est atteint avec 4 900 parcs sur une surface de 5 200 hectares. La production quant à elle a augmenté de près de 60% en 10 ans atteignant ainsi près de 180 millions d'huîtres à la fin des années 1890. Cette expansion de l'ostréiculture s'explique à la fois par une conjoncture favorable au commerce de l'huître mais également par les compétences acquises en matières de maîtrise de la production.

Durant ces années fastes apparaissent toutefois les premières difficultés liées à une surproduction, des coûts de production élevés mais surtout des difficultés dans les débouchés. Arcachon s'est en effet spécialisé à cette époque dans l'approvisionnement en huîtres de « 18 mois » et d'élevage aux centres français mais également étrangers. Pendant longtemps la part des huîtres pour la consommation est restée faible – 10% à peine en 1885 – et les tentatives de développement de ce type de vente seront confrontées à de nombreuses difficultés dues notamment aux coûts de transport et surtout à une inorganisation. Face aux autres centres d'élevage, Arcachon n'arrive pas à s'imposer face à l'huître « verte » dont des tentatives d'obtention dans le Bassin se sont révélées infructueuses. De plus, les huîtres élevées vers l'intérieur du Bassin ne se développent que très lentement et sont de qualité médiocre ce qui donne une mauvaise image des huîtres arcachonnaises. Dès 1885 le cours des huîtres commence une chute qui va se poursuivre jusqu'au remplacement de l'huître plate par l'huître portugaise (Figure I-6).

**Figure I-6 – Evolution du cours de l’huître entre 1873 et 1920**

Source : D'après Deltreil, 2006

A cela s'ajoute une diminution de la surface concédée, dont la cause semble être l'abandon des parcs qui avaient été demandés à la hâte en 1870 et qui se sont révélés peu productif, ainsi qu'un morcellement du foncier ostréicole.

Dans le même temps, la production s'accroît de façon spectaculaire sans que la consommation suive. Mais cela ne concerne pas uniquement le Bassin d'Arcachon, c'est toute la production française qui est concernée. Il se dit même que le Bassin d'Arcachon pourrait être à l'origine de cette crise de surproduction. Néanmoins, il semble que la surproduction n'explique pas tout. En effet, une inorganisation du marché, une concurrence inter-centres, des conflits entre producteurs et expéditeurs mais aussi une commercialisation à bas prix ont tôt fait d'accroître les difficultés auxquelles le Bassin était déjà confronté.

Un sursaut semble toutefois avoir eu lieu à partir de 1908 grâce à une nouvelle orientation de la commercialisation de l'huître arcachonnaise vers la consommation et une organisation du marché. Ce sursaut sera cependant de courte durée, l'huître plate connaissant d'importantes mortalités à partir de 1920. Commence alors une longue série d'évènements qui vont conduire à la situation actuelle de l'ostréiculture arcachonnaise.

### 1.2.2. Les crises passées de l'ostréiculture dans le Bassin d'Arcachon

Contrairement à la crise ostréicole de la fin du 19<sup>ème</sup> siècle due à la surproduction, les crises suivantes concernent les huîtres elles-mêmes.

La première commence donc à partir de l'été 1920 quand les ostréiculteurs français mais aussi hollandais et britanniques ont à faire face à d'importantes mortalités. Ces

mortalités sont dues à une épizootie qui n'a jamais été clairement identifiée. Ainsi à l'automne 1920, les pertes s'élèvent jusqu'à 70% dans le Bassin d'Arcachon. Même si l'épidémie semble terminée en 1921, le captage redevient abondant mais il le devient moins que celui de l'huître portugaise introduite dans le Bassin en 1868 à la suite d'une tempête qui obligea un navire chargé d'huîtres portugaises à s'abriter à l'entrée de l'estuaire de la Gironde. La cargaison d'huîtres, trop avariées pour être livrées, fut jetée par-dessus bord. En quelques années, l'huître portugaise *Crassostrea Angulata* s'est alors fixée et reproduite sur tout le littoral girondin. La production de l'huître plate sera réduite à néant en 1924. Elle continuera cependant de cohabiter avec les autres espèces d'huîtres sans toutefois que sa production atteigne des niveaux élevés même si la fin des années 1930 se caractérise par la présence de stocks d'huîtres plates invendues.

L'évolution de la culture de l'huître creuse sur le Bassin d'Arcachon ne sera pas linéaire, plusieurs phases vont se succéder. Si la profession ostréicole a pu se maintenir à la suite des mortalités de l'huître plate, c'est grâce à la prolifération naturelle de l'huître creuse. Le naissain est abondant voire surabondant. Cette prolifération conduira les ostréiculteurs à se changer en pêcheurs d'huîtres qu'ils vendent. Entre 1923 et 1926, la production est doublée atteignant alors 14 000 tonnes. Cela ne va cependant pas durer puisque la situation du 18<sup>ème</sup> siècle se renouvelle, les bancs naturels d'huîtres creuses sont détruits et dans un même temps, le naissain devient insuffisant en raison de taux de mortalité élevés de façon récurrente. La production chute alors au début des années 1930 à 8 000 tonnes. Une thèse avancée à l'époque pour expliquer ces phénomènes est une contamination de l'eau par des substances nocives liées à la présence de l'industrie papetière qui s'est installée en 1927 sur les bords du Bassin et l'âge des huîtres d'élevage qui ne permet pas la reproduction. A la suite de cela, la pêche sur les bancs est interdite ainsi que la vente des huîtres de plus de 15 centimètres conservées alors comme géniteurs. Des réserves d'huîtres mères sont artificiellement créées et des apports importants d'huîtres en provenance de l'estuaire sont effectués. Enfin, en 1940, les huîtrières sont totalement interdites à la pêche. Ces mesures, même s'il est difficile de dire s'il s'agit d'une coïncidence ou non, seront suivies de bonnes récoltes entrecoupées toutes fois d'années où la production est déficitaire. A partir de 1937 et en 1938, la situation est jugée alarmante. Pour palier au déficit du naissain les ostréiculteurs accroissent leur potentiel de captage : le nombre de tuiles passe de moins de 5 millions avant 1925 à 8 millions en 1932 et 15 millions en 1938. Les 10 années suivantes se caractériseront par une baisse des rendements liés à l'augmentation de la mortalité, au ralentissement de la croissance et à la baisse de la



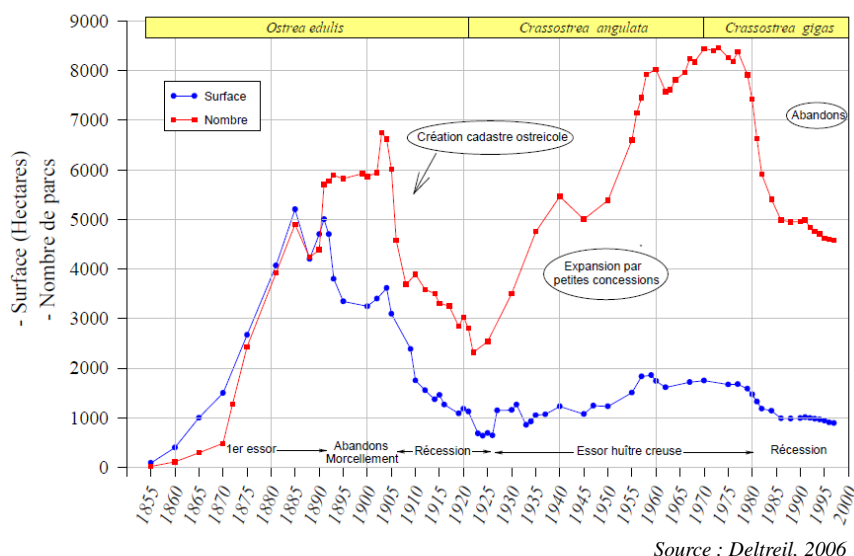
qualité des produits qui ont été expliqués par un défaut de nutrition dont les origines sont multiples : une diminution des échanges océan-bassin à la suite de l'allongement de la passe d'entrée, des déficits d'apport en eau douce et une augmentation de la densité dans les élevages. Ce phénomène n'est toutefois pas isolé puisque le bassin Marennes-Oléron connaît une situation semblable de ralentissement de la croissance. La fin des années 1950 est marquée par une alternance d'années de bon captage et d'années de captage déficitaire. La période 1960-1971 sera marquée également par une diminution de la production ostréicole. La première moitié des années 1960 est marquée par une production de naissain déficitaire voire nulles par endroit obligeant les ostréiculteurs à pratiquer le captage sur la rive gauche de l'estuaire de la Gironde ce qui ne sera cependant pas suffisant. Dans le même temps, du point de vue de la croissance des huîtres, si une amélioration est visible, elle l'est toutefois au prix d'un allongement du cycle de production qui peut alors atteindre jusqu'à 5 ans. Cet allongement de la durée du cycle s'accompagne de mortalités importantes. On met en cause à nouveau l'industrie papetière. De nombreux travaux mettront en évidence les effets néfastes des résidus de papèterie sur l'huître. La fin des années 1960 se marque par trois épizooties qui affecteront l'ostréiculture française. Une maladie des branchies en 1967 conduira à des pertes de 15 à 30% des cheptels qui seront succédées par des accroissements de la mortalité et de faibles croissances des huîtres. L'épizootie des années 1970-71 aura des conséquences bien plus importantes. Ainsi, au mois de juin 1971 les pertes sont estimées entre 40 et 80% selon les zones du Bassin. A la fin de l'année 1973, si l'huître portugaise n'a pas disparue, elle ne compte pratiquement plus dans la production du Bassin. Parallèlement, une épizootie touche également l'huître plate en 1970, épizootie déjà observé en Bretagne dès 1968. Elle est due à un parasite de la glande digestive. Le cheptel arcachonnais d'huîtres plates est rapidement décimé et malgré les tentatives de repeuplement des bancs naturels l'élevage en est abandonné ou effectué uniquement par quelques ostréiculteurs.

Si l'ostréiculture a pu se relever tant dans le Bassin d'Arcachon que dans les autres bassins, c'est grâce à l'introduction à titre expérimental de l'huître creuse japonaise *Crassostrea Gigas* en 1966 dans le Bassin de Marennes-Oléron et en 1969 dans le Bassin d'Arcachon. Ainsi, lorsque les mortalités de l'huître portugaise au début des années 1970 hypothèquent fortement l'avenir de la filière, c'est vers l'huître japonaise que les ostréiculteurs se retournent et ce d'autant plus que cette dernière semble posséder des performances de croissance bien plus intéressantes que l'huître portugaise. Rapidement, les ostréiculteurs arcachonnais s'affranchissent des importations de naissain de l'huître japonaise

et le développement en parallèle de la culture en surélevé réduit les pertes liées au détroquage. Les performances de croissance de l’huître japonaise réduit la durée d’élevage à 2/3 ans contre 3 à 5 ans auparavant. De même, les poids des huîtres commercialisées passent à 54 grammes en 1973 alors qu’il était de 39 grammes auparavant. La qualité est également au rendez-vous. Mais cette reprise de l’activité sera de courte durée puisqu’en 1975, le l’ostréiculture arcachonnaise connaîtra l’une de ses plus graves crises. Cette crise, que l’on appelle également « crise du TBT », a pour origine la présence de tributylétain dans les peintures anti-salissures des bateaux. Les effets de ce TBT sur les huîtres sont une calcification de la coquille qui présente alors des malformations mais également qui entraîne une altération morphologique de l’huître. Elles sont constatées dans la plupart des centres ostréicoles français mais plus précoces et intenses dans le Bassin d’Arcachon. Mais le TBT est également nocif pour la reproduction ; des anomalies de croissance et de survie des larves sont ainsi constatées conduisant à des récoltes faibles ou nulles à la fin des années 1970 et au début des années 1980. L’emploi de ces peintures sera alors réglementé à partir de 1982 et le Bassin d’Arcachon retrouvera alors un captage régulier et abandon et on observera une régression importante des malformations de la coquille. D’autres phénomènes concourront à mettre à mal la profession comme les tempêtes de fin d’années, la présence de parasites mais surtout un endettement des entreprises ostréicoles important. En 1981, la production s’est littéralement effondrée faisant de cette période une crise sans précédent.

L’élément qui illustre le plus l’évolution de l’ostréiculture arcachonnaise est l’évolution des surfaces dédiées à cette activité (Figure I-7).

**Figure I-7 – Evolution de la surface et du nombre de parcs de 1855 à nos jours**



On voit bien ici la correspondance des périodes de diminution de la surface concédée et du nombre de parcs avec les périodes de difficultés. Ce n'est qu'à partir de 1986 que l'ostréiculture arcachonnaise connaîtra une reprise grâce à une reconstitution du cheptel mais aussi la réhabilitation de l'image de marque de son produit. La production retrouve alors un niveau de 14 à 15 000 tonnes par an. Cependant, la période qui s'amorce pour aboutir à la situation actuelle sera une succession d'évènements qui chaque fois viendront poser la question de l'avenir de l'ostréiculture dans le Bassin d'Arcachon.

### 1.2.3. L'ostréiculture arcachonnaise aujourd'hui

Malgré la reprise opérée à partir de 1986, la production ostréicole arcachonnaise va être caractérisée par une stagnation. Les difficultés depuis 1975 ont conduit à la nomination d'experts scientifiques en 1979 afin d'élucider les causes des difficultés. Ainsi, il a été souligné l'étroite dépendance de l'ostréiculture à un certains nombres de facteurs : les contraintes liées à l'évolution naturelle du Bassin vers un système semi-lagunaire dont l'ostréiculture subit des contraintes en termes d'hydraulique, de sédimentologie, ou liée à l'hydroclimat. Egalement, il a été mis en avant le développement d'activités diverses (tourisme, nautisme, etc.) et d'aménagement susceptibles de porter atteinte à l'équilibre du milieu. Sont évoqués également les risques liés à la surproduction et à l'augmentation des volumes en élevage qui conduirait à la surexploitation de la capacité biotique du milieu.

L'estuaire de la Gironde qui était resté un réservoir d'huîtres et de naissain pour pallier aux difficultés du Bassin s'est trouvé lui aussi confronté à des difficultés avec son classement en zone D<sup>14</sup> en 1996. Ce classement fait suite à la présence de Cadmium dans des proportions importantes. Les dommages liés à cette pollution ont été évalués à une perte annuelle de 1,5 millions de valeur ajoutée (Point, 2005).

Egalement, à partir de 1982, des mortalités importantes ont été observées pour les huîtres âgées de 1 an principalement mais aussi pour celles de deux ans. Le captage de naissain alterne entre années d'abondance et années d'insuffisance ces dernières étant accentuées par des surmortalités du naissain observées depuis 2008. Si ces mortalités ne concernent pas uniquement le Bassin d'Arcachon, elles accroissent un peu plus les difficultés que subissent les ostréiculteurs. Pour pallier au manque de naissain, les ostréiculteurs peuvent

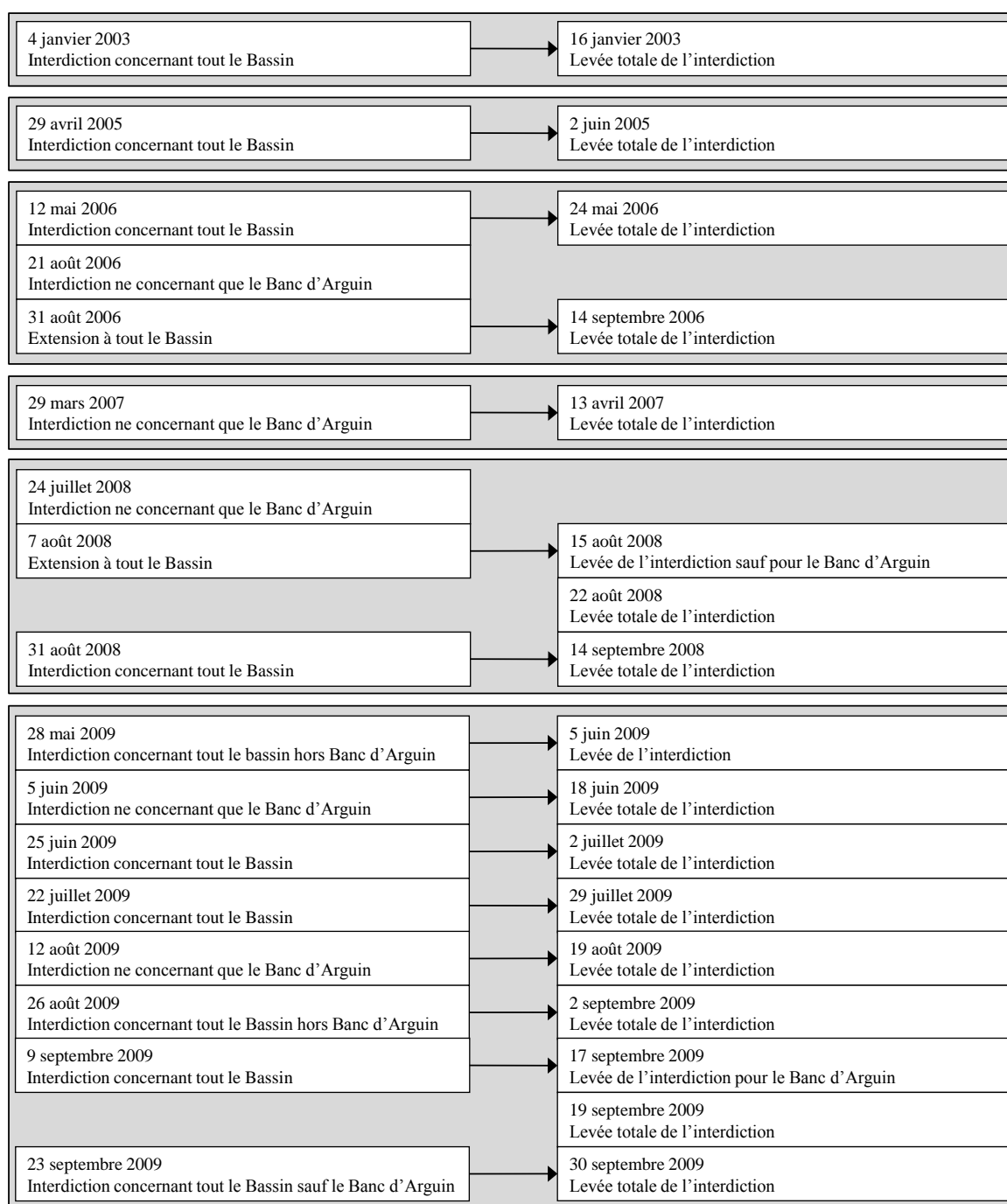
---

<sup>14</sup> Les critères et conséquences du classement des zones de production conchylicole seront abordés au chapitre 6. On peut toutefois préciser ici qu'un classement en zone D rend impossible toute exploitation hormis la collecte des juvéniles dans certaines conditions.

faire appel aux écloséries. Néanmoins, le naissain d'écloserie est également victime de surmortalités.

A cela se sont ajoutées depuis 2003, de nombreuses fermetures administratives qui se sont traduites certes par un manque à gagner pour la profession mais aussi par un risque de dégradation de l'image de l'huître arcachonnaise à la suite des résultats des test dits « de la souris » qui visent à contrôler la toxicité des huîtres (Figure I-8).

**Figure I-8 – Chronologie des interdictions de commercialisation des huîtres creuses**



Ces interdictions de consommation et de commercialisation des huîtres font suite à la détection dans les huîtres de phycotoxines dont la plus connue est la toxine diarrhéique dont le principal responsable est l'espèce de phytoplancton *Dinophysis*.

Depuis l'adoption du test chimique en 2010 deux épisodes de fermetures sont intervenus, l'un entre le 21 mai et le 4 juin 2010, l'autre entre le 21 avril et le 5 mai 2011.

La situation économique de la filière n'est cependant toujours pas suffisamment solide pour ne pas craindre une nouvelle remise en question de l'avenir de la filière. Comme nous l'avons évoqué précédemment, le poids économique de cette dernière est faible en comparaison avec le tourisme par exemple. Quant à la production, elle représentait lors du dernier recensement moins d'un dixième de la production française totale. Son maintien est toutefois primordial en raison de son importance patrimoniale pour le Bassin mais aussi parce que l'on peut considérer l'huître comme un bio-indicateur de la qualité des eaux du Bassin<sup>15</sup>. Cela passe cependant par une meilleure connaissance des relations qu'entretient l'ostréiculture avec le milieu naturel. Nous l'avons vu, le milieu naturel constitué par le plan d'eau du Bassin d'Arcachon est à la fois un support de l'activité mais aussi un ensemble de facteurs favorables à la reproduction et à l'élevage des huîtres. La contrepartie est qu'une modification du milieu se traduit soit par une reproduction insuffisante, soit par une croissance des huîtres ralenties voire les deux. Pour évaluer les conséquences d'une modification du milieu sur l'ostréiculture arcachonnaise et donc sur le processus productif, il doit être utilisé des méthodes qui considèrent le milieu naturel comme un facteur de production. Nous allons donc nous intéresser à ces méthodes<sup>16</sup>.

## 2. Eléments de cadrage théorique

La littérature économique relative à l'utilisation de l'environnement comme facteur de production était relativement peu abondante tant d'un point de vue théorique que d'un point de vue empirique jusqu'au milieu des années 1990. C'est à la suite des travaux de Freeman (1982) et de Ellis & Fischer (1987) que cet aspect de l'économie des ressources naturelles et de l'environnement a suscité un intérêt grandissant. On peut ainsi citer les travaux de

---

<sup>15</sup> La qualité des eaux du Bassin d'Arcachon fait l'objet d'une surveillance depuis le milieu des années 1970. Plusieurs réseaux de surveillances spécifiques ou non à l'activité ostréicole ont été mis en place progressivement depuis cette époque. Une liste de ces derniers est portée en annexe.

<sup>16</sup> Nous avons fait le choix d'aborder le cadre théorique de notre travail uniquement ici. Chaque partie traitera des aspects techniques de la mise en œuvre des différentes méthodes que nous mobiliserons.

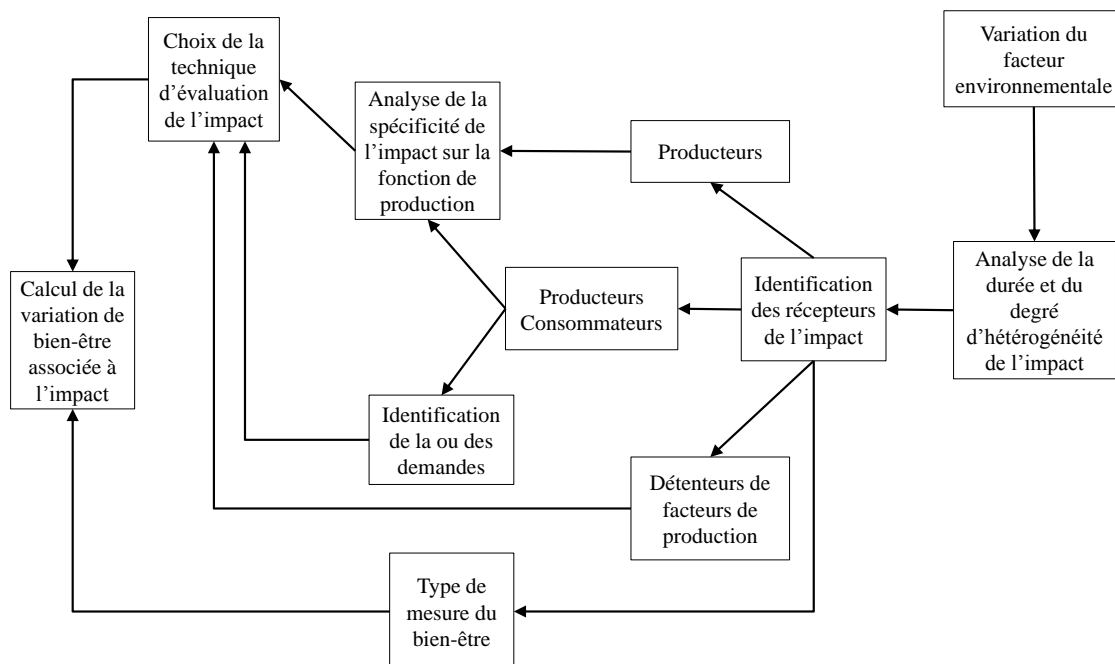
Desaigues & Point, 1993 ; Barbier, 1994, 1996, 2000, 2007 ; Freeman, 2003 ; Bockstael & McConnell, 2007 ; Hanley & Barbier, 2009 ; Barbier, *et al.*, 2011.

Desaigues & Point (1993) ont distingué quatre cas où l’environnement peut être considéré comme un facteur de production : celui où le facteur environnemental intervient comme un facteur fixe dans la fonction de production, celui où le facteur environnemental agit sur un facteur de production traditionnel, celui où le facteur environnemental affecte le produit lui-même et celui où le facteur environnemental contingente un autre facteur de production. Nous dissociions donc les méthodes d’évaluation selon que le facteur de production est environnemental ou contraint par l’environnement.

### 2.1. Les méthodes d’évaluation de l’environnement en tant que facteur de production

L’évaluation de l’influence du facteur environnemental sur la production doit faire appel à des méthodes différenciées selon le cas dans lequel on se situe de même que selon que la variation du facteur environnemental a des conséquences pour le consommateur, pour le producteur ou les deux (Figure I-9).

**Figure I-9 – Evaluation des effets de la variation d’une composante du patrimoine naturel intervenant comme facteur de production**



Source : Desaigues & Point, 1993

Cependant, nous nous focalisons ici sur la mesure de la dépendance au milieu naturel en ne considérant que les effets d'une variation du facteur environnemental sur le producteur.

### 2.1.1. Effets de la variation du facteur environnemental

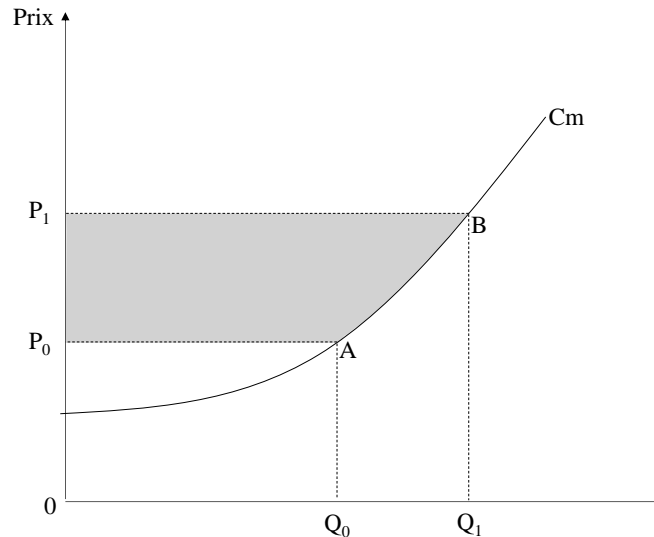
Si l'on ne considère que l'effet d'une variation du facteur environnemental du côté du producteur, l'évaluation de l'environnement en tant que facteur de production se détermine en termes de variation de surplus du producteur<sup>17</sup>.

Avant de voir quelles approches peuvent être mobilisées, nous portons quelques précisions sur les notions de surplus dans le cas du producteur.

#### 2.1.1.1. Eléments relatifs au surplus du producteur.

Le surplus du producteur concurrentiel est déterminé relativement aux prix et à la courbe d'offre<sup>18</sup>. Considérons la Figure I-10.

**Figure I-10 – Surplus du producteur et profit**



Une hausse de prix intervient faisant passer le prix de  $P_0$  à  $P_1$ . L'entreprise portera alors sa production de la quantité  $Q_0$  à  $Q_1$ . La surface  $ABP_1P_0$  représente alors la somme d'argent qui, retirée à l'entreprise, laisse cette dernière à un niveau de bien-être équivalent à

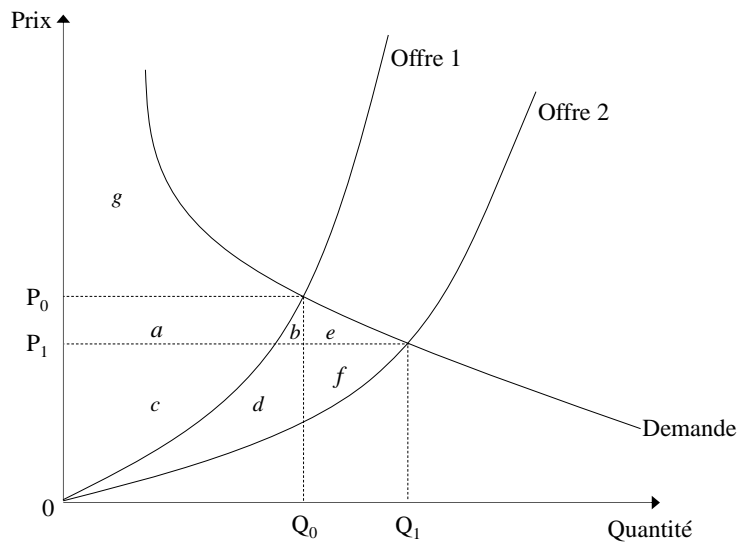
<sup>17</sup> Concernant ces aspects, nous reprenons la présentation qui en a été faite par Desaignes & Point (1993) et Bockstael & McConnell (2007).

<sup>18</sup> La fonction d'offre correspond à la courbe de coût marginal  $Cm$  à court terme.

celui précédent la hausse de prix<sup>19</sup>. Cette surface correspondra donc à une mesure de la variation compensatrice qui correspond à une variation du surplus du producteur mais aussi de son profit. Une baisse de prix sera équivalente tant que ce prix permet à l'entreprise de couvrir ses coûts totaux.

Une variation du facteur environnemental dans la fonction de production aura pour conséquence de déplacer la fonction d'offre et donc une variation du surplus du producteur. La variation du surplus du producteur ne sera cependant pas identique selon que la demande est ou non élastique et donc selon qu'il y ait ou non un changement de prix. Pour mesurer cela, il est nécessaire de considérer la décomposition de la variation du surplus total. Considérons la Figure I-11.

**Figure I-11 – Décomposition de la variation du surplus total**



Si l'offre est  $Q_0$ , le surplus du consommateur est représenté par la surface ( $g$ ) et le surplus du producteur par la surface ( $c + a$ ). Si l'offre est  $Q_1$  le surplus du consommateur est représenté par la surface ( $g + a + b + e$ ) et le surplus du producteur par la surface ( $c + d + f$ ).

Lorsque l'offre passe de  $Q_0$  à  $Q_1$ , la variation de surplus total est égale à la somme des variations des surplus du consommateur et du producteur. On a donc :

- variation du surplus du consommateur :  $(g + a + b + e) - (g) = (a + b + e)$
- variation du surplus du producteur :  $(c + d + f) - (c + a) = (-a + d + f)$

<sup>19</sup> Sous hypothèse que l'entreprise peut ajuster sa production.



- variation du surplus total :  $(a + b + e) + (-a + d + f) = (d + b + e + f)$

### 2.1.1.2. Estimation de la demande de facteur environnemental

Pour estimer la demande de facteur environnemental à partir du surplus du producteur uniquement, trois approches peuvent être envisagées : l'approche par la demande de facteurs, l'approche à partir de la fonction de production ou encore l'approche à partir de la fonction de profit<sup>20</sup>.

Puisqu'on ne considère que le producteur, on fait l'hypothèse que ce dernier est preneur de prix ou que la demande est parfaitement élastique.

#### 2.1.1.2.1. L'approche par la demande de facteurs

Dans ce cas, on considère le facteur environnemental comme facteur fixe et comme non essentiel<sup>21</sup>. Le principe est alors le suivant.

Soit la fonction de profit suivante :

$$\pi(p, w_i \dots w_k, E) \tag{0.1}$$

où :  $p$  représente le prix du produit

$w = w_i \dots w_k$  le prix des facteurs traditionnels notés  $x_j$

et  $E$  le facteur de production environnemental

Le lemme de Hotelling<sup>22</sup> conduit alors aux expressions des fonctions de demande de l'entreprise pour le facteur  $x_j$  et d'offre de la firme qui sont respectivement :

$$x_j^* = - \frac{\partial \pi(p, w_i \dots w_k, E)}{\partial w_j} \tag{0.2}$$

et

---

<sup>20</sup> Nous n'aborderons pas ici l'approche à partir de la fonction de profit. Pour présentation de cette dernière, voir Desaiques & Point (1993).

<sup>21</sup> Cela permet d'envisager que la production est non nulle même en l'absence du facteur de production environnemental.

<sup>22</sup> Le lemme de Hotelling montre que prendre les dérivées par rapport aux prix de l'output et de l'input donne directement un système de fonctions d'offre d'output et de demande d'input.

$$Q = \pi(p, w_1 \dots w_k, E) - \sum_j \frac{\partial \pi(p, w_1 \dots w_k, E)}{\partial w_j}$$

$$\Leftrightarrow Q = \frac{\partial \pi(p, w_1 \dots w_k, E)}{\partial P} \quad (0.3)$$

Par hypothèse, la complémentarité est faible entre le facteur  $x_j$  qui est essentiel et le facteur environnemental  $E$  qui lui n'est pas essentiel.

On peut alors écrire :

$$\int_{\hat{w}_1}^{w_1} x_i^*(p, w, E) dw_1 = \pi(p, w_1 \dots w_k, E) - \pi(p, \hat{w}_1 \dots w_k, E) \quad (0.4)$$

et

$$\int_{\hat{w}_1}^{w_1} \frac{\partial x_i^*(p, w, E)}{\partial E} dw_1 = \frac{\partial \pi(p, w_1 \dots w_k, E)}{\partial E}$$

$$- \frac{\partial \pi(p, \hat{w}_1 \dots w_k, E)}{\partial E} \quad (0.5)$$

Les bénéfices ou les pertes liés à un changement du facteur environnemental  $E$  s'expriment à travers de la variation de la fonction de profit ;  $\partial \pi / \partial E$  mesure alors la valeur du facteur environnemental pour l'entreprise.

#### 2.1.1.2.2. L'approche à partir de la fonction de production

Dans ce type d'approche, différents cas peuvent être envisagés selon les hypothèses faites quant aux propriétés du facteur environnemental dans la fonction de production.

##### 2.1.1.2.2.1. Cas de la neutralité du facteur environnemental

On peut formuler la neutralité du facteur environnemental de la façon suivante :

$$Q = Ef(x) \quad (0.6)$$

La neutralité du facteur environnemental se traduit par des déplacements neutres de la fonction d'offre et donc une combinaison de facteur inchangée. Si on associe cela à des prix des facteurs constants, on aboutit à une spécification de la fonction de production de Léontief.

Il y a donc parfaite complémentarité entre les facteurs de production. Dans ce cas, les demandes optimales de facteurs  $x_i$  sont :

$$x_i = a_i Q \quad (0.7)$$

où :  $Q$  est le produit

et  $a_i$  les coefficients techniques mesurant les besoins en intrant par unité de produit

Sous l'hypothèse de prix constants  $w_i$  pour les facteurs de production, la fonction de coût minimum et l'offre de produit sont respectivement :

$$C = Q \sum a_i w_i \quad (0.8)$$

et

$$\partial C / \partial Q = \sum a_i w_i \quad (0.9)$$

La variation du facteur environnemental va se traduire par une variation des coefficients techniques. L'effet sur la productivité est introduit par un terme multiplicatif  $\gamma$ <sup>23</sup>.

La nouvelle courbe d'offre suite à cette variation du facteur environnemental sera alors :

$$\partial C / \partial Q = \sum \gamma a_i w_i \quad (0.10)$$

Si on fait l'hypothèse qu'il existe une limite supérieure des facteurs de production traditionnels, alors il existe un niveau maximum de production  $Q^*$  :

$$Q^* = w_i^* / a_i \quad (0.11)$$

Le maximum de production pouvant être atteint lors d'une variation du facteur environnemental sera alors :

$$\hat{Q}^* = w_i^* / \gamma a_i \quad (0.12)$$

d'où :

$$\gamma = \hat{Q}^* / Q^* \quad (0.13)$$

---

<sup>23</sup> Selon le type de variation du facteur environnemental on aura :  $0 \leq \gamma \leq 1$  ou  $\gamma \geq 1$ .

Ainsi, on peut calculer le déplacement de la fonction d'offre en calculant la valeur de  $\gamma$  et mesure la variation du surplus du producteur liée à une variation du facteur environnemental.

#### 2.1.1.2.2.2. Cas d'une fonction d'offre à élasticité constante

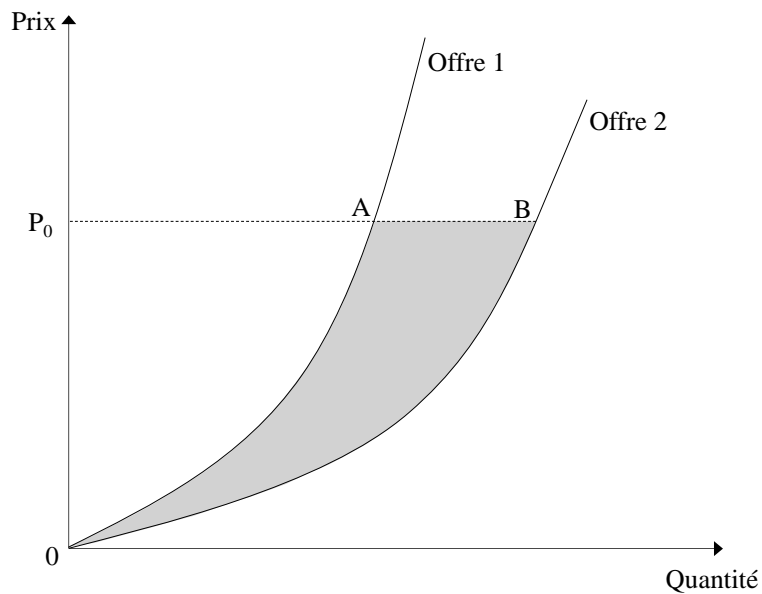
La formulation des fonctions d'offre à élasticité constante est la suivante :

$$Q = [a(E)]p^b \quad (0.14)$$

où  $b$  représente la constance de l'élasticité.

L'influence du facteur environnemental sur les courbes d'offre est intégrée dans le coefficient  $a(E)$  qui fixe la position de ces dernières. Les courbes d'offre sont alors convexes et d'ordonnée nulle à l'origine (Figure I-12).

**Figure I-12 – Mesure de l'impact de la variation du facteur environnemental dans le cas d'une fonction d'offre à élasticité constante**



La variation du facteur environnemental se traduit par un pivotement de la fonction d'offre et la mesure de la variation de surplus du producteur correspond alors à la surface  $0AB$ .

2.1.1.2.2.3. *Cas d'une substituabilité du facteur environnemental*

Considérons la fonction de production suivante :

$$Q = F(X_i \dots X_k, E) \quad (0.15)$$

où :  $X = X_i \dots X_k$  représentent les facteurs de production « traditionnels »

$E$  représente le facteur de production environnemental

On suppose que la technologie est de type Cobb-Douglas. La fonction de production (0.1) s'écrit alors :

$$Q = AX^\alpha E^\beta \quad (0.16)$$

Considérons que les prix des facteurs de production traditionnels sont  $w = w_i \dots w_k$ . Le producteur va chercher à maximiser son profit sous contrainte de sa fonction de coût qu'il va chercher à minimiser et qui est donnée par :

$$C = wX \quad (0.17)$$

Le programme du producteur s'écrit alors :

$$\begin{aligned} \min C &= wX \\ \text{s/c } Q &= AX^\alpha E^\beta \end{aligned} \quad (0.18)$$

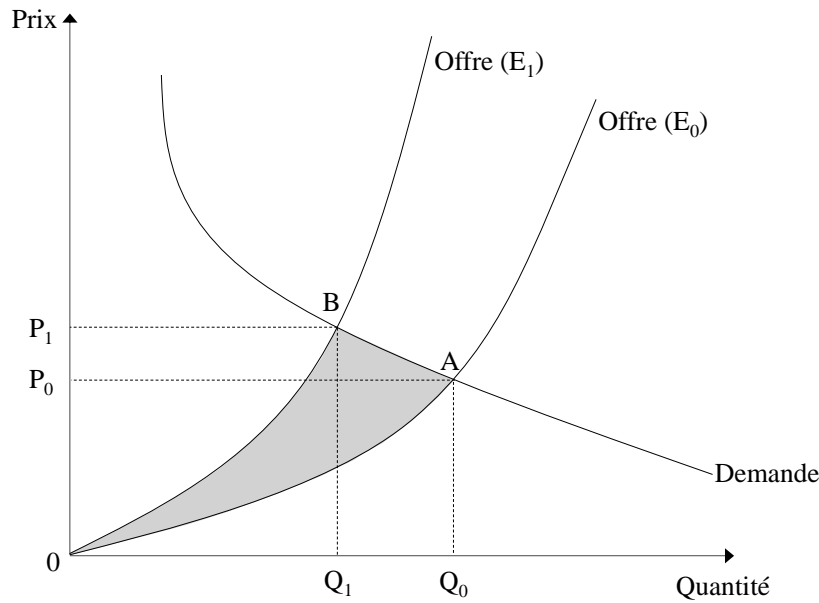
La résolution de ce programme conduit à la formulation du coût total :

$$CT(w, Q, E) = w(A^{-1/\alpha} Q^{1/\alpha} E^{-\beta/\alpha}) \quad (0.19)$$

La courbe d'offre déduite de celle du coût total en calculant le coût marginal s'écrit :

$$Cm = \frac{\partial CT}{\partial Q} = \frac{w}{\alpha} (A^{-1/\alpha} Q^{(1-\alpha)/\alpha} E^{-\beta/\alpha}) \quad (0.20)$$

Une modification de  $E$ , qui correspond à un changement de quantité de ressources naturelles disponibles ou de qualité du milieu va se traduire par une modification du surplus social. La comparaison entre le surplus social avant le changement et de celui après le changement nous donnera la valeur de l'environnement en tant que facteur de production.

**Figure I-13 – L'évaluation d'une modification du facteur environnemental**

Si l'on considère la courbe d'offre  $E_0$  comme la situation initiale, une modification de la qualité environnementale (correspondant ici à une amélioration) ou de la quantité de ressources disponibles (correspondant ici à une augmentation), va entraîner une modification du facteur environnemental qui va se traduire par un déplacement de la courbe d'offre  $E_0$  qui devient  $E_1$ . La variation de surplus social correspond alors à la surface 0AB. Cette surface représente la valeur du facteur environnemental sous l'hypothèse que les facteurs de production traditionnels n'aient pas été modifiés.

Tout au long de la présentation des effets de la variation du facteur environnemental, nous avons vu qu'il était fait appel à l'estimation des fonctions d'offre ou de demande dépendantes des prix et du facteur environnemental. Comme le soulignent Bockstael & McConnell (2007), il peut être difficile d'obtenir des données permettant d'estimer ces fonctions et notamment lorsqu'il y a une variation du facteur environnemental. C'est pourquoi les évaluations des conséquences d'une variation du facteur environnemental sur le processus de production correspondent la plupart du temps à « une approximation grossière de la théorie » (Bockstael & McConnell, 2007).

### 2.1.2. Deux cas particuliers des approches en termes de fonctions de production

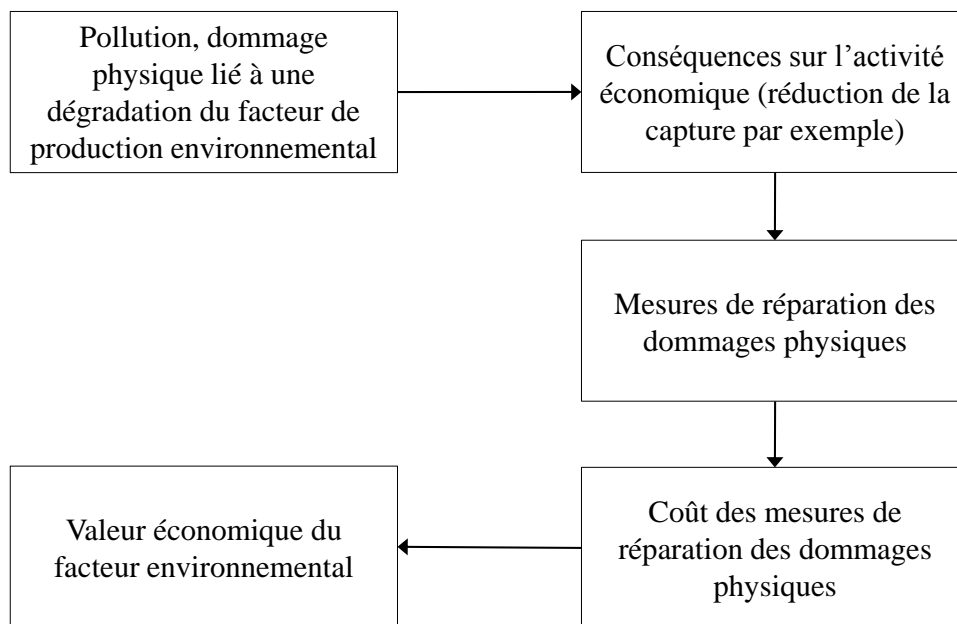
Les méthodes présentées ici sont des cas particuliers d'approches par la fonction de production dans lesquels les modifications de la production sont très simplifiées (Hanley & Barbier, 2009).

### 2.1.2.1. La relation dose-réponse

Cette méthode, qui s'applique aux modifications de la qualité de l'environnement, se base sur la relation de cause à effet entre environnement et production qui va constituer la relation dose-réponse, la réponse correspondant aux modifications ultérieures liées à un dommage. On peut illustrer cette méthode comme suit (Figure I-14).

Il s'agit donc dans un premier temps d'établir la relation permettant d'estimer les liens existants entre une modification d'un facteur de production environnemental (la pollution) et ses effets sur la production. Une fois la relation entre le dommage et sa réparation en terme physique (dose-réponse) établie, il est possible d'estimer le dommage économique qui donnera la valeur économique du facteur environnemental.

**Figure I-14 – Illustration de la méthode dose-réponse**



Pour illustrer cette méthode, on peut prendre le cas d'une rivière fréquentée par des pêcheurs polluée accidentellement plus en amont. Il faudra dans un premier temps établir la relation entre la pollution et ses conséquences sur l'activité de pêche mais également tout au long du cours de la rivière. La réparation du dommage lié à la pollution (réponse) sera mesurée ensuite en termes physiques (dépollution, traitement, etc.). Les coûts de réparation seront alors évalués et donneront la mesure monétaire du dommage. Le coût de réparation correspond alors à la valeur économique de la rivière.

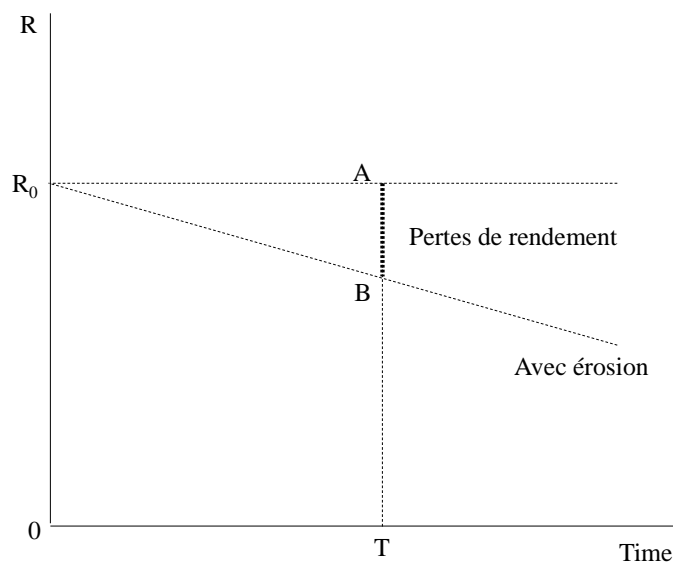
Ce type d'approche connaît un certain nombre de limites dont la principale est liée à la difficulté d'établir une relation entre le dommage et l'activité affectée par ce dernier ; cette

dernière peut en effet être assez complexe et les dommages ne sont pas nécessaires visibles immédiatement.

### 2.1.2.2. Changement de productivité

La méthode de l'approche par le changement de productivité – *change-in-productivity approach* – a été utilisée notamment dans le cas de l'étude des conséquences de l'érosion des sols. Barbier (1996) et (Hanley & Barbier, 2009) présentent cette méthode de la façon suivante : en partant de l'hypothèse simplificatrice que l'érosion des sols n'affecte pas les coûts de production mais uniquement les revenus, l'impact de cette érosion sur les rendements peut correspondre à la distance  $AB$  de la Figure I-15.

**Figure I-15 – L'approche par le changement de productivité pour l'évaluation de l'impact de l'érosion sur les cultures**



Source : Hanley & Barbier, 2009

Comme le soulignent les auteurs, cette méthode a l'inconvénient de surestimer les coûts liés à l'érosion en raison de l'hypothèse peu réaliste que les revenus pourraient être maintenus indéfiniment à leur niveau initial. En effet, même s'il est technologiquement possible de réduire l'érosion, les coûts liés à l'investissement de la conservation du sol peuvent ne pas être économiquement rentables pour certaines parcelles. Pour d'autres, il peut être intéressant d'améliorer les rendements en réduisant l'érosion mais il serait trop coûteux de restaurer pour parvenir à l'état initial. Aussi, la mesure des coûts en termes de pertes de



rendements et de revenus associées à une modification de la productivité avant et après l'érosion peut être trompeuse.

Les travaux empiriques utilisant les approches par la fonction de production pour l'évaluation de l'environnement en tant que facteur de production sont nombreux. Parmi les travaux les plus cités on trouve ceux de Acharya (1998, 2000), Barbier (2000, 2007) ou Acharya & Barbier (2000). A notre connaissance, il n'existe pas de travaux de ce type concernant la conchyliculture.

## *2.2. Evaluation des contraintes environnementales sur les facteurs de production*

Il s'agit ici d'évaluer l'influence de l'environnement sur la fonction de production en tant qu'il exerce une contrainte sur un facteur. Ce peut être le cas par exemple du capital technique d'une entreprise qui subit un impact environnemental négatif en raison du fait de l'acidité de l'eau qu'elle utilise. Le foncier conchylicole entre également dans cette catégorie puisque la productivité des parcelles est liée aux conditions du milieu dans lequel elles se trouvent. Dans ce dernier cas, la méthode d'évaluation qui peut être mobilisée est la méthode des prix hédoniques<sup>24</sup>. Cette méthode permet de révéler les composantes d'un prix quand ces dernières ne sont pas quantifiables en raison de leur caractère hors marché.

### 2.2.1. Le principe de la méthode des prix hédoniques

La méthode des prix hédonistes, initiée par Ridker et Henning (1967), repose sur l'idée que la valeur que les individus attribuent à la qualité de l'environnement peut être estimée à partir des sommes monétaires qu'ils consacrent à l'achat de biens intégrant des caractéristiques d'environnement. Cette méthode, en se fondant sur la considération que le prix d'un bien – ici une concession ostréicole – dépend des caractéristiques du bien en tant que facteur de production (valeur intrinsèque) mais aussi des avantages que procure le milieu dans lequel il se trouve, permet de révéler la valeur implicite accordée à l'environnement.

Généralement, la méthode des prix hédonistes est appliquée à des biens de consommation différenciés<sup>25</sup> tels que les habitations (Rosen, 1974)<sup>26</sup> mais on trouve

---

<sup>24</sup> Ou hédonistes.

<sup>25</sup> Un bien différencié est défini par l'ensemble de ses caractéristiques constitutives (Le Goffe, 1996).

également des applications pour les facteurs de production différenciés que sont les terres agricoles (Palmquist, 1989). Avant Palmquist (1989) des travaux empiriques<sup>27</sup> avaient déjà été menés sur cette question de l'évaluation par la méthode des prix hédoniques du prix des facteurs de production différenciés mais pas de façon détaillée. Palmquist (1989) part du fait que l'on considère généralement que les terres comme un facteur de production homogène alors que chaque terre a des caractéristiques qui peuvent varier selon les secteurs. Cela inclus des caractéristiques pouvant être modifiées comme par exemple l'irrigation ou les aménagements des terres et des caractéristiques qui ne peuvent pas être modifiées comme par exemple la structure du sol. Le prix de la terre dépendrait alors de ces différentes caractéristiques.

Les fondements théoriques de l'approche hédonique des prix ont été posé par Lancaster (1966) qui émet trois hypothèses : les acheteurs tirent leur utilité non pas des biens eux-mêmes mais des caractéristiques qui composent ces biens, les biens possèdent plus d'une caractéristique et plusieurs caractéristiques sont partagées par plusieurs biens et les combinaisons de biens peuvent posséder des caractéristiques différentes de celle des biens pris séparément.

L'application de la méthode des prix hédoniques est subordonnée à ce que le marché soit en situation d'équilibre concurrentiel (les acheteurs et les vendeurs ne peuvent exercer une influence significative sur le marché, ils sont preneurs de prix) et que la valeur économique soit fondée sur les préférences des individus. Plusieurs hypothèses découlant de cela doivent alors être vérifiées pour que la méthode puisse être appliquée :

- hypothèse d'information parfaite concernant les caractéristiques et les prix des biens par les acquéreurs : si cette hypothèse n'est pas vérifiée, il y aura sur ou sous-estimation des prix réels implicites ;
- hypothèse de perception identique des caractéristiques des biens par les acquéreurs : si la perception des caractéristiques des biens n'est pas identiques pour tous les acquéreurs, la valeur d'une même caractéristique sera différente ;
- hypothèse d'ajustement instantané du marché aux conditions d'offre et de demande : l'hypothèse d'équilibre concurrentiel du marché implique qu'il y ait un ajustement

---

<sup>26</sup> Un modèle théorique alternatif a été développé également par Freeman en 1974 mais si les deux sont utilisés, celui de Rosen est le plus cité (Palmquist, 1989).

<sup>27</sup> Il s'agit notamment des travaux de Downing (1973) ou encore de Chicoine (1981).

rapide du marché aux changements d'offre et de demande pour avoir un équilibre où les prix marginaux correspondent aux consentements à payer des acquéreurs.

- hypothèse d'existence d'un continuum de valeurs possibles pour les différentes caractéristiques des biens : cette hypothèse implique que toutes les combinaisons possibles des caractéristiques du bien soient présentes sur le marché afin que les agents puissent trouver le produit correspondant à un arbitrage optimal ;
- hypothèse de l'existence d'un pouvoir de négociation des acquéreurs et des vendeurs : cette hypothèse implique qu'il y ait une différence entre le prix d'offre et le prix de transaction. Cette différence de prix est liée aux stratégies des acquéreurs et des vendeurs ainsi qu'à leurs caractéristiques respectives.

L'estimation de la fonction de prix hédonique permet d'estimer le consentement marginal à payer pour une variation marginale d'une caractéristique du bien. A partir de ce consentement, il est alors possible, en intégrant des informations sur les acquéreurs, d'estimer la fonction de demande inverse<sup>28</sup>.

### 2.2.2. La méthode des prix hédoniques appliquée au foncier conchylicole

Les études portant sur le foncier conchylicole sont rares. En effet, à notre connaissance, seuls Dumont (1986) et Mongruel, *et al.*, (2008a; 2008b) ont abordé cette question d'un point de vue économique. Nous ici l'analyse de la valeur du foncier conchylicole réalisée par Mongruel, *et al.*, (2008b).

Par analogie avec le foncier agricole, le prix du foncier conchylicole correspond aux rentes présentes et futures qui peuvent être dégagées de l'exploitation des parcelles<sup>29</sup>. Le prix des concessions conchylicoles peut donc être quasiment entièrement expliqué par les rentes attendues de leur exploitation. Ainsi, le prix réel d'une concession s'écrit :

$$P_t = \frac{1}{(1+r)} \sum_{i=0}^{\infty} \left( \frac{1}{(1+r)} \right)^i A_t [R_{t+i}] \quad (0.21)$$

où :  $P_t$  représente le prix réel de la concession à l'instant  $t$

---

<sup>28</sup> Notre application de cette méthode ne pourra donner lieu à l'estimation de la fonction de demande inverse en raison d'un manque d'informations sur les acquéreurs.

<sup>29</sup> Dans le cas du foncier conchylicole, on parle de parcelles pour désigner les surfaces utilisées. Par ailleurs, ces parcelles sont des concessions du Domaine Public Maritime. Nous aborderons cet aspect dans la partie 3.

$R_t$  le profit de la concession à l'instant  $t$

$1/(1 + r)$  le taux réel d'actualisation

$A_t$  le facteur regroupant les espérances et anticipations des agents

Dans le cas où la rentabilité est indépendante du temps, le prix de la concession est le suivant :

$$P_t = R'/r \quad (0.22)$$

Les rentes sont déterminées par différents facteurs caractérisant le foncier, les cédants, les acquéreurs et la dynamique propre du marché. Le niveau de rente potentiellement extractible est lié à la productivité naturelle des exploitations conchyliques. Cette dernière détermine la production aussi bien qualitativement que quantitativement. La création d'une rente peut s'expliquer par la rareté de l'offre, les qualités du milieu ou par une spécificité territoriale correspond à une externalité positive. La spécificité de l'activité conchylicole est qu'elle utilise des ressources communes, les ressources primaires dont les coquillages se nourrissent. Le rente générée par une concession peut donc dépendre de celle des concessions voisines car la capacité trophique d'un bassin d'exploitation est limitée et partagée. La productivité d'une concession sera donc limitée par la présence d'une concession à proximité mais elle le sera davantage encore dans le cas d'une surcharge de la concession voisine.

S'agissant de la variabilité de la rente, elle peut être expliquée notamment par des changements dans la productivité du secteur (par un changement technologique par exemple), par une modification des prix des facteurs de production, par une modification des conditions de production liée à des mesures réglementaires, par des variations des prix sur les marchés des produits finis ou encore par des conditions d'accès au capital qui ont des conséquences sur la demande de foncier.

#### 2.2.2.1. Le prix du foncier : la productivité des concessions

La productivité des facteurs de production correspond généralement au rapport entre la production d'un bien ou d'un service et l'ensemble des intrants nécessaires pour le produire. On peut cependant décomposer cette productivité par facteur de production. Nous retenons uniquement la productivité des concessions.

La productivité des concessions dépend à la fois des caractéristiques de ces dernières (intrinsèques), des facteurs extrinsèques liés à la qualité environnementale de l'espace où elles sont situées et des améliorations techniques et de pratiques culturelles individuelles qui sont susceptibles de se combiner avec la productivité naturelle pour créer de nouveaux différentiels de productivité (Tableau I-1).

**Tableau I-1 – Composantes de la valeur des concessions et facteurs déterminants la productivité des concessions**

<b>Valeur intrinsèque</b>	Coefficient de marée
	Accessibilité
	Eloignement
	Etat du parc (nettoyé, envasé, etc.)
	Etat des structures et du matériel
	Niveau des stocks
	Envasement du parc
<b>Valeur culturelle</b>	Technique autorisée
	Pratiques culturelles
	Savoir-faire
<b>Valeur extrinsèque</b>	Productivité primaire de la zone
	Courants
	Température
	Salinité
	Envasement de la zone
	Zone géographique (autres facteurs)

*Source : Mongruel, et al., (2008b)*

La méthode des prix hédoniques va donc permettre d'estimer les différentiels de qualité de l'environnement en estimant la valeur intrinsèque des concessions. Auparavant, il est nécessaire de caractériser le marché des concessions.

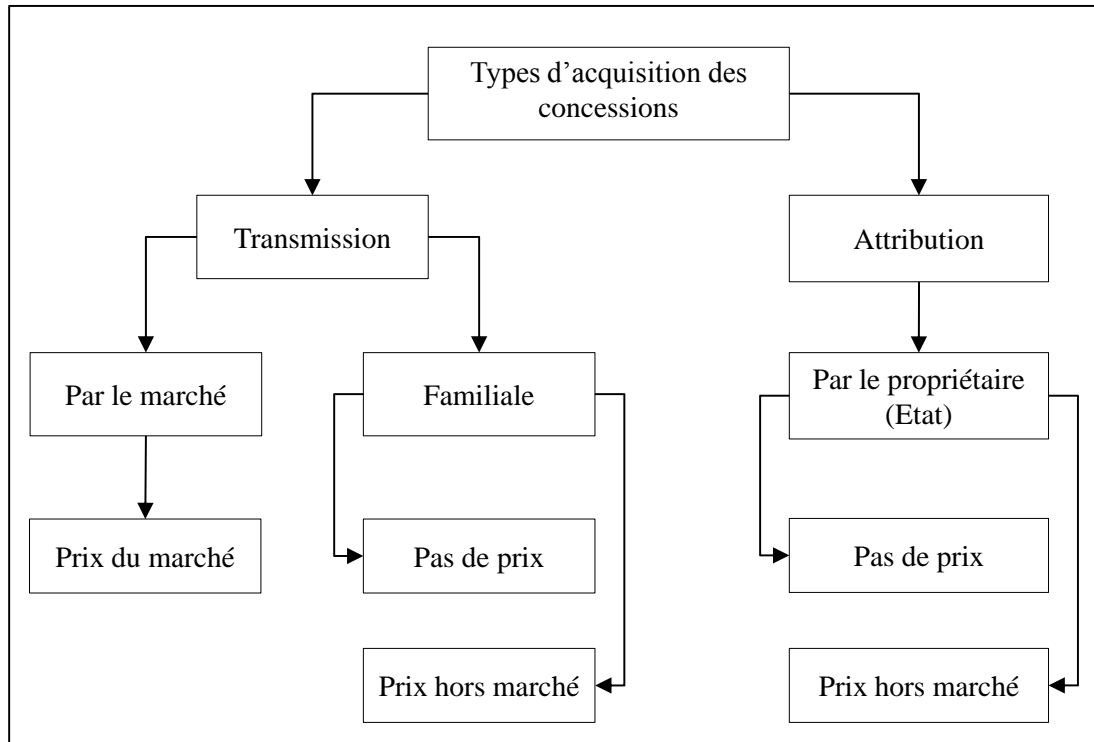
#### 2.2.2.2. Le marché des concessions

Le marché des concessions est un marché particulier en ce sens que les concessions sont des droits d'usage de dépendances domaniales<sup>30</sup>. Il est donc réglementé par les règles relatives à

<sup>30</sup> Comme nous le verrons, les concessions conchylicoles sont des concessions du Domaine Public Maritime et donc en principe elles ne sont pas transmissibles. Cependant, il a toujours existé un marché des concessions

la domanialité publique. Cette particularité se manifeste lors des transmissions et attributions des concessions faisant du marché des concessions conchylicoles un marché segmenté (Figure I-16).

**Figure I-16 – Marché des concessions conchylicoles**



Source : Adapté de Mongruel, et al., (2008b)

On distingue deux canaux d'acquisition de concessions : la transmission et l'attribution. Dans les transmissions, deux cas sont à envisagés ; en effet, il y a la transmission par le marché et la transmission familiale. Dans le premier cas, le prix associé à la concession correspondra au prix du marché tandis que dans le second cas, deux prix pourront être envisagés : un prix nul et un prix hors marché qui sera inférieur à celui du marché. Dans le cas de l'attribution, deux prix également pourront être envisagés : un prix nul et un prix hors marché qui lui aussi sera inférieur au prix du marché. Ces deux cas d'attribution concernent généralement les conchyliculteurs s'installant pour la première fois. L'Etat leur attribue gratuitement ou pour une somme symbolique des concessions.

La segmentation du marché ne permet pas une identification correcte de la fonction de prix implicite du bien environnemental (Baudry & Maslianskaïa-Pautrel, 2011). Etant donné que les prix dans le cas d'une transmission familiale et d'une attribution par l'Etat sont nuls

---

conchylicoles qui a été finalement reconnu par l'Etat en autorisant la transmission des concessions entre exploitants. Ces transmissions peuvent faire l'objet d'une contrepartie financière.

ou inférieurs aux prix du marché, on peut considérer que le marché des concessions correspond aux seules transmissions par le marché<sup>31</sup>. Ainsi, l'hypothèse d'un marché concurrentiel est vérifiée et il est possible d'appliquer la méthode des prix hédoniques au marché des concessions conchylicoles<sup>32</sup>.

### 2.2.2.3. Le prix hédonique de la concession

Comme nous l'avons vu précédemment, le prix du foncier dépend directement des rentes espérées de l'exploitation des concessions. Sous l'hypothèse de prix de vente finaux et de coûts marginaux de productions constants, les rentes dépendent de la productivité des concessions. Le prix du foncier dépend donc principalement de la productivité de chaque concession :

$$\left. \begin{array}{l} P_j = f(\text{rentes}) \\ \text{rente} = g(\text{productivité}) \end{array} \right\} \rightarrow P_j = h(\text{productivité}) \quad (0.23)$$

où :  $P_j$  représente le prix de la concession  $j$

et la productivité est caractérisée par un ensemble d'attributs  $\sum_{k=1}^K \beta_k x_{kj}$

On va donc estimer le modèle suivant pour toute observation  $j$  de l'échantillon :

$$P_j = \sum_{k=1}^K \beta_k x_{kj} + \varepsilon_j \quad (0.24)$$

où :  $\varepsilon_j$  représente le terme d'erreur avec  $\varepsilon_j \sim iid N(0; \sigma^2)$

$p_j$  le prix (positif) de transaction de la concession  $j$  avec  $j = 1, \dots, N$

$K$  le nombre de caractéristiques de la concession retenues avec  $k = 1, \dots, K$

$x_{kj}$  la quantité de la  $k^{\text{ième}}$  caractéristique de la concession  $j$

et  $\beta_k$  le paramètre permettant de mesurer la contribution de la caractéristique  $k$  au prix de la concession  $j$

---

<sup>31</sup> Le caractère hors marché des concessions faisant l'objet d'une transmission familiale ou d'une attribution n'est pas définitif. Elles pourront faire l'objet d'une transmission « marchande » dans les mêmes conditions que les autres.

<sup>32</sup> On suppose que les autres hypothèses nécessaires pour pouvoir utiliser la méthode des prix hédoniques sont vérifiées.

Une fois la fonction de prix déterminée, on obtient les prix marginaux implicites en dérivant la fonction de prix par rapport à la quantité de la  $k^{\text{ième}}$  caractéristique échangée sur le marché pour l'observation  $j$  :

$$\frac{dP_j}{dx_k} = P_j \beta_k \quad (0.25)$$

Le consentement marginal à payer pour une variation marginale de la productivité d'une concession sera alors estimé en faisant varier le prix en fonction de variations des caractéristiques de la concession :

$$CMP = \frac{\partial p}{\partial x_k} = \frac{\partial f}{\partial x_k}(x) \quad (0.26)$$

On détermine ainsi les élasticités des différents facteurs. Ces élasticités traduisent l'effet d'un changement de prix provoqué par une modification d'un des facteurs.

A partir des caractéristiques de la demande de concessions, il est alors possible d'estimer la fonction de demande inverse :

$$CMP = \sum_{k=1}^K \beta_k x_{kj} + \phi C_i + \varepsilon_j \quad (0.27)$$

où :  $C_i$  représente les caractéristiques de la demande de concession (chiffre d'affaires, etc.)

En intégrant la fonction (0.27) on peut évaluer les bénéfices liés à un gain marginal de productivité d'une concession.

$$\Delta S = \int_a^b CMP dx_k \quad (0.28)$$

où :  $x_k$  est une caractéristique principale de la concession  $j$

Le cadre théorique étant celui-ci, il s'applique parfaitement à la problématique ostréicole arcachonnaise caractérisée par une dépendance forte au milieu naturel qui se manifeste de différentes façons.

Une première manifestation de cette dépendance réside dans le fait que le milieu naturel détermine la disponibilité des ressources biologiques marines que sont les huîtres, aussi bien d'un point de vue quantitatif que qualitatif. D'un point de vue quantitatif, le milieu naturel, et plus précisément la température, détermine la quantité de naissain qu'il sera



possible de capter. En effet, la température intervient dans le déclenchement des frais mais aussi dans la survie larvaire. Plus les frais sont importants, plus le nombre de larves est élevé. Des taux de survie élevés de ces larves permettront alors à l'ostréiculteur d'avoir potentiellement un captage important. D'un point de vue qualitatif, le milieu naturel, à travers entre autres la disponibilité des ressources trophiques, détermine la croissance et la survie des huîtres. Ainsi l'histoire de l'ostréiculture dans le Bassin d'Arcachon a prouvé qu'une surcharge des parcs pouvait générer des effets pervers conduisant au final à une réduction du potentiel de croissance des huîtres du fait d'une capacité trophique limitée. Cette surcharge avait alors eu pour effet de porter à 5 ans la durée du cycle de production. Si ce dernier aspect ne peut aujourd'hui se reproduire en raison de la réglementation qui limite les densités en élevage, d'autres manifestations de la dépendance au milieu naturel de l'ostréiculture sont présentes. Certaines ont toujours existé, comme par exemple la présence de prédateurs et de compétiteurs trophiques qui sont des causes de mortalité « naturelles ». D'autres sont davantage contemporaines et sont liées entre autres aux variations de la qualité de la ressource en eau. Cette dernière, qui se doit d'être d'un niveau suffisant, peut être altérée par la présence croissante d'activités concurrentes en termes d'utilisation de l'espace. En effet, l'ostréiculture doit coexister avec diverses activités (nautisme, pêche, etc.) sur un espace semi-clos et limité dans ses dimensions qu'est le Bassin d'Arcachon. La qualité de l'eau peut également être modifiée par les différents apports en eau douce issus des bassins versants.

Une seconde manifestation de cette dépendance de l'activité ostréicole au milieu naturel s'explique pour deux raisons. La première est la sensibilité du milieu naturel justifiant l'appartenance des parcelles au Domaine Public Maritime. Ce régime protecteur empêche toute appropriation privée des parcelles. Les ostréiculteurs bénéficient donc d'un droit d'usage et non pas d'un droit de propriété. La conséquence est que le droit d'usage ne peut être introduit dans le capital de l'entreprise alors même qu'il existe un marché des concessions. Les concessions ne sont donc pas valorisées dans le patrimoine de l'entreprise, ce qui peut peser fortement sur le potentiel de développement économique des entreprises. La seconde raison est que le milieu naturel détermine la productivité naturelle de la parcelle. En effet, peu importe les facteurs de production mobilisés, la production sera mauvaise voire nulle si les conditions environnementales ne sont pas favorables.

Tout au long du processus productif, le milieu naturel peut donc être considéré comme une source d'externalités, positives ou négatives.

Actuellement, le milieu naturel est considéré davantage comme une source d'externalités négatives par les ostréiculteurs arcachonnais. Ces externalités négatives se manifestent par une insuffisance de captage de naissain, des surmortalités estivales touchant tous les stades de développement des animaux et qui peuvent remettre en cause l'avenir de l'ostréiculture. La disparition de l'ostréiculture, outre son aspect économique, pourrait affecter l'image tout entière du Bassin d'Arcachon. Emblème du Bassin, l'ostréiculture est un patrimoine qu'il s'agit de préserver.

Cette préservation passe par la mesure du poids de la contrainte environnementale. Seule cette mesure permettra d'envisager des solutions de maintien de l'activité et donc de préservation de la valeur patrimoniale de cette dernière. Notre travail, subdivisé en trois parties, s'attache donc à mesurer le poids du milieu naturel dans le processus productif et mais aussi dans son aspect de déterminant de la productivité des exploitations.

La première partie est consacrée à l'étude des entreprises ostréicoles arcachonnaises à partir des données du Recensement National de la Conchyliculture. L'objectif est de dresser une typologie des exploitations afin de mieux connaître les spécificités de l'ostréiculture arcachonnaise. En outre, il sera fait appel dans cette partie aux méthodes d'analyse de données et de classification sous une forme peu classique dans le sens où la typologie ne sera pas déduite d'une unique analyse de données et d'une classification mais passera par la création de variables synthétiques qui elles permettront de dresser la typologie. Cette dernière sera complétée par une modélisation économétrique permettant de valider la démarche précédente mais également d'en approfondir les résultats.

La deuxième partie débutera l'analyse de la dépendance de l'ostréiculture au milieu naturel à partir de l'étude de la reproduction du naissain d'huître creuse. L'approche par la fonction de production sera mobilisée afin de déterminer dans quelle mesure le milieu naturel peut contraindre la reproduction et quelles conséquences une modification des conditions environnementales de production peut avoir sur l'activité. Il s'agira de reconstituer un cycle de production dans son entier, du captage au commerce des huîtres sous marquage sanitaire et de déterminer les variations de la production liées à cette modification en différenciant les entreprises ostréicoles par types d'activités pratiquées. Une modélisation économétrique viendra compléter cette analyse les déterminants des différences de sensibilité des entreprises ostréicoles arcachonnaises.

La troisième et dernière partie s'intéressera au foncier conchylicole. L'utilisation de la méthode des prix hédoniques va nous permettre d'évaluer la composante environnementale

des prix des ostréicoles mais aussi de décomposer cette dernière. Ainsi, nous montrerons que les prix des terres concessions sont le résultat de la combinaison d'un ensemble de facteurs, dont la plupart sont liés au milieu naturel.

**PARTIE 1**

**LES ENTREPRISES OSTREICOLES  
ARCACHONNAISES**



# INTRODUCTION DE LA PARTIE 1

---

Comme le souligne Ansart (1991), l'ostréiculture est une activité économique à part entière dont l'étude nécessite que soient appréhendées les entreprises qui la composent, celles-ci constituant la cellule de base reflétant au mieux la réalité économique d'une activité.

A cette fin, nous disposons des données du premier Recensement National de la Conchyliculture réalisé en 2002 et portant sur l'activité de 2001. Les recensements ont comme particularité de recueillir une grande quantité de données qui ne permet donc pas l'utilisation de simples statistiques descriptives pour décrire les entités étudiées.

L'objectif de cette première partie est alors de mettre en place une méthodologie permettant d'exploiter au mieux la multitude d'informations issues de ce recensement, de mettre en évidence quelques traits caractéristiques des entreprises ostréicoles arcachonnaises sans pour autant perdre en précision.

Les méthodes privilégiées dans ces cas sont l'utilisation des outils de l'analyse des données et des méthodes de classifications. En effet, ces méthodes permettent de réduire les dimensions d'observation des données. Néanmoins, les variables que l'on peut dégager d'un recensement sont souvent trop nombreuses et/ou concernent un trop grand nombre de caractéristiques difficilement appréhendables simultanément sans risquer de perdre en précision et cohérence. Il est donc nécessaire de tenir compte de ces contraintes et d'utiliser une démarche différente de celle consistant à réaliser une unique analyse de données puis une unique classification.

Le Chapitre 1 sera consacré à présenter la méthode choisie pour traiter les données du recensement. Après avoir regroupé nos différentes variables selon des thématiques, nous procéderons à une Analyse des Correspondances Multiples sur chacun des thèmes dégagés puis nous réaliserons une Classification Ascendante Hiérarchique également sur chacune des thématiques. Cela nous permettra d'obtenir une synthèse de l'information disponible grâce au recensement selon chacune des thématiques.

A partir des résultats obtenus au Chapitre 1, nous dresserons dans le Chapitre 2 une typologie des entreprises ostréicoles arcachonnaises, en considérant que chaque thématique est une variable synthétique dont les modalités sont les classes de la partition. Pour cela, nous procéderons à une nouvelle Analyse des Correspondances Multiples et à une nouvelle Classification Ascendante Hiérarchique. L'introduction d'une variable illustrative dans la

dernière classification nous permettra alors de dégager une typologie d'entreprises en fonction de cette variable. Cette variable illustrative fera ensuite l'objet d'une modélisation économétrique qui nous permettra de confirmer les résultats de la typologie.

# **Chapitre 1 :**

## **Analyse des informations issues du Recensement National de la Conchyliculture et description des entreprises arcachonnaises**

---

Ce chapitre a pour but de décrire les entreprises ostréicoles arcachonnaises en fonction de différents éléments à partir des données issues du Recensement National de la Conchyliculture. En raison de la quantité importante d'informations récoltées lors du Recensement, il est nécessaire de mobiliser les outils de l'analyse de données afin de réduire les dimensions d'observation des données. Cela passe par l'utilisation de l'Analyse des Correspondances Multiples (section 1) puis de la Classification Ascendante Hiérarchique (section 2).

### **1. L'Analyse des Correspondances Multiples appliquée aux données du recensement.**

De façon générale, l'analyse des données est une technique permettant d'étudier efficacement de grandes masses complexes d'informations.

L'objet principal de l'analyse de données est d'étudier les grandes masses d'informations en représentant un tableau complexe et multidimensionnel dans un espace sous la forme d'un nuage de points puis de chercher à visualiser le nuage obtenu sur les meilleurs plans possibles. Il s'agit de réduire les dimensions d'observation des données afin d'obtenir des indications visibles et interprétables à l'œil humain.

Le principe de toute technique d'analyse de données est alors de convertir des données complexes en images synthétiques, images sur lesquelles on va pouvoir observer les principales structures des données et diminuer les aspects marginaux ou ponctuels qui pourraient nuire à l'image globale. L'analyse de données est donc un outil de synthèse.

Il existe plusieurs techniques d'analyse des données, le choix de l'une étant généralement motivé par le type de données à étudier. Ces techniques sont entre autres l'Analyse en Composantes Principales, l'Analyse Factorielle des Correspondances ou l'Analyse des Correspondances Multiples.



Pour le cas qui nous concerne, nous nous intéresserons à l'Analyse des Correspondances Multiples. Cette méthode est généralement utilisée dans l'étude des variables qualitatives. Les principes de cette méthode ont été exposés notamment par Guttman (1941), Burt (1950), Benzécri (1973b) ou encore Escofier & Pagès (2008) dont nous avons repris la présentation des aspects techniques de l'ACM, sauf mention contraire. Nous reviendrons par la suite sur les objectifs de l'Analyse des Correspondances Multiples.

### *1.1. Données utilisées*

Les données utilisées ici sont issues du Recensement National de la Conchyliculture (RNC, 2002) effectué en 2002 et portant sur l'activité de l'année 2001. Il s'agit d'une enquête du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et de la Ruralité.

Ce premier<sup>33</sup> recensement a permis de recueillir tout un ensemble d'informations relatives à l'activité conchylicole et aux entreprises qui la pratiquent. Il a concerné toutes les entreprises françaises liées à cette activité. Ainsi, il a pu être dégagé des informations relatives aux pratiques, aux productions, à la main d'œuvre...

La France comptait au moment du recensement 3 751 entreprises conchylicoles dont 369 situées sur le Bassin d'Arcachon. Ce sont ces 369 entreprises qui vont faire l'objet de notre étude.

Le questionnaire utilisé comportait 160 questions environ – pouvant elles-mêmes être subdivisées en sous-questions. La saisie des réponses a donné lieu à l'obtention de 640 variables. Après un long travail d'appropriation et de tri des données, il a été possible de retenir 130 variables<sup>34</sup>.

#### *1.1.1. Le regroupement des variables en thèmes.*

Il est évident qu'il aurait été intéressant de réaliser une typologie des entreprises à partir d'une unique Analyse des Correspondances Multiples portant sur toutes les variables retenues. Néanmoins, tenter de révéler quelques types d'entreprises à partir d'un nombre aussi important de variables aurait sans doute conduit à une perte d'information considérable. En

---

<sup>33</sup> Le recensement de 2002 est en effet le premier recensement conchylicole concernant la totalité de l'activité française. Un premier recensement de l'ostréiculture girondine avait toutefois été réalisé en 1972 à titre pilote, dans la perspective d'une éventuelle extension à l'ensemble de la production française.

<sup>34</sup> Principalement, les variables non retenues ne concernaient pas le Bassin d'Arcachon.

effet, les entreprises auraient peut-être été regroupées à partir d'une petite fraction des variables disponibles.

Initialement, le questionnaire utilisé pour le recensement était construit de telle sorte que les variables étaient regroupées en 42 thèmes concernant aussi bien l'identité de l'entreprise que ses ventes. Néanmoins, il a été nécessaire de modifier la structuration de la base de données car il paraissait, pour notre échantillon, plus opportun de regrouper certaines informations sous un même thème alors qu'initialement ce n'était pas le cas. Ainsi, les variables relatives aux mortalités ont été regroupées ensembles sous un thème du même nom plutôt que d'être conservées telles qu'elles apparaissaient initialement, à savoir parmi les informations relatives à chacune des espèces. Nous avons donc préféré une approche en termes de caractéristiques plutôt qu'en termes d'espèces de coquillages le but étant essentiellement de caractériser les entreprises et non pas les productions.

Le nombre total de variables créées par le recensement est de 640. Pour l'analyse des entreprises ostréicoles arcachonnaises, 130 variables ont été retenues. En raison du nombre important de variables à traiter, il ne nous a pas paru opportun d'appliquer les méthodes d'analyses de données sur l'ensemble des variables simultanément. Il a donc été dégagé 13 thèmes qui seront étudiés distinctement (Tableau 1-1). La solution consistant à étudier chaque thème un à un, est selon Pagès (2002) une méthodologie « *excellente et éprouvée* ».

Il sera donc effectué autant d'Analyses des Correspondances Multiples que de thèmes présents.

**Tableau 1-1 – Thèmes issus du recensement**

CODES <sup>35</sup> ET SIGNIFICATION DES THEMES		DESCRIPTION SOMMAIRE
GES (11)	Gestion	Type de gestion, assurances, imposition...
INFCE (6)	Informations relatives au chef d'entreprise	Age, état matrimonial, profession principale...
FORMACE (4)	Formation du chef d'entreprise	Formation initiale, formation continue...
MO (22)	Main d'œuvre	Temps de travail, type de main d'œuvre...
EQBAT (5)	Equipement en bâtiment	Bassins, installations pour le stockage...
EQMAT (13)	Equipement en matériel	Véhicules, bateaux, chaînes de tri...

<sup>35</sup> Le nombre entre parenthèses correspond au nombre de variables composant le thème.

STRU (21)	Structure	Destination des établissements, des parcelles...
SURF (8)	Surfaces	Surfaces sur le Domaine Public Maritime, sur le domaine privé
CAPT (8)	Captage du naissain d'huîtres creuses	Type de collecteurs utilisés...
MORT (8)	Mortalités et prédation	Taux de mortalités, stades de croissance concernés...
CHC (8)	Commercialisation des huîtres creuses	Circuits de commercialisation utilisés pour les huîtres creuses...
CHP (7)	Commercialisation des huîtres plates	Circuits de commercialisation utilisés pour les huîtres plates...
CPL (3)	Commercialisation des palourdes	Circuits de commercialisation utilisés pour les palourdes...
NAIS (4)	Naissain d'huîtres creuses	Naissain produit, acheté, vendu...
PA (4)	Production apparente	Coquillages produits, achetés, vendus...

Le regroupement en thèmes n'est cependant pas la seule manipulation qui a été nécessaire pour réaliser une typologie des entreprises. En effet, le type de variable n'était pas unique et il a donc fallu modifier certaines variables qui, dans leur format initial, ne se prêtaient pas à une Analyse des Correspondances Multiples.

### 1.1.2. Type de variables et choix de la technique d'analyse.

Fréquemment, parmi les variables dont on dispose après un recensement, certaines sont qualitatives, d'autres quantitatives. Leur analyse conjointe doit alors faire appel à une méthode spécifique d'analyse des données, l'Analyse Factorielle de Données Mixtes ou AFDM.

Cependant, cette technique est essentiellement utilisée lorsque le nombre d'individus est faible. En effet, lorsque cela est le cas, l'Analyse des Correspondances Multiples est rendue instable et est donc délaissée au profit de l'AFDM. Généralement, on considère qu'en-deçà de 100, le nombre d'individus n'est pas suffisant pour assurer la stabilité de l'ACM.

De même, lorsque le nombre de variables qualitatives est faible comparativement au nombre de variables quantitatives, on peut utiliser l'Analyse en Composantes Principales ou ACP. Néanmoins, l'ACP ne fournit que des résultats tenant compte de liaisons linéaires. Cette

technique, de même que l'Analyse Factorielle Multiple<sup>36</sup> qui est basée sur une ACP, ne sera donc pas utilisée si l'on cherche à mettre en évidence des liaisons non linéaires.

En ce qui nous concerne, nous disposons de 369 individus ; l'utilisation de l'AFDM n'est donc pas une nécessité. De plus, nous ne cherchons pas à mettre en évidence des liaisons linéaires entre les individus de notre échantillon mais plutôt à observer l'existence ou non de proximité entre individus afin de réaliser une typologie de ces derniers. L'utilisation de l'Analyse des Correspondances Multiples est donc tout à fait justifiée ici.

Pour ce faire, il est nécessaire d'effectuer sur les données quantitatives continues<sup>37</sup> des manipulations afin de les présenter sous forme qualitative, l'Analyse des Correspondances Multiples ne supportant en variables actives que ce type de forme. Cela nous permettra d'homogénéiser les variables que nous soumettrons ensuite aux ACM. Il est d'ailleurs très courant que les variables qualitatives étudiées dans une ACM résultent d'une transformation de variables numériques. Les variables quantitatives continues seront donc transformées en variables qualitatives par un codage en classes. Ce codage va néanmoins réduire l'information traitée – l'appartenance à une classe ou un intervalle étant moins précise qu'une valeur numérique – mais paradoxalement, cela va permettre d'augmenter la richesse du résultat par la mise en évidence de liaisons non linéaires entre les variables.

### 1.1.3. Le codage des variables quantitatives continues en classes.

On appelle *codage* la construction, à partir de données brutes, d'un tableau prêt à être analysé. Ce codage est essentiel et détermine la finesse des résultats. Ainsi, un mauvais codage peut conduire à un écart des variables qui auraient été pertinentes dans l'analyse mais qui ont été abandonnées du fait de la faiblesse de l'effectif de leurs modalités par exemple. En ce sens, le problème du choix des classes est un problème de codage. Il n'y a pas de méthode systématique pour réaliser un codage. La pratique et la théorie ont cependant mis en évidence un certain nombre de principes qu'il est important de respecter.

---

<sup>36</sup> Pour les mêmes raisons que nous ne retenons pas l'Analyse en Composantes Principale, nous écartons l'Analyse Factorielle Multiple comme méthode d'analyse de nos données. En effet, cette dernière est basée sur l'ACP.

<sup>37</sup> La question se pose moins pour les variables quantitatives discrètes dont le codage s'effectuera relativement à la valeur de l'observation. Ainsi, si un individu possède par exemple deux chaînes de tri avec calibrage, la modalité de la nouvelle variable qualitative *nombre de chaîne de tri avec calibrage* correspondant à cela sera représentée par le chiffre 2.

Coder une variable quantitative afin d'en disposer sous la forme d'une variable qualitative, consiste à découper son intervalle de variation en sous-intervalles définissant alors autant de modalités de la variable. Il faut ensuite définir d'une part, le nombre de classes et d'autre part, les bornes de ces classes, procédés qui généralement sont effectués simultanément.

La question qui se pose alors ici est de savoir quel nombre de classes conduira à un découpage optimal de la variable. En effet, le choix du nombre de classes peut modifier la qualité de l'information que l'on obtiendra à l'issue de l'analyse et ce, en produisant soit une information trop générale, ou au contraire, une information trop détaillée.

Si le choix du codage d'une variable en un nombre de classes réduit rend l'analyse plus aisée, il peut être néanmoins préjudiciable car le regroupement conduit alors à réunir ensemble des individus de plus en plus différents et de ce fait, une part de l'information est « noyée dans la masse ». On aboutira ainsi à des résultats mettant en évidence des phénomènes très généraux, les modalités constituées par les sous-intervalles recouvrant des situations très variées. De façon réciproque un grand nombre de classes peut faire apparaître des liaisons très particulières entre quelques modalités ce qui ne sera pas sans effet sur les résultats de l'ensemble de l'analyse. Mais le risque le plus évident c'est que cela peut conduire à créer des modalités dont les effectifs seront faibles.

De plus, l'ACM comme toute technique d'analyse des données est généralement utilisée pour synthétiser une information trop vaste. Or, chaque variable intervient dans l'analyse par le sous-espace de dimension  $r - 1$  engendré par ses modalités. Lorsque l'on augmente  $r$ , le nombre de facteurs sur lesquels une variable peut influencer augmente et l'aspect synthétique de l'analyse n'est pas amélioré, bien au contraire.

Escofier & Pagès (2008) indiquent que l'expérience montre qu'il n'est pas utile de dépasser le nombre de 8 modalités dans le codage qualitatif des variables quantitatives continues et que 4 ou 5 classes sont souvent bien suffisantes.

Néanmoins, en matière de choix du nombre de classe, ce sera la pertinence du découpage qui devra guider l'utilisateur dans son choix. En effet, il peut arriver que les nécessités de l'analyse conduisent à un codage des variables quantitatives continues en plus de 10 classes. De plus, le nombre de classes peut être lié fortement au choix des classes c'est-à-dire le choix entre classes de même effectif ou classes de même amplitude. C'est ici la question du choix de la taille des classes.

Pour certaines variables quantitatives continues, il existe des seuils naturels qui vont pouvoir être utilisés pour le choix des classes. Escofier & Pagès (2008) illustrent ce cas par l'exemple de l'âge du départ à la retraite qui est une limite naturelle. De même, l'âge de la majorité en est une autre.

Pour les variables quantitatives continues ne présentant pas de seuils naturels, on va étudier leur répartition. Pour cela, il est nécessaire de construire un histogramme avec de nombreuses classes. Les « creux » dans la répartition suggèreront alors des coupures de l'intervalle de variation nous permettant ainsi de former les classes.

Il arrive cependant que les deux techniques citées précédemment ne puissent être utilisées ou n'aboutissent pas à un découpage pertinent. Il est nécessaire alors de réaliser un découpage systématique de l'intervalle de variation. Cette procédure oblige néanmoins à respecter un principe, celui d'obtenir des classes de même effectif plutôt que des intervalles de même amplitude.

Il existe des justifications théoriques à cette pratique ; d'une part, les modalités représentant un ensemble d'individus, il est souhaitable, pour que leur comparaison ait un sens, que ces ensembles soient analogues du point de vue de leur effectif. D'autre part, cette procédure évite que le découpage en classes des variables quantitatives continues n'aboutisse à l'obtention de modalités de faibles effectifs qui peuvent venir perturber la stabilité de l'analyse qui en sera faite.

Des seuils naturels n'apparaissant pas, le principe qui a été retenu pour le découpage en classes des variables quantitatives continues<sup>38</sup> est celui de l'amplitude, celui de l'effectif n'étant pas approprié ici. Cependant, certaines classes issues de ce découpage ont été regroupées afin de limiter le nombre de modalités de faibles effectifs.

## 1.2. *Application de l'Analyse des Correspondances Multiples*

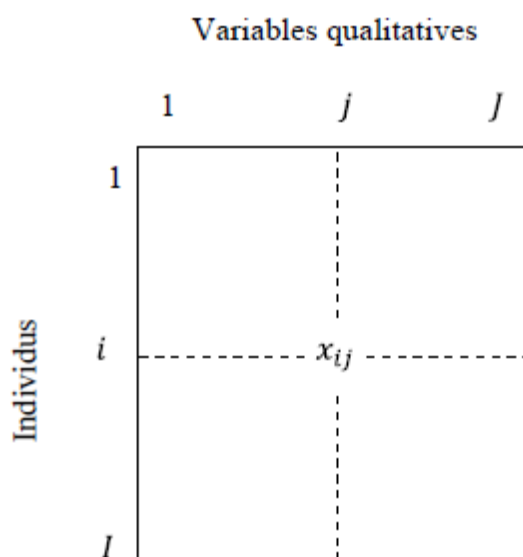
L'ACM permet d'étudier une population de  $I$  individus décrits par  $J$  variables qualitatives. Après codage, les données peuvent être rassemblées dans un tableau du type *Individus*  $\times$  *Variables*. Les lignes représentent les individus, et les colonnes représentent les variables. ; ainsi, à l'intersection de la ligne  $i$  et de la colonne  $j$  se trouve la valeur  $x_{ij}$  de

---

<sup>38</sup> Pour les variables quantitatives discrètes le codage a été effectué relativement à la valeur de l'observation.

l'individu  $i$  pour la variable  $j$ . Ce type de mise en forme est appelé codage condensé (Figure 1-1).

**Figure 1-1 – Tableau de données sous forme de codage condensé**



Naturellement, même lorsque ce sont des nombres, les valeurs  $x_{ij}$  sont des codifications qui ne possèdent pas de propriétés numériques. Les tableaux *Individus*  $\times$  *Variables qualitatives* possèdent des spécificités et leur analyse factorielle nécessite une méthode spécifique.

Il existe d'autres modes de représentation des données avant analyse factorielle qui ne seront pas passés en revue ici tels que le Tableau Disjonctif Complet, l'Hypertableau de Contingence ou encore le Tableau de Burt<sup>39</sup> (Lebart, *et al.*, 2000).

### 1.2.1. Principes et objectifs de l'Analyse des Correspondances Multiples.

L'objet même de l'analyse des données va être de représenter un tableau complexe et multidimensionnel dans un espace sous la forme d'un nuage de points puis de chercher à visualiser le nuage obtenu sur les meilleurs plans possibles. Le principe de base consiste donc à réduire les dimensions d'observation des données afin d'obtenir des indications visibles et interprétables à l'œil humain.

<sup>39</sup> Pour une description détaillée de ces formes de présentation des données, le lecteur pourra se reporter aux ouvrages de Escofier & Pagès (2008) et Lebart, *et al.*, (2000).

Les objectifs de l'Analyse des Correspondances Multiples sont l'étude des variables, l'étude des liaisons entre les variables et l'étude des modalités permettant de dresser un bilan des ressemblances des entités étudiées.

Etudier les individus par l'intermédiaire d'une ACM revient à comparer les individus entre eux afin d'établir une typologie de ceux-ci. Cette typologie va s'appuyer sur une notion de ressemblance telle que deux individus seront d'autant plus proches<sup>40</sup> qu'ils auront de modalités communes.

L'ACM permet d'étudier un grand nombre d'individus sous différents aspects, ces aspects correspondant en fait aux variables. Ainsi, lors d'une enquête relative aux conditions de logement par exemple, on étudiera les « proximités » entre les individus au travers de la variable CSP ou revenu. Les individus seront alors étudiés au travers des classes définies par les variables et une analyse des individus au travers de ces classes doit être telle que deux classes se ressemblent d'autant plus que leurs profils de répartition sur l'ensemble des modalités sont proches.

La mesure de la ressemblance de deux individus se fait au travers du calcul de la distance entre ces deux individus.

Soit  $h$  et  $i$  deux individus caractérisés par  $J$  variables qualitatives. La distance entre ces deux individus nous est alors donnée par :

$$d^2(h, i) = \frac{1}{J} \sum_{k=1}^K \frac{I}{I_k} (x_{hk} - x_{ik})^2 \quad (1.1)$$

où :  $I$  est le nombre d'individus

$K$  le nombre total de modalités

et  $I_k$  le nombre d'individus possédant la modalité  $k$

Une modalité  $k$  est représentée par le profil de la colonne  $k$ . Ce dernier ressemble d'autant plus au profil moyen que l'effectif de la modalité est grand. La distance entre deux modalités  $k$  et  $l$  est définie par :

$$d^2(k, l) = \sum_{i=1}^I I \left( \frac{x_{ik}}{I_k} - \frac{x_{il}}{I_l} \right)^2 \quad (1.2)$$

---

<sup>40</sup> Cette notion de proximité sera précisée par la suite.



Un élément (ligne ou colonne) influence la construction des axes par l'intermédiaire de son inertie par rapport au centre de gravité. L'inertie de  $k$  par rapport à  $G_k$ s'écrit :

$$\frac{1}{J} \left( 1 - \frac{I_k}{I} \right) \quad (1.3)$$

Ainsi, l'inertie totale du nuage vaut  $(K/J) - 1$ .

La contribution d'une variable à l'inertie d'un facteur est la somme des contributions de toutes ses modalités. Elle permet aussi de mesurer la liaison (rapport de corrélation) avec le facteur.

### 1.2.2. Démarche de l'Analyse des Correspondances Multiples

Nous allons ici présenter la démarche permettant de réaliser l'ACM du thème *Gestion*<sup>41</sup>.

Pour réaliser notre analyse des données au travers d'une Analyse des Correspondances Multiples, nous avons utilisé la procédure *CORMU* du logiciel SPAD<sup>42</sup>. Les variables actives et leurs modalités respectives choisies pour l'étude de ce thème sont présentées dans le Tableau 1-2.

Les variables actives sont celles qui en fait participent à la construction des axes factoriels. Toutes les autres variables de notre base de données sont introduites en tant que variables illustratives. Elles ne participent donc pas à la formation des axes mais peuvent toutefois permettre d'illustrer les différents axes, de mettre en évidence des proximités entre les variables.

L'ensemble des individus – les 369 entreprises – sont conservés et ont un poids uniforme.

<sup>41</sup> Le choix de présenter la démarche pour le thème *Gestion* et pas un autre n'a d'autre justification que ce thème est le premier abordé dans le questionnaire du recensement. La même démarche a été appliquée sur les autres thèmes.

<sup>42</sup> SPAD version 7 de chez COHERIS. Il existe d'autres logiciels permettant de réaliser le même type d'analyse comme par exemple le module FactoMineR du logiciel libre R.

**Tableau 1-2 – Variables et modalités actives du thème Gestion**

VARIABLES	MODALITES
<i>STATUT – Statut de l’entreprise</i>	EARL – EARL ENP – Entreprise en nom propre GAEC – GAEC GDF – Groupement de fait PCPM – Pour le compte d’une autre personne morale SC – Société civile SCL – Société commerciale
<i>CENTGEST – Adhésion de l’entreprise à un centre de gestion agréé ou non</i>	YCGT – Oui NCGT – Non
<i>RGESTCT – Raison de l’utilisation d’un micro-ordinateur</i>	GCE – Gestion comptable et économique GCET – Gestion comptable, économique et technique GT – Gestion technique SOGE – Sans objet
<i>TVA – Régime de TVA</i>	R – TVA au réel RF – Remboursement forfaitaire SOTV – Sans objet
<i>RI – Régime d’imposition des bénéfices tirés de l’activité conchylicole</i>	IS – Impôt sur les sociétés BIC – Bénéfices industriels et commerciaux AUI – Autre régime d’imposition des bénéfices BAFC – Bénéfices agricoles : forfait collectif BARS – Bénéfices agricoles : réel simplifié BART – Bénéfices agricoles : régime transitoire BAAU – Bénéfices agricoles : réel normal SORI – Sans objet
<i>COMPTA – Type de comptabilité</i>	CG – Comptabilité de gestion ERD – Enregistrement des recettes et des dépenses ZCPT – Ni l’un, ni l’autre
<i>ASSURBT – Possession d’une assurance couvrant les bâtiments</i>	TOT – Oui, en totalité PART – Oui, en partie ZABT – Non
<i>ASSURBAT – Possession d’une assurance couvrant les bateaux</i>	ALL – Oui, tous ZABA – Non SOAB – Sans objet
<i>ACTLUCR – Existence ou non d’activités liées au tourisme</i>	YLVC – Oui NLVC – Non
<i>THE – Pratique ou non de travaux effectués à façon hors de l’entreprise</i>	YTHE – Oui NTHE – Non
<i>ANCEC – Année de création de l’entreprise dans son statut actuel</i>	ANV – Avant 1970 ANMV – Années 70 ANM – Années 80 ANMJ – Années 90 ANJ – Après 2000

## 1.2.2.1. Apurement des modalités actives

Pour cette analyse, nous avons choisi un seuil d'apurement de 0,5%. L'apurement permet de s'affranchir – artificiellement – des modalités de faibles effectifs qui pourraient avoir des effets perturbateurs sur l'analyse.

Il arrive fréquemment en effet que le recueil des données conduise à se retrouver avec des modalités dont l'effectif est faible. Cela peut s'expliquer pour différentes raisons ; ce peut être dû à l'hétérogénéité de la population étudiée ou encore, si un questionnaire est à l'origine de l'acquisition des données, à une mauvaise formulation de questions ou la présence de questions non pertinentes.

Pour gérer le problème des modalités de faibles effectifs, il existe des techniques de traitement. Quelques unes de ces techniques ont fait l'objet de deux publications de Benali (1986) et Benali & Escofier (1987). Pour notre part, nous avons conservé la technique présente par défaut dans SPAD, et nous avons fait varier le seuil d'apurement en fonction des modalités que nous voulions conserver. C'est pour cela d'ailleurs que tous les thèmes analysés ne l'ont pas été sur la base d'un même seuil d'apurement. Le Tableau 1-3 présente le tri à plat des questions actives.

**Tableau 1-3 – Tri à plat des variables actives du thème Gestion**

VARIABLES ACTIVES	EFFECTIF AVANT APUREMENT	EFFECTIF APRES APUREMENT
<i>STATUT – Statut de l'entreprise</i>		
EARL – EARL	14	14
ENP – Entreprise en nom propre	306	306
GAEC – GAEC	21	22
GDF – Groupement de fait	9	9
PCPM – Pour le compte d'une autre personne morale	1	<i>Ventilée</i>
SC – Société civile	15	15
SCL – Société commerciale	3	3
<i>CENTGEST – Adhésion de l'entreprise à un centre de gestion agréé ou non</i>		
YCGT – Oui	236	236
NCGT - Non	133	133
<i>RGESTCT – Raison de l'utilisation d'un micro-ordinateur</i>		
GCE – Gestion comptable et économique	63	63
GCET – Gestion comptable, économique et technique	5	5
GT – Gestion technique	11	11
SOGE – Sans objet	290	290

CHAPITRE 1

VARIABLES ACTIVES	EFFECTIF AVANT APUREMENT	EFFECTIF APRES APUREMENT
<i>TVA – Régime de TVA</i>		
R – TVA au réel	242	242
RF – Remboursement forfaitaire	125	125
SOTV – Sans objet	2	2
<i>RI – Régime d'imposition des bénéfices tirés de l'activité conchylicole</i>		
IS – Impôt sur les sociétés	5	6
BIC – Bénéfices industriels et commerciaux	1	Ventilée
AUI – Autre régime d'imposition des bénéfices	1	Ventilée
BAFC – Bénéfices agricoles : forfait collectif	214	215
BARS – Bénéfices agricoles : réel simplifié	107	107
BART – Bénéfices agricoles : régime transitoire	2	3
BAAU – Bénéfices agricoles : réel normal	38	38
SORI – Sans objet	1	Ventilée
<i>COMPTA – Type de comptabilité</i>		
CG – Comptabilité de gestion	229	229
ERD – Enregistrement des recettes et des dépenses	122	122
ZCPT – Ni l'un, ni l'autre	18	18
<i>ASSURBT – Possession d'une assurance couvrant les bâtiments</i>		
TOT – Oui, en totalité	363	363
PART – Oui, en partie	2	2
ZABT – Non	4	4
<i>ASSURBAT – Possession d'une assurance couvrant les bateaux</i>		
ALL – Oui, tous	364	364
ZABA – Non	3	3
SOAB – Sans objet	2	2
<i>ACTLUCR – Existence ou non d'activités liées au tourisme</i>		
YLVC – Oui	49	49
NLVC - Non	320	320
<i>THE – Pratique ou non de travaux effectués à façon hors de l'entreprise</i>		
YTHE – Oui	7	7
NTHE – Non	362	362
<i>ANCEC – Année de création de l'entreprise dans son statut actuel</i>		
ANV – Avant 1970	35	35
ANMV – Années 70	62	62
ANM – Années 80	95	95
ANMJ – Années 90	138	138
ANJ – Après 2000	39	39

Ici, les modalités renseignées par un seul individu ont été supprimées et les individus concernés ont été ventilés vers d'autres modalités.

Dans le cas où des modalités ont été ventilées, il est tout de même prudent de vérifier si les coordonnées des modalités actives sont proches de celles de ces mêmes modalités placées en illustratif à partir des données non-apurées. Si ces coordonnées ont des valeurs différentes, cela signifie que la ventilation a notablement affecté la répartition des individus. Le Tableau 1-4 et le Tableau 1-5 nous montrent que les coordonnées des deux variables dont certaines modalités ont été ventilées ont des valeurs très légèrement différentes. Ceci nous confirme que le seuil d'apurement à 0,5% était acceptable.

**Tableau 1-4 – Comparaison des coordonnées des modalités de la variable *STATUT* avant et après apurement au seuil de 0,5%**

STATUT	Coordonnées des modalités actives (après apurement au seuil de 0,5%)		Coordonnées des modalités actives (avant apurement au seuil de 0,5%)	
	AXE 1	AXE 2	AXE 1	AXE 2
EARL	1,36	-0,52	1,36	-0,52
ENP	-0,20	-0,10	-0,20	-0,10
GAEC	0,98	-0,24	1,07	-0,22
GDF	0,12	-0,06	0,12	-0,06
PCPM	Ventilée	Ventilée	-0,83	-0,69
SC	1,11	1,06	1,11	1,06
SCL	0,70	9,07	0,70	9,07

**Tableau 1-5 – Comparaison des coordonnées des modalités de la variable *RI* avant et après apurement au seuil de 0,5%**

RI	Coordonnées des modalités actives (après apurement au seuil de 0,5%)		Coordonnées des modalités actives (avant apurement au seuil de 0,5%)	
	AXE 1	AXE 2	AXE 1	AXE 2
IS	0,44	7,15	0,89	7,28
BIC	Ventilée	Ventilée	-1,77	6,46
AUI	Ventilée	Ventilée	-1,27	-1,06
BAFC	-0,62	-0,08	-0,62	-0,08
BARS	0,87	-0,16	0,87	-0,16
BART	-0,09	-0,72	0,50	-0,54
BAAU	0,98	-0,13	0,98	-0,13
SORI	Ventilée	Ventilée	-0,83	-0,69

## 1.2.2.2. Valeurs propres

La première information pour notre analyse fournie par la procédure *CORMU* est le tableau des valeurs-propres. Le Tableau 1-6 des valeurs propres peut aider à déterminer le nombre d'axes factoriels à conserver.

**Tableau 1-6 – Tableau des valeurs propres de l'ACM du thème Gestion**

NUMERO <sup>43</sup>	VALEUR PROPRE	POURCENTAGE D'INERTIE	POURCENTAGE CUMULE	NUMERO	VALEUR PROPRE	POURCENTAGE D'INERTIE	POURCENTAGE CUMULE
1	0,3046	12,41	12,41	15	0,0832	3,39	75,61
2	0,1649	6,72	19,13	16	0,0796	3,24	78,85
3	0,1504	6,13	25,26	17	0,0729	2,97	81,82
4	0,1409	5,74	30,99	18	0,0705	2,87	84,69
5	0,1290	5,25	36,25	19	0,0686	2,79	87,49
6	0,1210	4,93	41,18	20	0,0629	2,56	90,05
7	0,1092	4,45	45,63	21	0,0555	2,26	92,31
8	0,1038	4,23	49,86	22	0,0442	1,80	94,11
9	0,0982	4,00	53,86	23	0,0425	1,73	95,84
10	0,0965	3,93	57,79	24	0,0350	1,42	97,26
11	0,0938	3,82	61,61	25	0,0328	1,34	98,60
12	0,0902	3,68	65,28	26	0,0184	0,75	99,35
13	0,0858	3,50	68,78	27	0,0159	0,65	100,00
14	0,0844	3,44	72,22				

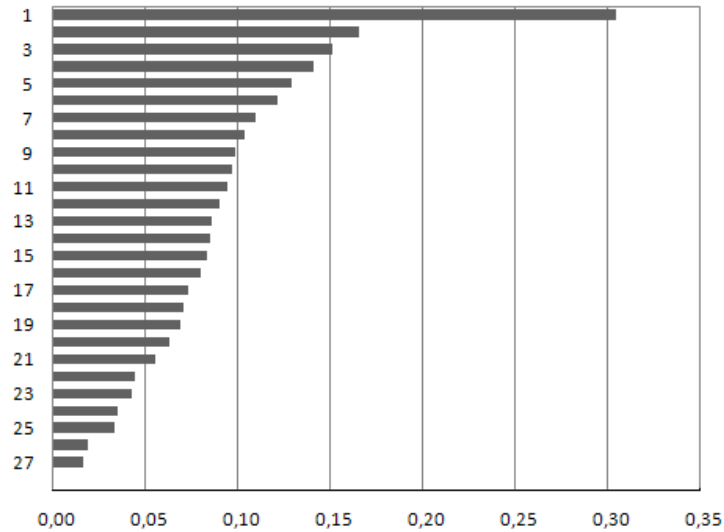
La valeur propre associée à un axe – ou facteur – est égale à la moyenne des rapports de corrélation entre le facteur et chaque variable. La somme des valeurs propres est égale au rapport entre le nombre de modalités actives et le nombre de variables actives, le tout diminué de 1. Pour le thème *Gestion*, cette somme est égale à  $\frac{K}{J} - 1 = \frac{38}{11} - 1 = 2,455$ .

A partir du tableau des valeurs propres, on peut construire un diagramme des valeurs propres – appelé souvent abusivement histogramme – afin d'étudier l'allure de la décroissance de ces valeurs (Figure 1-2). Ce diagramme se lit de la façon suivante : si deux facteurs sont associés à des valeurs propres presque égales, ils représentent la même part de variabilité et il n'y a pas lieu *a priori* de retenir l'un et non l'autre dans l'interprétation. Réciproquement, une forte décroissance entre deux valeurs propres successives incite à retenir dans l'interprétation des facteurs, les facteurs qui précèdent cette décroissance. Cependant, dans une Analyse des Correspondances Multiples, les valeurs propres sont généralement faiblement et régulièrement décroissantes, ce qui est notre cas ici même s'il existe un palier de

<sup>43</sup> Il s'agit du numéro de l'axe.

décroissance important entre le premier et le second facteur. L'allure générale du diagramme des valeurs propres est rarement suggestive en ACM.

**Figure 1-2 – Diagramme des valeurs propres de l'ACM Gestion**



La moyenne des rapports de corrélation entre l'axe – ou facteur – considéré et chaque variable détermine la valeur propre associée à cet axe. Ainsi, si tous les rapports de corrélation sont égaux à 1 – c'est-à-dire que pour chaque variable tous les individus présentent la même modalité – les individus sont situés au même point. Néanmoins, ce cas de figure est un cas extrême très rarement observable ce qui explique la faiblesse des valeurs propres en ACM.

S'agissant des pourcentages d'inertie, le principe est le suivant : une variable à  $r$  modalités est représentée par un sous-espace de dimension  $r - 1$ . Lorsqu'un facteur est très lié à cette variable – c'est-à-dire si le rapport de corrélation entre la variable et le facteur vaut 1 – le pourcentage d'inertie extrait de cette variable est  $100/(r - 1)$ . Il en résulte que, lorsque les variables possèdent un grand nombre de modalités, même les pourcentages d'inertie associés aux premiers facteurs sont, du fait de la nature du tableau, très faibles.

En fait, les valeurs propres et les pourcentages d'inertie ont peu d'influence sur l'interprétation d'une ACM.

### 1.2.2.3. Coordonnées, contributions et cosinus carrés des modalités actives

Afin de décrire les axes, nous nous appuyons sur d'autres éléments – qui sont des aides à l'interprétation – tels que les coordonnées, contributions et cosinus carrés des modalités actives (Tableau 1-7)<sup>44</sup>.

<sup>44</sup> Nous n'avons présenté ici que les informations relatives aux axes 1 et 2, seuls axes que nous avons conservés.

**Tableau 1-7 – Coordonnées, contributions et cosinus carrés des modalités actives du thème  
Gestion sur les axes 1 et 2**

Libellé	Poids relatif (en %)	Carré de la distance à l'origine	Coordonnées des modalités actives		Contributions des modalités actives		Cosinus carrés des modalités actives	
			Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2
<b>STATUT</b>								
EARL	0,345	25,35710	1,36	-0,52	2,09	0,57	0,07	0,01
ENP	7,539	0,20588	-0,20	-0,10	0,97	0,44	0,19	0,05
GAEC	0,542	15,77270	0,98	-0,24	1,71	0,19	0,06	0,00
GDF	0,222	40,00000	0,12	-0,06	0,01	0,00	0,00	0,00
SC	0,370	23,60000	1,11	1,06	1,50	2,53	0,05	0,05
SCL	0,074	122,00000	0,70	9,07	0,12	36,84	0,00	0,67
<i>Cumul des contributions</i>					6,40	40,58		
<b>CENTGEST</b>								
YCGT	5,814	0,56356	0,63	-0,02	7,69	0,02	0,72	0,00
NCGT	3,277	1,77444	-1,13	0,04	13,65	0,03	0,72	0,00
<i>Cumul des contributions</i>					21,34	0,05		
<b>RGESTCT</b>								
GCE	1,552	4,85714	0,88	-0,26	3,95	0,66	0,16	0,01
GCET	0,123	72,80000	0,29	-0,48	0,03	0,17	0,00	0,00
GT	0,271	32,54550	0,52	-0,13	0,24	0,03	0,01	0,00
SOGE	7,145	0,27241	-0,22	0,07	1,10	0,22	0,17	0,02
<i>Cumul des contributions</i>					5,32	1,07		
<b>TVA</b>								
R	5,962	0,52479	0,56	0,04	6,05	0,05	0,59	0,00
RF	3,080	1,95200	-1,06	-0,06	11,36	0,06	0,58	0,00
SOTV	0,049	183,50000	-1,05	-0,88	0,18	0,23	0,01	0,00
<i>Cumul des contributions</i>					17,59	0,33		
<b>RI</b>								
IS	0,148	60,50000	0,44	7,15	0,10	45,79	0,00	0,84
BAFC	5,297	0,71628	-0,62	-0,08	6,66	0,23	0,53	0,01
BARS	2,636	2,44860	0,87	-0,16	6,60	0,43	0,31	0,01
BART	0,074	122,00000	-0,09	-0,72	0,00	0,23	0,00	0,00
BAAU	0,936	8,71053	0,98	-0,13	2,94	0,09	0,11	0,00
<i>Cumul des contributions</i>					16,30	46,78		
<b>COMPTA</b>								
CG	5,642	0,61135	0,67	0,03	8,37	0,03	0,74	0,00
ERD	3,006	2,02459	-1,04	-0,04	10,74	0,03	0,54	0,00
ZCPT	0,443	19,50000	-1,48	-0,13	3,20	0,05	0,11	0,00
<i>Cumul des contributions</i>					22,31	0,11		
<b>ASSURBT</b>								
TOT	8,943	0,01653	0,01	-0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
PART	0,049	183,50000	0,00	-0,43	0,00	0,05	0,00	0,00
ZABT	0,099	91,25000	-0,65	1,34	0,14	1,08	0,00	0,02
<i>Cumul des contributions</i>					0,14	1,14		



PARTIE 1

Libellé	Poids relatif (en %)	Carré de la distance à l'origine	Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2
---------	----------------------	----------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

**ASSURBAT**

ALL	8,968	0,01374	0,02	-0,04	0,01	0,08	0,03	0,10
ZABA	0,074	122,00000	-1,35	1,61	0,44	1,16	0,01	0,02
SOAB	0,049	183,50000	-1,87	4,44	0,57	5,89	0,02	0,11

*Cumul des contributions*      1,02      7,12

**ACTLUCR**

YLVC	1,207	6,53061	0,50	-0,10	0,99	0,08	0,04	0,00
NLVC	7,884	0,15313	-0,08	0,02	0,15	0,01	0,04	0,00

*Cumul des contributions*      1,14      0,09

**THE**

YTHE	0,172	51,71430	0,36	-0,54	0,07	0,30	0,00	0,01
NTHE	8,918	0,01934	-0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

*Cumul des contributions*      0,07      0,31

**ANCEC**

ANV	0,862	9,54286	-0,80	0,20	1,80	0,20	0,07	0,00
ANMV	1,527	4,95161	-0,48	-0,28	1,17	0,74	0,05	0,02
ANM	2,340	2,88421	-0,39	0,10	1,17	0,15	0,05	0,00
ANMJ	3,400	1,67391	0,49	0,12	2,64	0,32	0,14	0,01
ANJ	0,961	8,46154	0,71	-0,41	1,59	1,00	0,06	0,02

*Cumul des contributions*      8,37      2,41

*Poids relatif de la modalité* : le poids relatif se calcule de la façon suivante :

$$\frac{(n_q \times 100)}{(n \times Q)} \quad (1.4)$$

où  $n_q$  est l'effectif de la modalité,  $n$  l'effectif total et  $Q$  le nombre de variables actives.

Ainsi, pour la modalité *EARL* de la variable active *STATUT*, le poids relatif est :

$$\frac{(14 \times 100)}{(369 \times 11)} = \mathbf{0,345}$$

*Distance à l'origine* : il s'agit du carré de la distance du  $\text{Khi}^2$  à l'origine. Cette distance donne une idée du caractère périphérique de certains points, généralement ceux dont la distance à l'origine est la plus grande. Le plus souvent, cela concerne les points à faible masse. La distance à l'origine – au centre de gravité  $G$  du nuage – ne dépend en fait que de l'effectif dans la modalité. Elle se calcule de la façon suivante :

$$d^2(j, G) = (n/n_j) - 1 \quad (1.5)$$

avec  $n_j$  l'effectif de la modalité  $j$  et  $n$  l'effectif total. Ainsi pour la modalité *EARL* de la variable active *STATUT* on a :

$$d^2(j, G) = (369/14) - 1 = \mathbf{25,3571}$$

Les coordonnées des modalités permettent d'établir un premier lien entre les modalités et donc les variables. Ainsi, deux modalités ayant des coordonnées proches vont pouvoir être associées afin de décrire les axes factoriels. Ainsi les modalités *RF* et *ERD* des variables actives *TVA* et *COMPTA* sont très proches et pourraient nous permettre de conclure à un type d'entreprise ayant en commun ces deux modalités.

Quant aux contributions des modalités actives – ou contributions absolues des modalités actives – elles permettent de décrire la part de chaque modalité dans l'inertie<sup>45</sup> totale de l'axe. Un élément influence la construction des axes par l'intermédiaire de son inertie par rapport au centre de gravité. Les modalités qui ont une contribution élevée seront généralement retenues pour décrire les axes. Cette contribution se calcule de la façon suivante :

$$ca(j) = m_j \phi_j^2 / \lambda \quad (1.6)$$

où  $\phi_j$  est la coordonnée de la modalité  $j$  sur l'axe considéré et  $m_j$  sa masse,  $\lambda$  étant la valeur propre de cet axe. Ainsi, sur l'axe 1, pour la modalité *EARL* de la variable active *STATUT*, on a :

$$ca(j) = \frac{0,345 \times (1,36)^2}{0,3046} = \mathbf{2,09}$$

La somme en colonne des contributions de toutes les modalités actives sur un axe est égale à 100%. Pour décrire un axe, on choisira donc les variables actives dont la somme des contributions de ses modalités est la plus élevée. Ainsi, on peut dire que les variables *COMPTA*, *CENTGEST* et *TVA* sont celles qui décrivent le mieux l'axe 1 tandis que les variables *RI* et *STATUT* décrivent l'axe 2.

Les cosinus carrés des modalités actives – ou contributions relatives des modalités actives – permettent de juger de la qualité de représentation des modalités sur l'axe concerné. Les modalités les mieux représentées sont celles dont les cosinus carrés sont les plus élevés ; elles sont les mieux représentées dans le sens où les distances sont les moins altérées par la projection. Le cosinus carré se calcule de la façon suivante :

---

<sup>45</sup> L'inertie d'un élément  $M$  de poids  $p$  par rapport à un point  $O$  est égale au produit du poids  $p$  par le carré de la distance entre  $M$  et  $O$ .

$$cr(j) = \phi_j^2 / d^2(j) \quad (1.7)$$

où  $\phi_j$  est la coordonnée de la modalité  $j$  sur l'axe considéré, et  $d_j^2$  le carré de la distance du  $\text{Khi}^2$  à l'origine de cette modalité. Ainsi, pour la modalité *EARL* de la variable active *STATUT* sur l'axe 1, on a :

$$cr(j) = \frac{(1,36)^2}{25,3571} = \mathbf{0,07}$$

La somme en ligne des cosinus carrés d'une modalité sur la totalité des axes est égale à 1. Le cosinus carré moyen pour chaque modalité active étant de  $0,04^{46}$  environ, on peut dire la modalité *SCL* de la variable active *STATUT* est très bien représentée sur l'axe 2 contrairement à la modalité *GDF* de cette même variable active sur le même axe.

#### 1.2.2.4. Valeurs-tests des modalités actives

Pour étudier la significativité des modalités actives d'une variable, on peut se reporter aux valeurs-tests de ces modalités.

Les valeurs-tests permettent de classer par ordre d'importance les variables qui caractérisent au mieux la population étudiée et d'ordonner les modalités les plus typiques de cette population (Morineau, 1984).

La valeur-test associée à une modalité est d'autant plus forte que la modalité correspondante occupe une place significative sur l'axe. Une modalité est donc d'autant plus intéressante sur un axe que sa valeur-test est grande. Généralement, on considère qu'une valeur-test supérieure à 2 en valeur absolue indique que la modalité correspondante est significativement différente du centre de gravité.

Cet indicateur est également très utilisé pour caractériser les classes de la partition comme nous le verrons par la suite.

Les valeurs-tests des modalités actives – y compris les modalités ventilées lors de l'apurement – de l'ACM du thème *Gestion* sont présentées dans le Tableau 1-8.

---

<sup>46</sup> Nous avons pour cette ACM 27 axes factoriels possibles. Le cosinus carré moyen est donc égal à  $\frac{1}{27} \approx 0,04$ .

Tableau 1-8 – Tableau des valeurs tests des variables actives de l'ACM du thème Gestion

<b>LIBELLE</b>	<b>EFFECTIF / POIDS ABSOLU</b>	<b>DISTANCE A L'ORIGINE</b>	<b>AXE 1</b>	<b>AXE 2</b>
<b>STATUT</b>				
EARL	14,00	25,35710	<b>5,18</b>	-1,99
ENP	306,00	0,20588	<b>-8,35</b>	<b>-4,14</b>
GAEC	21,00	16,57140	<b>5,02</b>	-1,04
GDF	9,00	40,00000	0,37	-0,17
PCPM	1,00	368,00000	-0,83	-0,69
SC	15,00	23,60000	<b>4,40</b>	<b>4,20</b>
SCL	3,00	122,00000	1,22	<b>15,74</b>
<b>CENTGEST</b>				
YCGT	236,00	0,56356	<b>16,22</b>	-0,59
NCGT	133,00	1,77444	<b>-16,22</b>	0,59
<b>RGESTCT</b>				
GCE	63,00	4,85714	<b>7,67</b>	<b>-2,30</b>
GCET	5,00	72,80000	0,65	-1,08
GT	11,00	32,54550	1,75	-0,43
SOGE	290,00	0,27241	<b>-7,94</b>	<b>2,59</b>
<b>TVA</b>				
R	242,00	0,52479	<b>14,73</b>	0,95
RF	125,00	1,95200	<b>-14,55</b>	-0,76
SOTV	2,00	183,50000	-1,49	-1,24
<b>RI</b>				
IS	5,00	72,80000	<b>2,00</b>	<b>16,38</b>
BIC	1,00	368,00000	-1,77	<b>6,46</b>
AUI	1,00	368,00000	-1,27	-1,06
BAFC	214,00	0,72430	<b>-13,92</b>	-1,84
BARS	107,00	2,44860	<b>10,71</b>	<b>-2,02</b>
BART	2,00	183,50000	0,71	-0,77
BAAU	38,00	8,71053	<b>6,36</b>	-0,84
SORI	1,00	368,00000	-0,83	-0,69
<b>COMPTA</b>				
CG	229,00	0,61135	<b>16,49</b>	0,78
ERD	122,00	2,02459	<b>-14,06</b>	-0,54
ZCPT	18,00	19,50000	<b>-6,44</b>	-0,57
<b>ASSURBT</b>				
TOT	363,00	0,01653	1,07	-1,86
PART	2,00	183,50000	0,00	-0,61
ZABT	4,00	91,25000	-1,31	<b>2,70</b>
<b>ASSURBAT</b>				
ALL	364,00	0,01374	<b>3,50</b>	<b>-6,16</b>
ZABA	3,00	122,00000	<b>-2,34</b>	<b>2,79</b>
SOAB	2,00	183,50000	<b>-2,65</b>	<b>6,29</b>

<b>LIBELLE</b>	<b>EFFECTIF / POIDS ABSOLU</b>	<b>DISTANCE A L'ORIGINE</b>	<b>AXE 1</b>	<b>AXE 2</b>
<b>ACTLUCR</b>				
YLVC	49,00	6,53061	<b>3,75</b>	-0,78
NLVC	320,00	0,15313	<b>-3,75</b>	0,78
<b>THE</b>				
YTHE	7,00	51,71430	0,95	-1,43
NTHE	362,00	0,01934	-0,95	1,43
<b>ANCEC</b>				
ANV	35,00	9,54286	<b>-4,95</b>	1,22
ANMV	62,00	4,95161	<b>-4,16</b>	<b>-2,44</b>
ANM	95,00	2,88421	<b>-4,40</b>	1,16
ANMJ	138,00	1,67391	<b>7,21</b>	1,84
ANJ	39,00	8,46154	<b>4,68</b>	<b>-2,73</b>

Dans notre cas, les individus ayant un poids uniforme, l'effectif est égal au poids absolu<sup>47</sup>. En gras figurent les valeurs tests retenues pour la description des axes factoriels.

### 1.2.3. Etude des plans factoriels et résultats des ACM

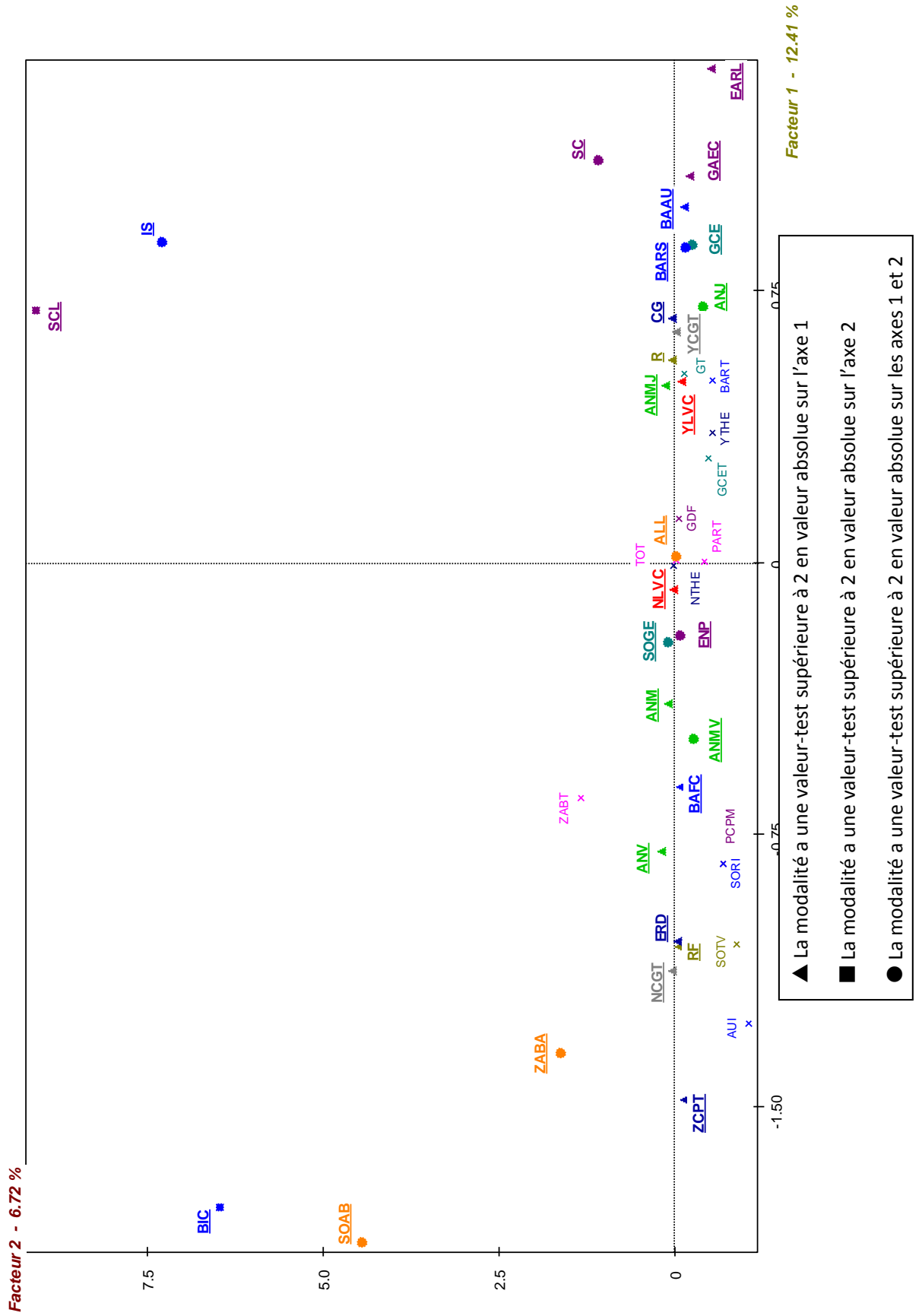
L'étude du plan factoriel des modalités actives conjointement avec les informations issues de la procédure *CORMU* permet de décrire les axes et ainsi de pouvoir étudier les proximités entre les individus.

Le plan factoriel correspondant à l'Analyse des Correspondances Multiples des variables actives du thème *Gestion* (Figure 1-3) a été réalisé sous SPAD. Les modalités soulignées sont celles dont les valeurs tests sont supérieures à 2 en valeur absolue sur l'axe 1, celles en italiques ont des valeurs-tests supérieures à 2 en valeur absolue sur l'axe 2. Les modalités soulignées et en italique ont des valeurs tests supérieures à 2 en valeur absolue sur les deux axes du plan factoriel. Les modalités ne figurant pas en gras ont des valeurs tests inférieures à 2 en valeur absolue et ne sont donc pas retenues pour la description des axes.

Ce plan pouvant être parfois difficile à visualiser tel quel, il existe dans le logiciel SPAD la procédure *DEFAC* qui décrit les axes factoriels ordonnant les valeurs-tests dans un tableau construit tel que l'on peut aisément opposer les variables par leurs modalités suivant leur position dans le tableau. Par défaut, seules les modalités dont la valeur-test est supérieure à 2 en valeur absolue sont retenues.

<sup>47</sup> Dans toutes les analyses portant sur les données du recensement que nous effectuerons les individus auront un poids uniforme et donc l'effectif sera égal au poids absolu.

Figure 1-3 – Plan factoriel 1-2 des modalités actives du thème *Gestion*



**Tableau 1-9 – Description de l'axe 1 par les modalités actives des variables de l'ACM du thème Gestion**

LIBELLE DE LA VARIABLE	LIBELLE DE LA MODALITE	VALEUR-TEST	POIDS
CENTGEST	NCGT	-16,22	133,000
TVA	RF	-14,55	125,000
COMPTA	ERD	-14,06	122,000
RI	BAFC	-13,92	214,000
STATUT	ENP	-8,35	306,000
RGESTCT	SOGE	-7,94	290,000
COMPTA	ZCPT	-6,44	18,000
ANCEC	ANV	-4,95	35,000
ANCEC	ANM	-4,40	95,000
ANCEC	ANMV	-4,16	62,000
<b>ZONE CENTRALE</b>			
ANCEC	ANJ	4,68	39,000
STATUT	GAEC	5,02	21,000
STATUT	EARL	5,18	14,000
RI	BAAU	6,36	38,000
ANCEC	ANMJ	7,21	138,000
RGESTCT	GCE	7,67	63,000
RI	BARS	10,71	107,000
TVA	R	14,73	242,000
CENTGEST	YCGT	16,22	236,000
COMPTA	CG	16,49	229,000

**Tableau 1-10 – Description de l'axe 2 par les modalités actives des variables de l'ACM du thème Gestion**

LIBELLE DE LA VARIABLE	LIBELLE DE LA MODALITE	VALEUR-TEST	POIDS
ASSURBAT	ALL	-6,16	364,000
STATUT	ENP	-4,14	306,000
ANCEC	ANJ	-2,73	39,000
ANCEC	ANMV	-2,44	62,000
RGESTCT	GCE	-2,30	63,000
RI	BARS	-2,02	107,000
<b>ZONE CENTRALE</b>			
RGESTCT	SOGE	2,59	290,000
ASSURBT	ZABT	2,70	4,000
ASSURBAT	ZABA	2,79	3,000
STATUT	SC	4,20	15,000
ASSURBAT	SOAB	6,29	2,000
RI	BIC	6,46	1,000
STATUT	SCL	15,74	3,000
RI	IS	16,38	5,000

Le Tableau 1-9 et le Tableau 1-10 présentent la description des deux axes retenus pour l'ACM du thème *Gestion*.

Le Tableau 1-9 nous permet de dire que l'axe 1 caractérise les entreprises en fonction de leur taille<sup>48</sup>. Cette taille sera appréciée en regard du régime de TVA auquel l'entreprise est soumise ainsi que le type de comptabilité et l'adhésion ou non à un centre de gestion. On dira ainsi que plus la position des entreprises ayant des coordonnées positives sur l'axe 1 sera éloignée de l'origine et plus la taille en sera importante.

S'agissant du régime de TVA, celui-ci va être fonction du chiffre d'affaires hors taxe (HT). Ainsi, une entreprise réalisant un chiffre d'affaires HT inférieur à 76 300€ sera soumise au régime des micro-entreprises, de 76 300 à 763 000€ de chiffre d'affaires HT, le régime réel simplifié s'appliquera et au-delà de 763 000€ HT, elle sera soumise au réel normal. Cependant une entreprise, même si elle est en-deçà des seuils établis, peut demander à être soumise à un régime normalement destiné aux entreprises dont les chiffres d'affaires sont supérieurs.

Concernant l'adhésion ou non à un centre de gestion, il peut également en être déduit la taille de l'entreprise. L'adhésion à un centre de gestion permet d'une part d'obtenir des réductions fiscales sous certaines conditions<sup>49</sup>. D'autre part, l'adhésion à un centre de gestion permet à l'entreprise d'être assistée et sa gestion surveillée. De plus, une entreprise adhérente se voit fournir par le centre de gestion une analyse des informations économiques, comptables et financières en matière de prévention des difficultés économiques et financières. Même s'il peut être opportun pour toutes les entreprises d'adhérer à un centre de gestion, on peut considérer que le taux d'entreprises adhérentes est plus important parmi les entreprises ayant un chiffre d'affaires élevé que pour celles ayant un chiffre d'affaires peu important.

Enfin, une entreprise ayant une activité très développée sera plus enjointe à tenir une comptabilité de gestion – avec un compte d'exploitation et un bilan. Les entreprises dont l'activité est plus réduite, quant à elles, opteront davantage pour un simple enregistrement des recettes et des dépenses. Le choix d'un type de comptabilité résulte cependant des obligations légales des différentes formes juridiques des entreprises, formes juridiques souvent conditionnée par la taille de l'entreprise.

---

<sup>48</sup> La taille de l'entreprise est appréhendée de façon différente pour chaque thème. Néanmoins, elle renvoie toujours à une notion « d'activité importante ». Et c'est ce niveau d'activité qui est défini en regard de divers éléments (nombre de personne faisant partie de la main d'œuvre, nombre de parcelles ou d'établissements...)

<sup>49</sup> Toutefois, seules les entreprises relevant de l'impôt sur le revenu et soumises à un régime réel d'imposition peuvent bénéficier des avantages fiscaux.

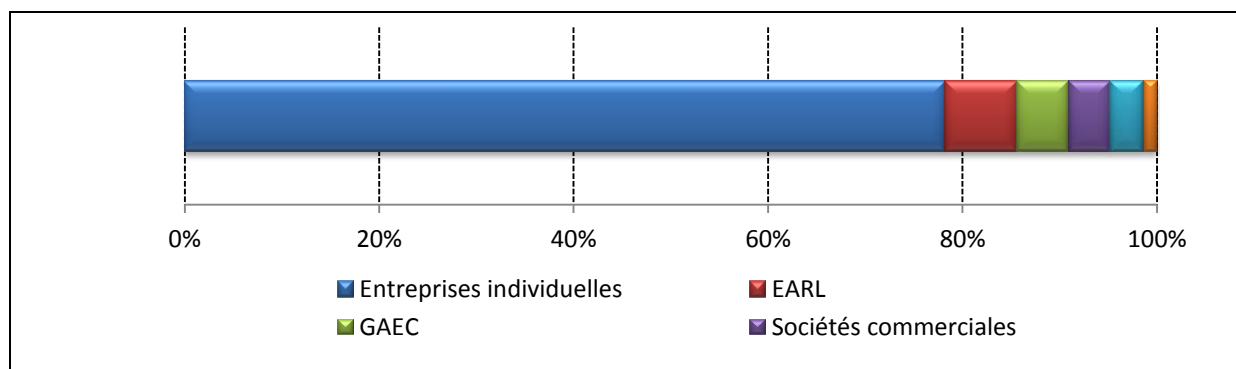


De ces informations, on peut déduire que les entreprises soumises à un régime de TVA au réel, adhérant à un centre de gestion et ayant une comptabilité de gestion sont celles dont les chiffres d'affaires sont les plus importants et sera qualifiée de grande entreprise. Inversement, les entreprises soumises au forfait quant au régime de TVA, n'adhérant pas à un centre de gestion et procédant à un simple enregistrement des recettes et des dépenses sera qualifiée de petite entreprise.

Le Tableau 1-10 nous permet de dire que l'axe 2 caractérise les entreprises en fonction de leur spécificité au regard de l'activité. Cette spécificité sera appréciée en regard du statut de l'entreprise et de son régime d'imposition des bénéfices. Une entreprise qui a une « gestion »<sup>50</sup> non spécifique à l'activité signifie que l'on suppose qu'elle tire une partie de ses recettes d'autres activités non ostréicoles.

Les modalités de la variable *Statut* qui ont une valeur-test élevée sur l'axe 2 sont pour la partie négative *en nom propre* et pour la partie positive, *société civile* et *société commerciale*. Si on regarde la répartition des entreprises conchyliques au niveau national (Figure 1-4), on peut voir que le statut le plus courant est celui d'entreprise individuelle.

**Figure 1-4 – Répartition des entreprises conchyliques françaises en fonction de leur statut**



Il peut donc être déduit de cette répartition que le statut *entreprise en nom propre* est spécifique à l'activité et que les statuts *société commerciale* et *société civile* sont marginaux dans le cadre de l'activité conchylicole.

De ces statuts découle le régime d'imposition des bénéfices issus de l'activité. Ainsi, les entreprises individuelles et les formes sociétaires agricoles (GAEC, EARL) peuvent prétendre au régime d'imposition des bénéfices agricoles tandis que les entreprises sous forme sociétaire civile ou commerciale sont soumises au régime de l'impôt sur les sociétés ou à

<sup>50</sup> « Gestion » s'entend ici par rapport aux variables actives du thème *Gestion* et non pas dans son acception commune.

celui des bénéfiques industriels et commerciaux. On dira donc des entreprises individuelles soumises au régime d'imposition des bénéfiques agricoles qu'elles ont une « gestion » spécifique à l'activité tandis que celles dont le statut est société commerciale ou société civile, soumises à l'impôt sur les sociétés ou au régime des bénéfiques industriels et commerciaux seront dites non spécifiques à l'activité. Le Tableau 1-11 ci-dessous reprend les résultats de l'ACM pour chacune des 13 thématiques<sup>51</sup>.

**Tableau 1-11 – Descriptions des axes issues de l'étude des différentes ACM**

<b>THEME</b>	<b>PREMIER AXE</b>	<b>SECOND AXE</b>
GESTION	Axe 1 : Taille de l'entreprise	Axe 2 : Spécificité de l'entreprise au regard de l'activité
INFORMATIONS RELATIVES AU CHEF D'ENTREPRISE	Axe 1 : Profession principale	Axe 2 : Age et situation matrimoniale
FORMATION DU CHEF D'ENTREPRISE	Axe 1 : Type de formation	Axe 3 : Niveau de formation
MAIN D'ŒUVRE	Axe 1 : Place de la main d'œuvre familiale dans la main d'œuvre totale	Axe 2 : Taille de l'entreprise (quantité de main d'œuvre...)
EQUIPEMENT EN BATIMENT	Axe 1 : Niveau d'équipement	Axe 2 : Taille de l'équipement
EQUIPEMENT EN MATERIEL	Axe 1 : Niveau d'équipement	Axe 2 : Nombre de véhicules
STRUCTURE	Axe 1 : Taille de l'entreprise	Axe 2 : Degré de diversification de l'entreprise
SURFACES	Axe 1 : Degré de dépendance au Domaine Public Maritime	Axe 2 : Taille de l'entreprise
CAPTAGE DE NAISSAIN D'HUITRES CREUSES	Axe 1 : Pratique ou non du captage	Axe 2 : Nombre de collecteurs utilisés
MORTALITES	Axe 1 : Importance de la mortalité	Axe 3 : Stades de croissance concernés
COMMERCIALISATION DES HUITRES CREUSES	Axe 1 : Pratique ou non de la vente d'huitres creuses finies	Axe 2 : Destination des huitres creuses vendues
COMMERCIALISATION DES HUITRES PLATES	Axe 1 : Pratique ou non de la vente d'huitres plates finies	Axe 2 : Destination des huitres plates vendues
COMMERCIALISATION DES PALOURDES	Axe 1 : Pratique ou non de la vente de palourdes finies	Axe 2 : Destination des palourdes vendues

<sup>51</sup> Les sorties logicielles concernant les thèmes non présentés sont disponibles sur demande.

La description des axes des différents thèmes, même si elle nous informe sur les caractéristiques des entreprises, va servir essentiellement de base d'interprétation de la classification qui va être réalisée ci-après et qui va permettre de regrouper les entreprises en fonction des caractéristiques communes qu'elles possèdent selon le thème étudié. Ainsi, il sera possible de dégager quelques types d'entreprises.

## 2. La Classification Ascendante Hiérarchique appliquée aux données du recensement.

Il n'existe pas de réelle paternité concernant les méthodes de Classifications Ascendantes Hiérarchiques. Néanmoins, sur les techniques de classification en général, l'ouvrage de base est celui de Sokal & Sneath (1963). Benzécri (1973a) traite également de la taxinomie. Les méthodes de classification utilisées après une analyse factorielle le sont généralement dans un but d'aide à une meilleure compréhension de grands tableaux de données.

En effet, les tableaux de données soumis à une analyse factorielle, peuvent s'avérer complexes à appréhender. Il peut arriver que cette analyse factorielle ne suffise pas à fournir une vue satisfaisante de l'ensemble des données, les visualisations pouvant ne véhiculer qu'une partie de l'information voire même être trop complexes pour être interprétées aisément. C'est un problème courant lié à l'émergence de base de données de plus en plus grandes (Chavent, Kuentz, & Saracco, 2010). La classification, qui devient ainsi un complément des analyses factorielles, permet de compléter voire de nuancer les résultats obtenus par les méthodes factorielles (Lebart *et al.*, 2000).

### 2.1. *Principes et objectifs de la Classification Ascendante Hiérarchique.*

La classification<sup>52</sup> peut être définie comme la procédure permettant de séparer un ensemble d'objets ou d'individus<sup>53</sup> afin de les regrouper au sein d'un petit nombre de classes. Les individus appartenant à une même classe ont des caractéristiques communes qu'ils n'ont

---

<sup>52</sup> Nous reprenons la description des techniques de classification que nous utilisons faite par Lebart, *et al.* (2000) sauf mention contraire.

<sup>53</sup> Nous n'emploierons plus par la suite le terme « objet », notre analyse ne portant que sur des individus (entreprises ostréicoles arcachonnaises).

pas avec les individus des autres classes (Gordon, 1987). Le but est de créer des sous-groupes parmi les individus, sous-groupes devant être les plus homogènes possibles.

Une fois réalisée la répartition des individus au sein de classes, on peut également chercher à connaître, s'il en existe, des liaisons entre les classes. En effet, les individus étudiés sont généralement du même type – les entreprises ostréicoles arcachonnaises pour le cas qui nous concerne – mais ont des différences significatives qui permettent de les distinguer les unes des autres. Ces différences à l'origine de la classification n'excluent cependant pas un certain type de liaisons entre les individus. Ainsi, une opposition des entreprises en terme de taille – grandes entreprises vs petites entreprises – peut être étudiée en regard de la relation hiérarchique qui existe entre elles.

Les techniques de classification font essentiellement appel à une démarche algorithmique et non à des calculs formalisés. La définition d'une classe se fait alors à partir d'une formulation algorithmique dans laquelle une série d'opposition est définie de façon récursive et répétitive.

Il existe plusieurs familles d'algorithmes, renvoyant chacun à des méthodes de classification particulières :

- les algorithmes conduisant directement à une répartition : il s'agit des méthodes d'agrégation autour des centres mobiles ;
- les algorithmes ascendants (ou agglomératifs) : il s'agit de construire des classes par agglomérations successives des individus deux à deux ; ces algorithmes fournissent une hiérarchie de partition des individus ;
- les algorithmes descendants (ou divisifs) : il s'agit de procéder par dichotomies successives de l'ensemble des individus ; ces algorithmes peuvent également fournir une hiérarchie des partitions.

La méthode que nous allons utiliser pour effectuer notre typologie est la Classification Ascendante Hiérarchique<sup>54</sup>. Le choix de cette méthode se justifie par le fait qu'elle permet de ne pas avoir à choisir, a priori, des centres de classe provisoires ni le nombre de classes. La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) révèle donc les « vraies » classes si elles existent.

---

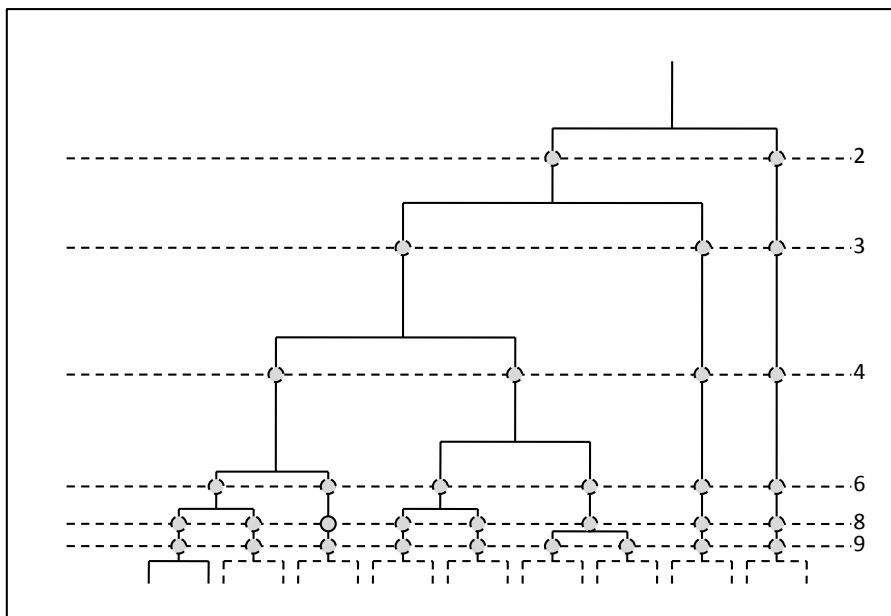
<sup>54</sup> Nous présenterons ici uniquement cette méthode. Le lecteur intéressé pourra se reporter à divers ouvrages traitant de l'analyse de données et notamment (Lebart, *et al.*, 2000).

### 2.1.1. Algorithme de classification.

Le principe de l'algorithme utilisé pour réaliser une Classification Ascendante Hiérarchique est dans le fond assez simple.

Il s'agit de créer, à chaque étape, une partition. Cette partition est obtenue par agrégation des éléments<sup>55</sup> les plus proches, deux à deux. La hiérarchie de partition ainsi créée se présente sous la forme d'un arbre hiérarchique binaire – ou dendrogramme – où chaque nœud se divise en deux branches et deux seulement (Brossier, 1984) contenant  $n - 1$  partitions. Cette représentation a pour avantage de donner une approche visuelle du nombre de classes existant dans la population (Figure 1-5).

**Figure 1-5 – Arbre hiérarchique ou dendrogramme**



*Note : les chiffres à gauche de l'arbre représentent le nombre de classes obtenues en fonction des coupures de l'arbre choisies.*

Chaque coupure de l'arbre fournit une partition, ayant d'autant moins de classes et des classes d'autant moins homogènes que l'on coupe plus haut.

L'algorithme de Classification Ascendante Hiérarchique procède par répétition d'une même procédure. On considère que l'on a un nombre  $n$  d'éléments à classer (qui au départ, sont les  $n$  individus). On construit la matrice des distances entre les  $n$  éléments. Cela suppose évidemment qu'au préalable, l'ensemble des individus que l'on va classer soit muni d'une distance. Cette notion de distance doit être entendue dans une acception large dans le sens où elle peut faire référence aussi bien à la définition spatiale de la distance qu'aux notions de

<sup>55</sup> Par « élément » on désigne les individus à classer mais aussi les regroupements d'individus générés par l'algorithme (Lebart, Morineau, & Piron, 2000).

similarité/dissimilarité. Thauront (1998) justifie très bien et de façon très simple l'existence des diverses acceptations de la notion de distance :

« Mais alors que la distance spatiale possède un étalon universel, et que l'on comprend une phrase telle que : "Ces deux moutons sont éloignés de 10 mètres", on ne sait pas exprimer à l'aide d'un nombre la ressemblance de ces deux moutons qui, tous les deux sont blancs avec la tête noire mais l'un d'eux à une patte noire. »

Il existe diverses façons de mesurer la distance entre deux éléments ; le choix de l'une d'elles sera effectué en fonction des données dont on dispose. Le type de distance le plus couramment utilisé est la distance euclidienne qui correspond en fait à une distance géométrique dans un espace multidimensionnel. Cette distance pour  $p$  variables entre deux individus  $i$  et  $j$  s'exprime par :

$$\delta^2(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^p (x_{i,k} - x_{j,k})^2 \quad (1.8)$$

Parmi les autres mesures de distance, on peut citer la *distance de Manhattan*, la *distance de Mahalanobis*, la *distance du Khi-deux*, etc. Quelle que soit la mesure de la distance qui sera privilégiée, elle devra respecter trois conditions :

- Non négativité :  $\delta(x_i, x_j) \geq 0$
- Symétrie :  $\delta(x_i, x_j) = \delta(x_j, x_i)$
- Normalisation :  $\delta(x_i, x_i) = 0$

De plus, une mesure de la distance sera considérée comme « vraie » distance si elle vérifie également l'inégalité triangulaire :  $\delta(x_i, x_j) \leq \delta(x_i, x_k) + \delta(x_k, x_j)$ .

Une fois la matrice de distance construite, on agrège les deux individus les plus proches afin d'obtenir un nouvel élément. Pour réaliser cette agrégation, on utilise un critère d'agrégation. Il s'agit d'apprécier la proximité entre deux éléments et de déterminer ce que l'on va considérer comme révélateur de cette proximité.

Tout comme il existe différentes méthodes pour mesurer les distances interindividuelles, il existe également diverses méthodes de calcul des indices d'agrégation. La *méthode de Ward* étant celle que nous avons retenue pour notre classification, nous la présentons ici plus en détail. Cette méthode est appelée également *méthode du moment*

*d'ordre 2*. Elle se distingue de la plupart des méthodes d'agrégation dans le sens où la distance entre classes est évaluée par une analyse de la variance approchée. Cette méthode consiste en fait à minimiser la somme des carrés de tous les couples (hypothétiques) de classes<sup>56</sup> pouvant être formés à chaque étape.

Par cette méthode, on agrège les éléments de façon à minimiser la variance interne de chaque classe (inerties intra-classes) et à maximiser la variance entre les classes (inertie inter-classes).

Minimiser la variance interne de chaque classe à chaque étape d'agrégation revient en fait à rendre minimale la perte d'inertie inter-classes qui résulte de l'agrégation de deux éléments. Pour expliquer cela, nous reprenons la démonstration faite par Lebart, *et al.* (2000).

On considère  $x_i$  et  $x_j$  deux éléments ayant respectivement une masse  $M_i$  et  $M_j$ , appartenant à une partition  $P_h$  à  $h$  classes, que l'on agrège en un seul élément  $x$  – qui correspond alors au centre de gravité de  $x_i$  et  $x_j$  – de masse  $M_t = M_i + M_j$ , produisant la partition  $P_{h-1}$  à  $h - 1$  classes, avec :

$$x = \frac{M_i x_i + M_j x_j}{M_i + M_j} \quad (1.9)$$

On peut décomposer l'inertie  $I_{ij}$  de  $x_i$  et  $x_j$  par rapport à  $g$  le centre de gravité du nuage de points que l'on cherche à regrouper en classes, suivant la relation de Huygens<sup>57</sup> :

$$\begin{aligned} I_{ij} &= M_i \|x_i - g\|^2 + M_j \|x_j - g\|^2 \\ &= M_i \|x_i - x\|^2 + M_j \|x_j - x\|^2 + M_t \|x - g\|^2 \end{aligned} \quad (1.10)$$

Seul le dernier terme subsiste si  $x_i$  et  $x_j$  sont remplacés par leur centre de gravité  $x$ <sup>58</sup>. La perte d'inertie inter-classes  $\Delta I_{ij}$  due au passage de la partition à  $h$  classes à la partition à  $h - 1$  classes équivaut à :

$$\Delta_h = \Delta I_{ij} = I_{inter(P_h)} - I_{inter(P_{h-1})} \quad (1.11)$$

et vaut donc :

<sup>56</sup> Cela s'applique évidemment à tout élément, c'est-à-dire aussi bien des individus que des classes d'individus.

<sup>57</sup> La relation de Huygens relie l'inertie de l'union de deux classes à l'inertie intra-classe et inter-classe de ces deux mêmes classes.

<sup>58</sup> On effectue les calculs des centres de gravité uniquement lorsque l'on travaille sur les coordonnées des points à classer. Dans le cas d'un travail sur les distances, on va chercher à calculer les nouvelles distances à partir des anciennes. Pour plus de précisions, voir Lebart, Morineau & Piron (2000).

$$\Delta I_{ij} = M_i \|x_i - x\|^2 + M_j \|x_j - x\|^2 \quad (1.12)$$

En remplaçant  $x$  par sa valeur en fonction de  $x_i$  et  $x_j$ , on obtient, après avoir effectué tous les calculs :

$$\Delta I_{ij} = \frac{M_i M_j}{M_i + M_j} \|x_i - x_j\|^2 = \frac{M_i M_j}{M_i + M_j} \delta^2(x_i, x_j) \quad (1.13)$$

La stratégie d'agrégation fondée sur le critère de la perte d'inertie minimale, dit critère de Ward généralisé, est donc la suivante : au lieu de chercher les deux éléments les plus proches en terme de distance spatiale, on cherche les éléments  $x_i$  et  $x_j$  correspondant à  $\Delta I_{ij}$  minimale. Ainsi à chaque étape l'inertie inter-classes diminue de la quantité  $\Delta I_{ij}$  (et l'inertie intra-classes augmente de cette même quantité). Ceci revient à considérer les  $\Delta I_{ij}$  comme de nouveaux indices de dissimilarités appelés également *Indices de niveau*.

La somme des indices de niveau dans la hiérarchie doit être égale à l'inertie totale du nuage  $I$  :

$$\sum_{h=2}^n \Delta_h = \sum_{h=2}^n I_{inter(P_h)} - I_{inter(P_{h-1})} = I \quad (1.14)$$

Les indices d'agrégation sont recalculés à chaque étape à l'aide de la règle suivante : si une classe  $h_\sigma$  est obtenue en regroupant les classes  $h_\alpha$  et  $h_\beta$ , sa distance à la classe  $h_\gamma$  est donnée par :

$$\begin{aligned} \delta(h_\alpha \cup h_\beta, h_\gamma) &= \delta(h_\sigma, h_\gamma) \\ &= \frac{(M_{h_\gamma} + M_{h_\alpha}) \times \delta(h_\alpha, h_\gamma) + (M_{h_\gamma} + M_{h_\beta}) \times \delta(h_\beta, h_\gamma) - M_{h_\gamma} \times \delta(h_\alpha, h_\beta)}{M_{h_\gamma} + M_{h_\alpha} + M_{h_\beta}} \end{aligned} \quad (1.15)$$

avec  $M_{h_\gamma}$ ,  $M_{h_\alpha}$  et  $M_{h_\beta}$  la somme des poids des éléments de chaque classe.

Concernant les autres méthodes d'agrégation, quelques unes sont brièvement présentées dans le Tableau 1-12 ci-après.



**Tableau 1-12 – Présentation de quelques unes des méthodes d'agrégation les plus utilisées**

DEFINITION	FORMULE
<b>Saut minimum ou "single linkage"</b>	
Les distances entre classes sont déterminées par la plus petite distance existant entre deux individus de classes différentes (« plus proches voisins »)	$\delta(h_\alpha, h_\beta) = \min_{x_i \in h_\alpha} \min_{x_j \in h_\beta} d(x_i, x_j)$
<b>Saut maximal ou "complete linkage"</b>	
Les distances entre classes sont déterminées par la plus grande distance existant entre deux individus de classes différentes (« voisins les plus éloignés »)	$\delta(h_\alpha, h_\beta) = \max_{x_i \in h_\alpha} \max_{x_j \in h_\beta} d(x_i, x_j)$
<b>Moyenne non pondérée des groupes associés</b>	
La distance entre deux classes est calculée comme la moyenne des distances entre tous les individus pris dans l'une et l'autre des deux classes différentes	$\delta(h_\alpha, h_\beta) = \frac{1}{n_{h_\alpha} n_{h_\beta}} \sum_{x_i \in h_\alpha, x_j \in h_\beta} d(x_i, x_j)$
<b>Moyenne pondérée des groupes associés</b>	
On étend la moyenne non pondérée des groupes associés à l'ensemble des paires d'objets trouvées dans la réunion des deux classes	$\delta(h_\alpha, h_\beta) = \frac{1}{(n_{h_\alpha} + n_{h_\beta})(n_{h_\alpha} + n_{h_\beta} - 1)} \sum_{x_i, x_j \in h_\alpha \cup h_\beta} d(x_i, x_j)$

Le résultat d'une Classification Ascendante Hiérarchique est donc, non pas une partition de l'ensemble des individus, mais une hiérarchie de classes telles :

- que toute classe est non vide,
- pour une coupure de l'arbre donnée, un individu appartient à une et une seule classe,
- tout individu appartient à au moins une classe si l'on considère l'arbre dans sa totalité,
- deux classes sont disjointes ou vérifient une relation d'inclusion (l'une d'elles est incluse dans l'autre),

- toute classe est la réunion des classes qui sont incluses dans elle.

Une fois la classification globale effectuée, tout le problème réside dans le choix d'une partition en particulier à partir de la hiérarchie des classes. Cela revient en fait à choisir une coupure de l'arbre et un nombre de classes associé, représentant au mieux ce que l'on cherche à montrer.

### 2.1.2. La question du choix du nombre de classes.

On retient souvent en effet plusieurs niveaux de coupure dont il va falloir comparer les partitions, et ce dans un but de retenir « la meilleure<sup>59</sup> » partition en terme de compacité et de séparabilité des classes (Nakache & Confais, 2004).

Cette question est propre aux méthodes hiérarchiques. En effet, ces dernières se différencient essentiellement des non hiérarchiques par le fait qu'elles ne nécessitent pas de l'utilisateur un choix *a priori* du nombre de classes mais l'adoption *a posteriori* d'un critère de détermination du nombre de classes optimal.

Le nombre de classes optimal est nécessairement celui qui retient la totalité des classes ; or, généralement, ce nombre de classes correspond approximativement au nombre total d'individus. Seulement le but de la CAH est de réaliser justement des regroupements d'individus au départ tous différents ou presque mais pouvant présenter des traits communs, d'où l'adoption d'un critère de détermination du nombre de classes optimal.

Le critère le plus couramment utilisé – et sans doute le plus simple – est celui associé aux indices de niveau. On les représente généralement par un diagramme en barre (Figure 1-6 et Figure 1-7).

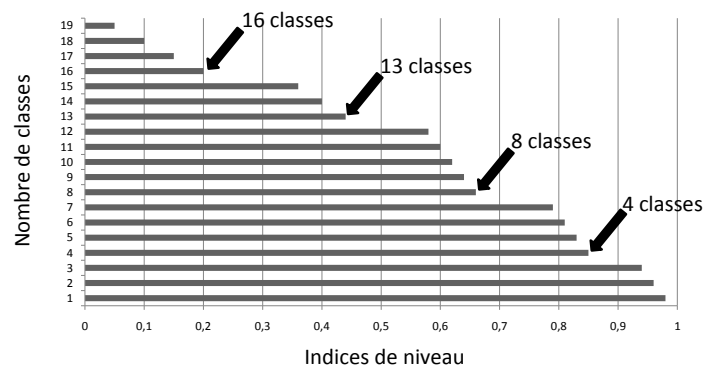
Cependant, la première démarche lorsque l'on cherche à déterminer le nombre de classes – la coupure optimale – consiste en l'examen du dendrogramme (Figure 1-5). En effet, cette inspection visuelle peut, dans certains cas, donner une bonne indication de la coupure optimale. On choisira alors une coupure intervenant après les agrégations correspondant à des valeurs peu élevées de l'indice – qui regroupent les éléments les plus proches les uns des autres – et avant les agrégations correspondant à des valeurs élevées de l'indice – qui dissocient les groupes bien distincts dans la population.

---

<sup>59</sup> Il s'agit de trouver une valeur sinon optimale, du moins fiable du nombre de classes à retenir.

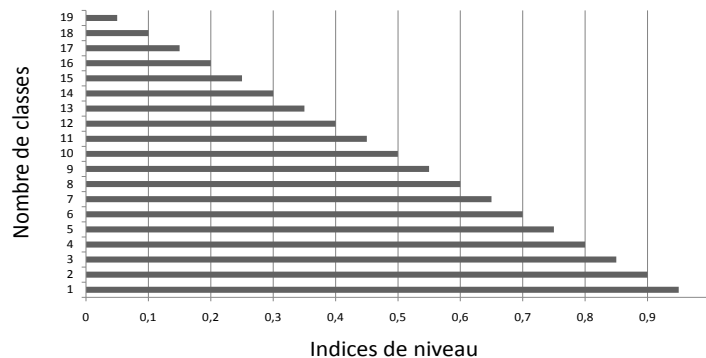
On peut compléter cette première démarche en observant le diagramme des indices de niveau (Figure 1-6). Toute barre de ce diagramme représente la valeur de l'indice d'une agrégation – par exemple environ 0,98 pour le premier indice – c'est-à-dire la perte d'inertie obtenue en passant d'une partition en  $h$  classes à une partition en  $h - 1$  classes. On effectue la coupure au niveau pour lequel on voit apparaître un saut important entre deux indices de niveau. Ainsi, dans notre exemple, on voit qu'il existe plusieurs sauts : un saut au niveau du 4<sup>ème</sup>, du 8<sup>ème</sup>, 13<sup>ème</sup> et 16<sup>ème</sup> indice d'agrégation. On peut donc ici déterminer quatre coupures possibles, en 4, 8, 13 ou 16 classes.

**Figure 1-6 – Diagramme (a) des indices de niveau en fonction du nombre de classes**



Il existe cependant des cas où le diagramme des indices de niveau n'est d'aucune aide dans le choix de la partition en raison de l'absence de saut entre les différents indices de niveau (Figure 1-7). Il est nécessaire alors de passer par une procédure de consolidation pour dégager une nouvelle partition.

**Figure 1-7 – Diagramme (b) des indices de niveau en fonction du nombre de classes**

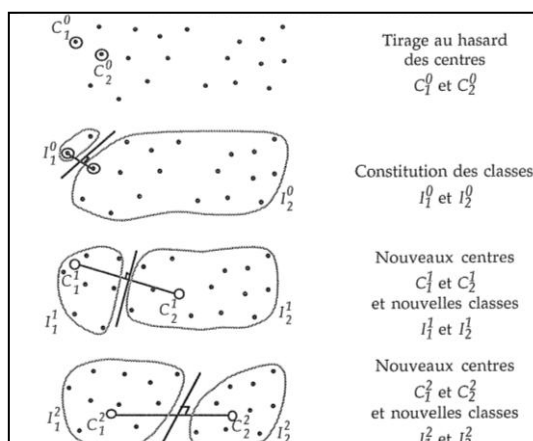


La procédure de consolidation utilisée pour améliorer une partition précédemment obtenue mais ne permettant pas de dégager un nombre de classes optimal s'appuie généralement sur la méthode de classification non hiérarchique d'agrégation autour des centres mobiles (Encadré 1-1).

**Encadré 1-1 – Bases théoriques de l'algorithme de la méthode d'agrégation autour des centres mobiles<sup>60</sup> (Lebart, *et al.*, 2000)**

Soit un ensemble  $I$  de  $n$  individus à partitionner, caractérisés par  $p$  caractères ou variables. On suppose que l'espace  $\mathbb{R}^p$  supportant les  $n$  points-individus est muni d'une distance appropriée notée  $d$  (souvent distance euclidienne usuelle ou distance du Khi-deux). On désire constituer au maximum  $q$  classes. Les étapes de l'algorithme sont illustrées par la Figure 1-8.

**Figure 1-8 – Etapes de l'algorithme de la classification autour des centres mobiles**



**Etape 0 :** On détermine  $q$  centres provisoires de classes (par exemple, par tirage pseudo-aléatoire sans remise de  $q$  individus dans la population à classifier, selon une préconisation de MacQueen). Les  $q$  centres  $\{C_1^0, \dots, C_k^0, \dots, C_q^0\}$  induisent une première partition  $P^0$  de l'ensemble des individus  $I$  en  $q$  classes  $\{I_1^0, \dots, I_k^0, \dots, I_q^0\}$ . Ainsi, l'individu  $i$  appartient à la classe  $I_k^0$  s'il est plus proche de  $C_k^0$  que de tous les autres centres.

**Etape 1 :** On détermine  $q$  nouveaux centres de classes :  $\{C_1^1, \dots, C_k^1, \dots, C_q^1\}$  en prenant les centres de gravité des classes qui viennent d'être obtenus :  $\{I_1^0, \dots, I_k^0, \dots, I_q^0\}$

Ces nouveaux centres induisent une nouvelle partition  $P^1$  de  $I$  construite selon la même règle que pour  $P^0$ . La partition  $P^1$  est formée des classes notées :  $\{I_1^1, \dots, I_k^1, \dots, I_q^1\}$

**Etape  $m$  :** On détermine  $q$  nouveaux centres de classes :  $\{C_1^m, \dots, C_k^m, \dots, C_q^m\}$  en prenant les centres de gravité des classes qui ont été obtenus lors de l'étape précédente,  $\{I_1^{m-1}, \dots, I_k^{m-1}, \dots, I_q^{m-1}\}$ .

Ces nouveaux centres induisent une nouvelle partition  $P^m$  de l'ensemble  $I$  formée des classes notées :  $\{I_1^m, \dots, I_k^m, \dots, I_q^m\}$ .

Le processus se stabilise nécessairement et l'algorithme s'arrête soit lorsque deux itérations successives conduisent à la même partition, soit lorsqu'un critère convenablement choisi – par exemple la mesure de la variance intra-classes – cesse de décroître de façon sensible, soit encore parce qu'un nombre maximal d'itérations a été fixé *a priori*.

Généralement, la partition obtenue finalement dépend du choix initial des centres.

<sup>60</sup> Pour plus d'informations relatives à cette méthode, se rapporter à l'ouvrage de Lebart *et al.*, (2000).

L'objectif de la consolidation est en fait de réaffecter les éléments d'une classe à une autre classe dont ils sont plus proches. Cela permet d'améliorer, lorsque cela est nécessaire, l'homogénéité intra-classes. Ce processus s'effectue par des itérations successives à centres mobiles. Les centres mobiles sont initialement les centres de gravité des classes obtenues par coupure de l'arbre. On affecte alors les éléments à leur centre de gravité le plus proche, ce qui crée de nouvelles classes dont on calcule les centres. A l'itération suivante, on réaffecte les éléments à leur centre le plus proche et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de réaffectation possible ou jusqu'à un nombre maximal d'itérations fixé. La procédure s'arrête généralement lorsque l'inertie entre les classes cesse de décroître sensiblement. En principe, un nombre important d'itérations<sup>61</sup> témoigne d'une classification peu stable.

Cette procédure de consolidation pourra être utilisée dans les cas extrêmes tels celui représenté par la Figure 1-7 mais également dans des cas où l'examen du diagramme des indices de niveau permet de dégager une coupure. Dans ce cas, la procédure de consolidation sert à vérifier le degré de stabilité de la partition avant consolidation. Ainsi, plus le nombre d'itération est faible, plus stable est la partition initiale.

Une fois déterminé le nombre de classes optimal, on va chercher à décrire les classes retenues.

### 2.1.3. La caractérisation des classes de la partition.

La répartition des individus en classes avait pour but de regrouper ensemble les individus qui présentent des similitudes. L'interprétation des axes faite lors de l'ACM permet alors de caractériser les différences entre les classes. Mais cela n'est pas suffisant car il est possible que deux classes soient situées sur le même « quart » de plan factoriel. Donc pour déterminer de façon plus précise sur quels critères les individus on étudie les modalités actives. Tout comme dans le cas de l'ACM, le critère retenu pour décrire des individus ou des groupes d'individus est la valeur-test. Une modalité d'une variable nominale sera considérée comme caractéristique de la classe si son *abondance* dans la classe est jugée significativement supérieure à ce que l'on peut attendre compte tenu de sa présence dans la population. L'Encadré 1-2 présente le raisonnement relatif à la caractérisation des classes de la partition au travers des valeurs-test des modalités actives.

---

<sup>61</sup> Généralement au-delà de 10 itérations.

**Encadré 1-2 – Justification de l'utilisation du critère de la valeur-test des modalités actives pour la caractérisation des classes de la partition. (Morineau, 1984)**

Une variable est sans intérêt pour caractériser la population étudiée si les  $n_k$  valeurs qu'on y trouve semblent tirées au hasard parmi les  $n$  valeurs observées. Plus l'hypothèse d'un tirage aléatoire paraît douteuse, meilleure sera la variable pour caractériser le groupe.

On procède en fait comme un test statistique classique mais celui-ci est dans ce cas un intermédiaire de calcul et non pas un outil dans le cadre usuel de la décision statistique.

L'hypothèse « nulle »  $H_0$  est l'hypothèse d'un tirage au hasard des  $n_k$  valeurs parmi les  $n$  observations. Le tirage est supposé sans remise puisque chacune des  $n_k$  valeurs est une et une seule des observations. Avec cette hypothèse, on calcule la probabilité d'observer une configuration de valeurs au moins aussi extrême que celle de l'échantillon. C'est la probabilité critique  $\alpha$  associée au test de l'hypothèse nulle  $H_0$ . Plus cette probabilité est faible, plus on est amené à mettre en cause l'hypothèse du tirage au hasard. En effet c'est cette hypothèse utilisée dans le calcul qui donne à l'évènement réalisé, une probabilité aussi faible de réalisation.

Pour classer les variables par ordre d'importance, on les range donc en fonction des probabilités critiques. La variable la plus typique du groupe est celle qui correspond à la plus petite probabilité.

La procédure de caractérisation d'un groupe par les modalités est donc la suivante.

Soit  $k$  le groupe des  $n_k$  individus et  $j$  une modalité d'une variable. Pour savoir si cette modalité est une caractéristique pertinente du groupe, on doit répondre à la question suivante : est-ce que la modalité  $j$  est significativement plus abondante dans le groupe  $k$  que dans la population des  $n$  individus ?

Les éléments du problème sont présentés dans le Tableau 1-13 suivant où les effectifs non indiqués sont calculables par différence.

**Tableau 1-13 – Calcul d'une valeur test sur variable hypergéométrique<sup>62</sup>**

	Dans le groupe $k$	Hors le groupe $k$	Marge
Dans la modalité $j$	$n_{jk}$	$n_{j\bar{k}}$	$n_j$
Hors de la modalité $j$	$n_{\bar{j}k}$	$n_{\bar{j}\bar{k}}$	$n_{\bar{j}}$
Marge	$n_k$	$n_{\bar{k}}$	$n$

On procède comme pour un test classique. L'hypothèse nulle  $H_0$  est ici l'hypothèse d'un tirage aléatoire au hasard (sans remise) des  $n_k$  individus parmi les  $n$  individus de la population. Cette hypothèse en effet assure l'égalité des proportions  $(n_{jk}/n_k)$  et  $(n_j/n)$  aux fluctuations aléatoires près. La contre hypothèse spécifiera une proportion de  $j$  anormalement élevée parmi les  $n_k$  individus.

Appelons  $N$  la variable aléatoire effectif de la modalité  $j$  dans le groupe  $k$ . Dans le tableau de contingence, la valeur prise par cette variable est  $N = n_{jk}$ .

Sous l'hypothèse  $H_0$  et en fixant les marges du tableau, la variable  $N$  suit une loi hypergéométrique

<sup>62</sup> Fait référence à une variable suivant une loi hypergéométrique. Une loi hypergéométrique de paramètres  $n, p$  et  $A$  correspond au modèle suivant : on tire simultanément  $n$  boules dans une urne contenant  $pA$  boules gagnantes et  $qA$  boules perdantes avec  $q = 1 - p$ . On compte alors le nombre de boules gagnantes extraites et on appelle  $X$  la variable aléatoire donnant le nombre de boules gagnantes. L'univers  $X(\Omega)$  est l'ensemble des entiers de  $0$  à  $n$ . La variable aléatoire suit une loi de probabilité définie par  $p(k) = \frac{C_{pA}^k C_{qA}^{n-k}}{C_n^n}$ . Cette loi de probabilité s'appelle la loi hypergéométrique de paramètres  $(n ; p ; A)$ .

dont les trois paramètres sont connus. Si on appelle succès le fait d'appartenir à la modalité  $j$ , on s'intéresse au nombre  $N = n_{jk}$  de succès observé dans un échantillon de taille  $n_k$  tiré au hasard et sans remise parmi les  $n$  individus. Plus précisément considérons :

$$p_k(j) = Prob_{H_0}\{N \geq n_{jk}\} \quad (1.16)$$

Plus l'effectif  $n_{jk}$  est élevé, plus cette probabilité hypergéométrique est faible, et plus douteuse l'hypothèse nulle d'un tirage au hasard. On peut donc utiliser les probabilités critiques  $p_k(j)$  pour classer l'ensemble des modalités  $j$  de toutes les variables disponibles. Les plus typiques sont celles qui correspondent aux plus petites de ces probabilités critiques.

On appelle ici aussi valeur test la valeur d'une variable normale qui a la même probabilité  $p_k(j)$  d'être dépassée. Aux plus petites probabilités critiques correspondent donc les plus grandes valeurs tests.

La valeur-test revient à effectuer un changement de mesure en transformant la probabilité d'une distribution quelconque en nombre d'écart-types d'une loi normale centrée-réduite.

Le principe de détermination de la significativité des modalités pour la description des classes est le même que lorsque l'on étudie la valeur-test des modalités actives afin de décrire les axes factoriels. Les modalités les plus caractérisantes de la classe seront donc celles dont la valeur-test est supérieure à 2 en valeur absolue, hiérarchisées de façon décroissante<sup>63</sup>. De plus, en sélectionnant, pour chaque classe, les variables les plus caractéristiques, et en calculant leur pourcentage – ou moyenne – dans la classe, on constitue un « profil-type » de la classe. A partir de cela, on peut ainsi dresser une typologie des individus composant chacune des classes.

Nous allons à présent appliquer la méthode de Classification Ascendante Hiérarchique aux données du recensement, à partir des Analyses des Correspondances Multiples effectuées précédemment.

## 2.2. *Application de la Classification Ascendante Hiérarchique aux données du recensement.*

Nous reprenons ici les Analyses des Correspondances Multiples qui ont été effectuées précédemment. Nous allons donc réaliser, pour chacune d'entre elles, une Classification

<sup>63</sup> Une modalité ayant une valeur-test de 12 en valeur absolue est davantage caractérisante qu'une modalité dont la valeur-test est de 6, bien que ces deux modalités soient caractérisantes.

Ascendante Hiérarchique. Comme précédemment, nous allons détailler uniquement la démarche concernant le thème *Gestion*.

Pour réaliser ces CAH, nous utilisons la procédure RECIP/SEMIS<sup>64</sup> du logiciel SPAD.

Procéder à une classification sur un ensemble de  $p$  variables ou sur l'ensemble des  $p$  facteurs est équivalent lorsque l'on couple une analyse factorielle et une classification. On peut également ne considérer qu'un sous-ensemble factoriel pour réaliser cette classification, sous-espace de dimension  $q$  avec  $q < p$ , afin de ne considérer que les premiers axes.

L'avantage de travailler sur un sous-espace factoriel est d'éliminer les fluctuations aléatoires qui constituent en général l'essentiel de la variance recueillie dans les  $p - q$  derniers axes. Par ce procédé – abandon des derniers facteurs – on réalise alors un « lissage » des données, lissage qui généralement améliore la partition en produisant des classes plus homogènes. Les distances entre les points sont alors calculées dans l'espace des premiers axes factoriels avec la distance euclidienne usuelle. Ainsi, quel que soit le type de données initialement utilisées, on sera ramené à un tableau de données quantitatives à partir duquel la classification des individus sera effectuée.

Par ailleurs, pour repérer les individus dans l'espace, nous utiliseront leurs coordonnées. Il est en effet équivalent de considérer les variables caractérisant les individus ou les coordonnées des individus pour les positionner dans l'espace, les coordonnées des individus étant induites par les variables caractérisantes.

Une difficulté peut toutefois apparaître lors du choix du nombre d'axes sur lequel va porter la classification. Ce choix va s'effectuer en regard de l'histogramme des valeurs propres obtenu lors de ACM qui précède la classification. Le but étant d'obtenir un sous-espace factoriel dans lequel le nuage des individus à classer est stable, on retiendra généralement au moins la moitié des axes et souvent le tiers. Nous retiendrons ici un nombre d'axes factoriels tel qu'environ 80% de l'inertie totale soit conservée.

---

<sup>64</sup> La procédure RECIP est utilisée pour la Classification Ascendante Hiérarchique et la procédure SEMIS correspond à une Classification autour des Centres Mobiles. Nous utilisons ici uniquement la procédure RECIP.



## 2.2.1. L'agrégation des individus selon le critère de Ward : application au thème *Gestion*.

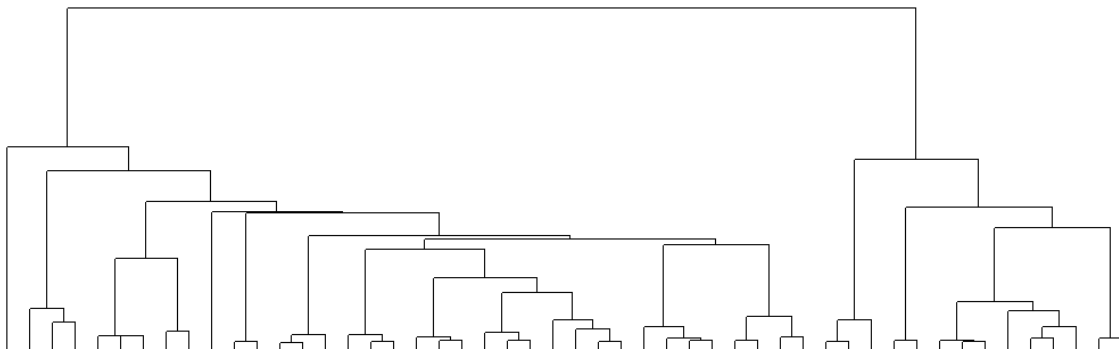
### 2.2.1.1. Le choix du nombre de classes.

Pour le thème *Gestion*, la procédure RECIP a été paramétrée pour réaliser la CAH sur les 17 premiers axes conformément à notre volonté de retenir suffisamment d'axes de telle façon que 80% de l'inertie totale soit conservée. Le dendrogramme correspondant au thème *Gestion*, résultat de l'agrégation des individus selon le critère de Ward, a donc été réalisé à partir de ce paramétrage. La Figure 1-9 ci-après représente le dendrogramme issu de la CAH pour le thème *Gestion*. En raison de son ampleur, il n'a pas pu être porté d'indications sur la figure, et notamment le numéro des nœuds terminaux. La description des nœuds terminaux fournit en fait des indications quant aux agrégations réalisées.

Tout en bas du dendrogramme (plancher), se trouvent les éléments terminaux. Il y a autant de nœuds terminaux que d'individus concernés par la classification. Ainsi, dans notre cas, le dendrogramme devrait être composé de 369 nœuds terminaux. Ce n'est pas le cas ici car certains individus possèdent les mêmes coordonnées – ils sont en tout point identiques du point de vue de leurs caractéristiques en terme de *Gestion* – et ils ont donc été regroupés au sein d'un même nœud terminal. De plus, seuls les 50 premiers nœuds ont été conservés, conformément au paramétrage par défaut de la procédure SPAD utilisée.

La première intersection entre deux nœuds terminaux constitue une classe. On appelle arbitrairement *aîné* et *benjamin* les deux éléments groupés constituant un nœud, l'aîné étant le nœud le plus proche du plancher, le benjamin, celui le plus éloigné.

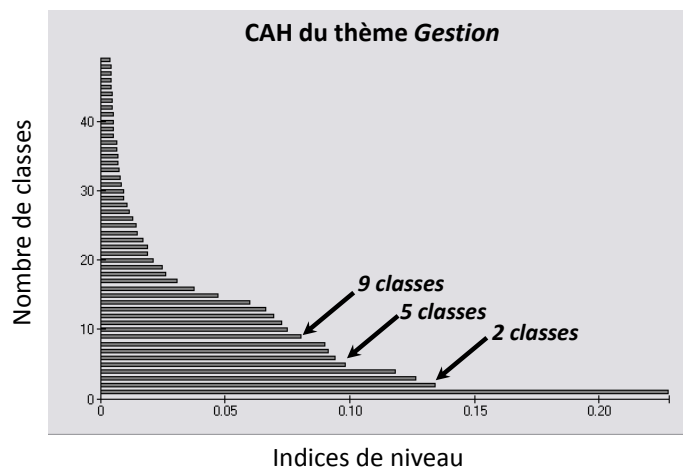
**Figure 1-9 – Dendrogramme de la CAH du thème *Gestion***



Ce type de représentation, de part la complexité et l'abondance d'éléments qui la compose ne permet pas aisément de déterminer le nombre de classes à retenir, même s'il

donne tout de même une première indication des coupures possibles. On va donc utiliser, pour déterminer la coupure optimale, le diagramme des indices de niveau issu de l'agrégation des individus selon le thème *Gestion* (Figure 1-10).

**Figure 1-10 – Diagramme des indices de niveau issu de la CAH du thème *Gestion***



On peut voir sur la Figure 1-10 que l'on peut dégager principalement trois partitions : en 2, 5 et 9 classes.

Selon les critères exposés dans la partie relative à la question du choix du nombre de classes, on retient comme partition optimale correspondant au saut le plus important des indices de niveau. Les sauts sont ici les suivants :

- Entre les classes 1 et 2 : 0,09321
- Entre les classes 4 et 5 : 0,01988
- Entre les classes 8 et 9 : 0,00941

La partition optimale est donc un découpage en 2 classes.

Le but de cette typologie étant de regrouper un nombre important d'entreprises en un nombre réduit d'ensembles, on ne retient pas un découpage en 9 classes comme potentiellement adapté même si le diagramme des indices de niveau montre qu'un tel découpage est possible. De même, l'objectif étant de conserver un minimum de diversité dans l'information, il est préférable généralement de considérer au minimum 3 classes lors du découpage de l'arbre hiérarchique. Nous allons donc retenir en ce qui concerne le thème *Gestion* un regroupement des individus en 5 classes.

Une précision doit ici être apportée. Le logiciel SPAD possède une procédure – la procédure PARTI – permettant notamment de couper à un niveau convenable l'arbre obtenu

suite à la procédure RECIP. La procédure PARTI est paramétrée par défaut de façon à rechercher les 3 meilleures partitions comprenant au minimum 3 classes et au maximum 10 classes. Ces paramètres peuvent bien évidemment être modifiés. Cependant, nous faisons de cette possibilité de recherche des meilleures partitions un simple indicateur du nombre de classe à choisir ; en effet, les meilleures partitions mises en évidence par le logiciel peuvent ne pas être adaptées aux données sur lesquelles porte l'analyse. Seule la recherche de la cohérence et de l'adéquation entre l'objectif de la classification et le choix de la partition doivent guider l'utilisateur.

Cette procédure permet également de ne considérer que la partition qui aura été déduite de l'observation des indices de niveau. Nous allons donc l'utiliser dans ce cadre, en indiquant comme paramètre lors du choix des partitions 5 classes.

Lors de cette procédure, il est réalisé une consolidation de la partition par la méthode d'agrégation autour des centres mobiles. Ainsi, si cela est possible, il va y avoir une réaffectation des individus d'une classe à une autre dont ils sont plus proches et ce, dans un but d'homogénéisation de la composition de chaque classe.

Nous allons donc ici étudier les différentes sorties fournies par SPAD à l'issue de la procédure PARTI.

La première sortie décrit sommairement les classes avant la consolidation (Tableau 1-14).

**Tableau 1-14 – Description sommaire des classes de la coupure de l'arbre en 5 classes avant consolidation**

CLASSE	EFFECTIF	POIDS	CONTENU <sup>65</sup>
Classe 1	3	3,00	1 à 1
Classe 2	4	4,00	2 à 4
Classe 3	231	231,00	5 à 36
Classe 4	5	5,00	37 à 39
Classe 5	126	126,00	40 à 50

On obtient ensuite les coordonnées et valeurs-test des centres de classes (Tableau 1-15), toujours avant consolidation. Ces informations seront également comparées à celle obtenues après consolidation. Comme lors de l'étude des résultats de l'ACM, nous n'éditions ici que les résultats relatifs aux deux premiers axes, les classes étant étudiées sur le plan factoriel précédemment sélectionné.

<sup>65</sup> Correspond aux rangs terminaux de chacune des classes.

**Tableau 1-15 – Coordonnées et valeurs-test des centres de classes avant consolidation**

LIBELLE	EFFECTIF	POIDS ABSOLU	DISTANCE A L'ORIGINE	COORDONNEES DES CENTRES DE CLASSES		VALEURS-TEST DES CENTRES DE CLASSES	
				AXE 1	AXE 2	AXE 1	AXE 2
Classe 1 / 5	3	3,00	16,52720	0,38610	3,68091	1,21506	15,74420
Classe 2 / 5	4	4,00	10,72180	-0,15139	-0,28808	-0,55090	-1,42476
Classe 3 / 5	231	231,00	0,13343	0,35773	-0,04497	16,08780	-2,74893
Classe 4 / 5	5	5,00	9,41613	-0,50052	0,51066	-2,03907	2,82757
Classe 5 / 5	126	126,00	0,42811	-0,64036	-0,01631	-16,02810	-0,55483

La distance à l'origine est ici le carré de la distance du  $Khi^2$  de l'origine au centre de gravité de la classe mesuré dans le sous-espace factoriel choisi (17 axes ici). Cette distance nous indique que les classes 1, 2 et 4 sont les plus atypiques, leur distance à l'origine étant la plus grande. Elles sont composées d'individus dont les caractéristiques sont très différentes de l'individu « moyen » de la population.

Quant aux valeurs-test, elles nous permettent de juger de l'intérêt des classes sur les différents axes. Ainsi, sur le premier axe, la première et la deuxième classe ne sont pas bien différenciées – elles ont des valeurs-test inférieures à 2 en valeur absolue. La classe 1 l'est cependant sur le second axe, mais toujours pas en ce qui concerne la classe 2. La même chose est observée pour la cinquième classe, bien différenciée sur l'axe 1 mais non sur l'axe 2.

Lors de l'ACM relative au thème *Gestion*, nous avons fait le choix de sélectionner le plan factoriel formé par les axes 1 et 2. Une des classes de la partition choisie précédemment n'étant pas bien différenciée sur les axes 1 et 2, il peut être opportun d'opter alors pour une partition en 4 classes, la classe 2 pouvant difficilement être décrite sur le plan factoriel choisi.

Nous allons donc à présent choisir une partition en 4 classes pour le thème *Gestion*, que nous allons étudier plus en détail dans le paragraphe suivant.

#### 2.2.1.2. Informations générales relatives aux classes issues de la coupure de l'arbre.

Le Tableau 1-16 représente la description sommaire des classes de la coupure de l'arbre en 4 classes avant consolidation.

**Tableau 1-16 – Description sommaire des classes de la coupure de l'arbre en 4 classes avant consolidation**

CLASSE	EFFECTIF	POIDS	CONTENU
Classe 1	3	3,00	1 à 1
Classe 2	235	235,00	2 à 36
Classe 3	5	5,00	37 à 39
Classe 4	126	126,00	40 à 50

On peut voir ici que les classes 2 et 3 ont été fusionnées pour donner lieu à la classe 2 de la partition en 4 classes.

Le Tableau 1-17 des coordonnées et valeurs-test des centres de classes avant consolidation nous indique que toutes les classes sont bien différenciées sur au moins un des deux axes du plan factoriel 1-2.

**Tableau 1-17 – Coordonnées et valeurs-test des centres de classes avant consolidation**

Libellé	Effectif	Poids absolu	Distance à l'origine	Coordonnées des centres de classes avant consolidation		Valeurs-test des centres de classes avant consolidation	
				Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2
Classe 1	3	3,00	16,52720	0,38610	3,68091	1,21506	15,74420
Classe 2	235	235,00	0,12748	0,34906	-0,04911	16,06800	-3,07259
Classe 3	5	5,00	9,41613	-0,50052	0,51066	-2,03907	2,82757
Classe 4	126	126,00	0,42811	-0,64036	-0,01631	-16,02810	-0,55483

Ainsi, sur le premier axe, seule la première classe n'est pas bien différenciée. Elle l'est cependant sur le second axe. Il en est inversement de même avec la quatrième classe.

Le Tableau 1-18 suivant présente le processus de consolidation de la partition autour des centres des classes. Il permet d'analyser l'évolution de l'inertie inter-classes au fur et à mesure des itérations. Comme nous l'avons indiqué dans le paragraphe relatif à la question du choix du nombre de classes, la procédure de consolidation sert à vérifier le degré de stabilité de la partition avant consolidation. Ainsi, plus le nombre d'itération est faible, plus stable est la partition initiale. Le nombre d'itérations au-delà duquel la stabilité de la partition avant consolidation est remise en cause étant de 10, nous avons limité dans le paramétrage de cette procédure les itérations à ce seuil.

**Tableau 1-18 – Processus de consolidation de la partition autour des centres de classes**

ITERATION	INERTIE TOTALE	INERTIE INTER-CLASSES	QUOTIENT <sup>66</sup>
0	2,00835	0,48932	0,24365
1	2,00835	0,50793	0,25291
2	2,00835	0,50803	0,25296
3	2,00835	0,50803	0,25296

La première information que l'on peut déduire de ce tableau est que la partition avant consolidation était relativement stable puisque le processus a été stoppé au bout de 3 itérations<sup>67</sup>.

La consolidation de la partition a donc permis de faire passer la part de l'inertie inter-classes de 24,4 à 25,3%. Les classes sont donc devenues globalement plus homogènes<sup>68</sup>.

Nous pouvons à présent comparer la décomposition de l'inertie calculée sur les 17 axes retenus avant et après consolidation. Ces informations sont présentées dans le Tableau 1-19.

**Tableau 1-19 – Décomposition de l'inertie calculée sur les 17 axes avant et après consolidation**

INERTIES	INERTIES AVANT	INERTIES APRES	EFFECTIFS AVANT	EFFECTIFS APRES	POIDS AVANT	POIDS APRES	DISTANCES AVANT	DISTANCES APRES
Inter-classes	0,48932	0,50803						
Intra-classe								
Classe 1	0,00074	0,00074	3	3	3	3	16,52720	16,52720
Classe 2	1,18130	0,89575	235	224	235	224	0,12748	0,15648
Classe 3	0,03014	0,03014	5	5	5	5	9,41613	9,41613
Classe 4	0,30684	0,57369	126	137	126	137	0,42811	0,40692
Totale	2,00835	2,00835						
Quotient (I. inter / I. totale)	0,24365	0,25296						

<sup>66</sup> Il s'agit du rapport entre l'inertie inter-classes et l'inertie totale.

<sup>67</sup> Une quatrième itération a été réalisée pour bien montrer qu'une itération supplémentaire n'augmente plus l'inertie inter-classes.

<sup>68</sup> Si nous avions conservé une partition en 5 classes, la part d'inertie inter-classes serait passée de 30,3 à 31%.

Seules les classes 2 et 4 ont été modifiées par la procédure de consolidation. En effet, 11 individus appartenant auparavant à la classe 2 ont été réaffectés à la classe 4. Il y a donc eu globalement une amélioration de la partition par réaffectation de ces 11 individus. Suite à cela, l'inertie intra-classe de la classe 2 a diminué, tandis que celle de la classe 4 a augmenté. La variation d'inertie intra-classe de la classe 4 est inférieure à celle de la classe 2 ; la différence correspond au gain d'inertie inter-classes de la partition globale, gain justifiant la procédure de consolidation. Quant aux distances, ces dernières n'ont pas vu leur ordre modifié, les classes 1 et 3 sont toujours celles qui sont les plus éloignées de « l'individu moyen ».

Il peut à présent être comparées les coordonnées et valeurs-test des centres de classes avant et après consolidation. Ces coordonnées et ces valeurs-test après consolidation sont présentées dans le Tableau 1-20 suivant.

**Tableau 1-20 – Coordonnées et valeurs-test des centres de classes après consolidation**

Libellé	Effectif	Poids absolu	Distance à l'origine	Coordonnées des centres de classes après consolidation		Valeurs-test des centres de classes après consolidation	
				Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2
Classe 1	3	3,00	16,52720	0,38610	3,68091	1,21506	15,74420
Classe 2	224	224,00	0,15648	0,34906	-0,04911	16,82460	-2,60534
Classe 3	5	5,00	9,41613	-0,50052	0,51066	-2,03907	2,82757
Classe 4	137	137,00	0,40692	-0,64036	-0,01631	-16,74570	-0,96919

Les classes 2 et 4 étant les seules à avoir été modifiées suite à la consolidation, seules leurs coordonnées ont été modifiées. Leur position par rapport aux axes 1 et 2 ne diffère cependant pas énormément. De même, les valeurs-test après consolidation n'ont pas évoluées dans des proportions importantes. Seules celles associées aux classes dont des individus ont été réaffectés suite à la procédure de consolidation sont concernées par une évolution. Néanmoins, les informations que nous avons mises en évidence suite à l'observation des valeurs-test avant consolidation sont ici toujours valables, la classe 1 n'est pas bien différenciée sur l'axe 1 mais l'est sur l'axe 2 et inversement de même pour la classe 4.

## 2.2.1.3. Matrice distance entre les classes de la partition

La matrice de distance permet de positionner les classes les unes par rapport aux autres sur le plan factoriel en calculant les distances entre les classes. Ces informations présentées dans le Tableau 1-21 sont fournies par la procédure PARTI.

**Tableau 1-21 – Matrice<sup>69</sup> des distances entre les classes de la partition**

	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4
CLASSE 1	0,0000			
CLASSE 2	4,0951	0,0000		
CLASSE 3	5,1554	3,1696	0,0000	
CLASSE 4	4,1825	1,0276	3,1180	0,0000

Ainsi, on peut voir que les classes 2 et 4 sont relativement proches alors que les classes 1 et 3 sont les plus distantes. On peut également voir que la classe 1 est la plus éloignée de toutes les autres classes. En dehors des classes 2 et 4, on a donc des classes qui sont relativement distinctes les unes des autres.

Une fois déterminé le nombre de classes optimal conformément aux critères théoriques et/ou aux critères « pratiques », et avoir analysé les informations générales sur la partition – notamment leur composition –, nous allons chercher à décrire ces classes.

## 2.2.2. Résultats de la Classification Ascendante Hiérarchique appliquée au thème *Gestion*.

### 2.2.2.1. Description des classes de la partition par les modalités actives.

Pour décrire les classes de la partition, nous avons utilisé la procédure CLASS-MINER intégrée au logiciel SPAD.

Cette description des classes doit se faire conformément à la description des axes qui avait été réalisée lors de l'ACM portant sur ce même thème. En effet, nous avons fait le choix d'un plan factoriel composé des axes 1 et 2. Les classes vont donc être décrites d'une part par les modalités actives qui les caractérisent mais également en fonction de leur position sur le plan factoriel 1-2.

<sup>69</sup> Cette matrice est symétrique.



Les sorties issues de la procédure CLASS-MINER se présentent sous la forme d'un tableau contenant différentes colonnes. Nous allons dans un premier temps expliquer à quoi correspondent les principales colonnes au travers du Tableau 1-22 ci-dessous qui est un extrait du tableau concernant la caractérisation de la classe 4 par les modalités<sup>70</sup>.

**Tableau 1-22 – Extrait du tableau concernant la caractérisation de la classe 4 par les modalités**

<b>LIBELLES DES VARIABLES</b>	<b>MODALITES CARACTERISTIQUES</b>	<b>% DE LA MODALITE DANS LA CLASSE</b>	<b>% DE LA MODALITE DANS L'ECHANTILLON</b>	<b>% DE LA CLASSE DANS LA MODALITE</b>	<b>VALEUR-TEST</b>	<b>PROBABILITE</b>	<b>POIDS</b>
CENTGEST	NGCT	87,59	36,04	90,23	16,57	0,000	133

La colonne *% de la modalité dans la classe* correspond à l'effectif de la modalité dans la classe divisé par l'effectif de la classe. Donc pour cette modalité de la classe 4 – NGCT de la variable CENTGEST – on a l'effectif de la classe qui est de 137 et le pourcentage de la modalité dans la classe égal à 87,59%, on peut donc en déduire le nombre d'entreprises appartenant à cette classe 4 présentant cette modalité qui est de 120.

La colonne *% de la modalité dans l'échantillon* correspond à l'effectif de la modalité dans la population globale divisé par l'effectif de l'ensemble de la population. Donc pour cette modalité de la classe 4 – NGCT de la variable CENTGEST – on a l'effectif de la population qui est de 369 et le pourcentage de la modalité dans l'échantillon de 36,04%, ce qui nous permet de déduire le nombre d'entreprises dans la population possédant cette modalité. 133 entreprises dans l'ensemble de la population présentent cette modalité.

L'étude conjointe de ces deux colonnes nous permet en fait de voir quelle spécificité les entreprises appartenant à la classe que l'on décrit ont par rapport à la population globale. Plus nombreuses sont les entreprises possédant une modalité en particulier au sein d'une même classe et plus cette même classe sera caractérisée par la modalité en question. Ainsi, concernant cette modalité de la classe 4 – NGCT de la variable CENTGEST – on voit que 120 entreprises présentent cette caractéristique alors que dans la population prise dans son ensemble elles sont 133 à la présenter, ce qui nous permet de déduire que cette modalité est bien caractéristique des entreprises appartenant à cette classe.

<sup>70</sup> Le choix de l'extrait de ce tableau n'a d'autre justification que de permettre d'illustrer les notions que recouvrent les colonnes des tableaux.

La colonne *% de la classe dans la modalité* compare justement le nombre d'individus possédant une modalité dans la classe au nombre d'individus possédant cette même modalité dans toute la population. Ce pourcentage est obtenu en divisant l'effectif de la modalité dans la classe par l'effectif de la modalité dans la population globale.

Pour résumer, on peut dire que :

- Lorsque le pourcentage de la modalité dans la classe est élevé (faible), cette modalité est un trait commun (particulier) aux individus de la classe en question. Cela ne veut pour autant pas dire que la modalité est caractéristique des individus de la classe concernée.
- Lorsque le pourcentage de la modalité dans l'échantillon est élevé (faible), cette modalité est un trait commun (particulier) à une grande (petite) partie de la population. Ce sera donc une caractéristique très (peu) répandue dans la population. On ne peut néanmoins pas déduire d'information précise quand au profil des entreprises possédant cette modalité en se reportant uniquement à ce pourcentage.
- Lorsque le pourcentage de la classe dans la modalité est élevé, cette modalité est un trait commun aux individus appartenant à la classe concernée mais également une spécificité de cette classe. Les individus possédant cette modalité sont nombreux dans cette classe mais de plus, la majorité des individus de la population présentant cette modalité appartiennent à la classe concernée.

Ces trois colonnes doivent donc être étudiées de façon complémentaire afin de déceler les particularités permettant de caractériser une classe.

S'agissant des valeurs-test, elles correspondent aux valeurs-test des modalités. Comme toujours, sont uniquement retenues les valeurs-test ayant une valeur absolue supérieure à 2. Lorsque la valeur-test est positive, cela signifie que la modalité associée est sur-représentée dans la classe, c'est-à-dire qu'elle est une particularité de cette classe. Lorsque cette valeur-test est négative, cela signifie que la modalité est sous-représentée dans la classe, c'est-à-dire qu'elle tout sauf caractéristique de la classe.

Enfin, la *probabilité* correspond à la probabilité associée à la valeur-test. Une valeur-test de 2 en valeur absolue correspond à une probabilité critique de 0,01. Donc plus la valeur-test sera élevée, plus sa probabilité critique tendra vers 0 et plus la modalité sera caractéristique de la classe étudiée.

Rappelons ici que l'axe 1 du plan factoriel 1-2 concernant le thème *Gestion* correspond à la taille de l'entreprise et que l'axe 2 concerne la spécificité de l'entreprise par rapport à l'activité.

#### 2.2.2.1.1. Description de la classe 1 issue de l'étude du thème *Gestion*.

La caractérisation de la classe 1 va être réalisée à partir du Tableau 1-23.

**Tableau 1-23 – Caractérisation de la classe 1 par les modalités**

LIBELLES DES VARIABLES	MODALITES CARACTERISTIQUES	% DE LA MODALITE DANS LA CLASSE	% DE LA MODALITE DANS L'ECHANTILLON	% DE LA CLASSE DANS LA MODALITE	VALEUR-TEST	PROBABILITE	POIDS
STATUT	ENP	0,00	82,93	0,00	-2,59	0,005	306

Comme nous l'avons vu précédemment, la classe 1 est une classe atypique dans le sens où sa distance à l'origine est grande. Elle est donc composée d'individus qui sont très différents de « l'individu moyen ». Le Tableau 1-23 nous indique que l'unique modalité pour laquelle la valeur-test est supérieure à 2 en valeur absolue est la modalité ENP de la variable STATUT. Cependant, cette valeur test est négative. Elle permet donc de décrire ce qui ne caractérise pas la classe 1, à savoir que le statut des entreprises qui appartiennent à cette classe n'est pas *Entreprise en nom propre*. L'observation ensuite du pourcentage de la modalité dans la classe nous permet de préciser qu'aucune entreprise dans la classe n'a ce statut alors même que ce statut concerne près de 83% des entreprises étudiées. Cela nous permet de conclure que même si l'on ne sait pas quel statut caractérise les entreprises de cette classe, on est sûr que ce n'est pas le statut d'entreprise en nom propre.

N'ayant d'autres indications quant aux modalités pouvant caractériser les entreprises de cette classe, nous allons utiliser la signification des axes du plan factoriel retenu lors de l'ACM. On va donc se reporter aux coordonnées du centre de la classe 1 sur ce même plan factoriel (Tableau 1-20). La classe 1 est donc située dans la partie Nord-Est du plan factoriel 1-2. On peut conclure que la classe 1 est composée d'entreprises de plutôt grande taille mais n'ayant pas une structure spécifique à l'activité.

On peut également appuyer cette conclusion par l'étude des parangons<sup>71</sup>. Les parangons sont les individus les plus « caractéristiques » de chaque classe ; ce sont en fait les individus qui sont les plus proches du centre de gravité – du point moyen – de la classe.

Afin de vérifier notre interprétation de la classe 1, regardons donc, pour chacune des variables du thème *Gestion*, les modalités de l'entreprise la plus caractéristique de la classe (Tableau 1-24).

**Tableau 1-24 – Modalités des variables du thème *Gestion* concernant l'entreprise la plus caractéristique de la classe 1**

VARIABLE	MODALITE
Statut de l'entreprise	<i>Société commerciale</i>
Adhésion ou non à un centre de gestion	<i>Non</i>
Utilisation d'un micro-ordinateur pour les besoins de l'entreprise	<i>Non</i>
Régime de TVA	<i>Réel</i>
Régime d'imposition	<i>Impôt sur les sociétés</i>
Type de comptabilité	<i>Comptabilité de gestion</i>
Assurance des bâtiments	<i>En totalité</i>
Assurance des bateaux	<i>Tous</i>
Existence d'activités lucratives liées au tourisme	<i>Non</i>
Pratique de travaux effectués à façon hors de l'entreprise	<i>Non</i>
Année de création de l'entreprise dans son statut actuel	<i>Années 90</i>

On retrouve bien au travers de ces modalités une entreprise caractérisée par le fait qu'elle est de grande taille (TVA au réel, impôts sur les sociétés) mais qui n'a pas de spécificité par rapport à l'activité ostréicole (société commerciale, impôts sur les sociétés et non sur les bénéfices agricoles).

#### 2.2.2.1.2. Description de la classe 2 issue de l'étude du thème *Gestion*.

On peut avoir un premier aperçu des modalités caractéristiques de la classe 2 au travers de l'histogramme des valeurs-test (Tableau 1-25).

<sup>71</sup> Les parangons nous sont donnés par la procédure PARTI du logiciel SPAD. Parfois, malgré un nombre d'entreprise appartenant à la classe concernée supérieur à 10, moins de 10 parangons seront édités. Cela vient du fait que certaines entreprises ont les mêmes caractéristiques pour un thème donné et ont donc une distance au centre de classe identique. Il en est de même pour la liste des individus à contribution maximale.

**Tableau 1-25 – Histogramme des valeurs-test des modalités caractéristiques de la classe 2**

Libellés des variables	Modalités caractéristiques	Valeur-Test	Histogramme
COMPTA	CG	17,50	*****
CENTGEST	YCGT	16,79	*****
TVA	R	13,29	*****
RI	BARS	9,76	*****
ANCEC	ANMJ	6,28	*****
RI	BAAU	5,93	*****
RGESTCT	GCE	5,23	*****
STATUT	GAEC	4,12	*****
ANCEC	ANJ	4,03	*****
STATUT	EARL	3,16	*****
ACTLUCR	YLVC	2,50	*****
ASSURBAT	ALL	2,37	*****

Ainsi, les modalités les plus caractéristiques de la classe 2 sont CG et YCGT.

Pour affiner quelques peu les informations que l'on peut déduire de l'histogramme des valeurs-test (Tableau 1-25), on peut utiliser les informations présentées dans le

Tableau 1-26.

S'agissant de la classe 2, on peut voir que les modalités les plus caractéristiques sont une comptabilité de gestion, l'adhésion à un centre de gestion ainsi que le remboursement de la TVA au réel.

Egalement, sont caractéristiques de cette classes les statuts GAEC et EARL – qui sont des statuts très répandus pour ce type d'activité – et le régime d'imposition des bénéfices agricoles au réel. Ces modalités sont d'autant plus spécifiques aux entreprises de cette classe que toutes les entreprises de la population présentant cette modalité sont dans cette classe (pourcentage de la classe dans la modalité égal à 100%).

On peut donc dire des entreprises appartenant à la classe 2 qu'elles sont de taille relativement importante (TVA au réel, comptabilité de gestion), quelque peu spécifique par rapport à l'activité (imposées au titre des bénéfices agricoles).

Tableau 1-26 – Caractérisation de la classe 2 par les modalités

LIBELLES DES VARIABLES	MODALITES CARACTERISTIQUES	% DE LA MODALITE DANS LA CLASSE	% DE LA MODALITE DANS L'ECHANTILLON	% DE LA CLASSE DANS LA MODALITE	VALEUR-TEST	PROBABILITE	POIDS
COMPTA	CG	95,54	62,06	93,45	17,50	0,000	229
CENTGEST	YCGT	95,98	63,96	91,10	16,79	0,000	236
TVA	R	91,52	65,58	84,71	13,29	0,000	242
RI	BARS	45,98	29,00	96,26	9,76	0,000	107
ANCEC	ANMJ	50,00	37,40	81,16	6,28	0,000	138
RI	BAAU	16,96	10,30	100,00	5,93	0,000	38
RGESTCT	GCE	25,00	17,07	88,89	5,23	0,000	63
STATUT	GAEC	9,38	5,69	100,00	4,12	0,000	21
ANCEC	ANJ	15,63	10,57	89,74	4,03	0,000	39
STATUT	EARL	6,25	3,79	100,00	3,16	0,001	14
ACTLUCR	YLVC	16,96	13,28	77,55	2,50	0,006	49
ASSURBAT	ALL	100,00	98,65	61,54	2,37	0,009	364
ACTLUCR	NLVC	83,04	86,72	58,13	-2,50	0,006	320
ANCEC	ANMV	11,61	16,80	41,94	-3,14	0,001	62
ANCEC	ANV	4,46	9,49	28,57	-3,87	0,000	35
ANCEC	ANM	18,30	25,75	43,16	-3,91	0,000	95
STATUT	ENP	75,45	82,93	55,23	-4,89	0,000	306
RGESTCT	SOGE	69,64	78,59	53,79	-5,35	0,000	290
COMPTA	ZCPT	0,00	4,88	0,00	-5,45	0,000	18
RI	BAFC	35,27	57,99	36,92	-11,63	0,000	214
TVA	RF	8,48	33,88	15,20	-13,04	0,000	125
COMPTA	ERD	4,46	33,06	8,20	-15,05	0,000	122
CENTGEST	NCGT	4,02	36,04	6,77	-16,79	0,000	133

Comme précédemment, nous allons vérifier, à travers les modalités de l'entreprise la plus caractéristique de la classe, la validité de notre caractérisation (Tableau 1-27).

**Tableau 1-27 – Modalités des variables du thème *Gestion* concernant l'entreprise la plus caractéristique de la classe 2**

VARIABLE	MODALITE
Statut de l'entreprise	<i>Entreprise en nom propre</i>
Adhésion ou non à un centre de gestion	<i>Oui</i>
Utilisation d'un PC pour les besoins de l'entreprise	<i>Sans objet (pas de micro-ordinateur)</i>
Régime de TVA	<i>Réel</i>
Régime d'imposition	<i>Bénéfices agricoles au forfait collectif</i>
Type de comptabilité	<i>Comptabilité de gestion</i>
Assurance des bâtiments	<i>En totalité</i>
Assurance des bateaux	<i>Tous</i>
Existence d'activités lucratives liées au tourisme	<i>Non</i>
Pratique de travaux effectués à façon hors de l'entreprise	<i>Non</i>
Année de création de l'entreprise dans son statut actuel	<i>Années 90</i>

On a donc bien une cohérence entre la description de la classe 2 et l'individu le plus caractéristique de cette classe.

Pour étoffer un peu plus cette description, nous allons maintenant voir quelles sont les caractéristiques de l'individu ayant la plus forte contribution à l'inertie de la classe, celui qui est le plus éloigné du centre de gravité de la classe (Tableau 1-28)<sup>72</sup>.

**Tableau 1-28 – Modalités des variables du thème *Gestion* concernant l'entreprise la moins caractéristique de la classe 2**

VARIABLE	MODALITE
Statut de l'entreprise	<i>Entreprise en nom propre</i>
Adhésion ou non à un centre de gestion	<i>Oui</i>
Utilisation d'un micro-ordinateur pour les besoins de l'entreprise	<i>Sans objet (pas de micro-ordinateur)</i>
Régime de TVA	<i>Remboursement forfaitaire</i>
Régime d'imposition	<i>Bénéfices agricoles au réel simplifié</i>
Type de comptabilité	<i>Comptabilité de gestion</i>
Assurance des bâtiments	<i>En partie</i>
Assurance des bateaux	<i>Tous</i>
Existence d'activités lucratives liées au tourisme	<i>Oui</i>
Pratique de travaux effectués à façon hors de l'entreprise	<i>Non</i>
Année de création de l'entreprise dans son statut actuel	<i>Années 90</i>

<sup>72</sup> Nous n'avons pas jugé utile de présenter les modalités de l'individu de moins caractéristique de la classe 1 car cette dernière ne compte que 3 individus.

Essentiellement, cette entreprise se distingue des autres entreprises de la classe 2 au niveau du régime de TVA – remboursement forfaitaire au lieu d’un remboursement au réel. Accessoirement, elle se distingue également par le fait qu’une partie seulement des bâtiments est assurée et qu’elle exerce des activités lucratives liées au tourisme.

#### 2.2.2.1.3. Description de la classe 3 issue de l’étude du thème *Gestion*.

Les informations permettant de caractériser la classe 3 par les modalités sont présentées dans le Tableau 1-29.

**Tableau 1-29 – Caractérisation de la classe 3 par les modalités**

LIBELLES DES VARIABLES	MODALITES CARACTERISTIQUES	% DE LA MODALITE DANS LA CLASSE	% DE LA MODALITE DANS L'ECHANTILLON	% DE LA CLASSE DANS LA MODALITE	VALEUR-TEST	PROBABILITE	POIDS
ASSURBAT	ALL	40,00	98,65	0,55	-4,23	0,000	364
ASSURBT	TOT	20,00	98,37	0,28	-5,20	0,000	363

Comme cela a été le cas lors de la description de la classe 1, la classe 3 va être décrite en fonction des caractéristiques que ne possèdent pas les entreprises qui la composent en raison de l’atypisme qui la caractérise. 99% des entreprises de la classe 3 ne sont pas concernées par l’assurance en totalité de leurs bâtiments et bateaux. Cette information n’étant pas suffisante, nous allons nous reporter aux modalités prises par l’entreprise la plus caractéristique de la classe 3 à l’aide de l’édition des parangons (Tableau 1-30).

Cette classe est sans doute la plus difficile à caractériser car les informations fournies par la procédure CLASS-MINER nous permettent de dire uniquement quelles modalités ne sont caractérisent pas la classe. De plus, lorsque l’on regarde les modalités prises par l’entreprise la plus caractéristique de la classe, elles diffèrent peu de celles prises par l’entreprise la plus caractéristique de la classe 2.

Cependant, en regardant les variables qui ont permis d’interpréter les axes lors de l’ACM portant sur le thème *Gestion*, on peut dégager des différences. En effet, l’axe 1 a été interprété en regard du régime de TVA, du type de comptabilité et de l’adhésion ou non à un centre de gestion ; quant à l’axe 2, il a été interprété essentiellement à partir des variables concernant le statut de l’entreprise et le régime d’imposition de ses bénéficiaires.



**Tableau 1-30 – Modalités des variables du thème *Gestion* concernant l'entreprise la plus caractéristique de la classe 3**

VARIABLE	MODALITE
Statut de l'entreprise	<i>Entreprise en nom propre</i>
Adhésion ou non à un centre de gestion	<i>Non</i>
Utilisation d'un PC pour les besoins de l'entreprise	<i>Sans objet (pas de micro-ordinateur)</i>
Régime de TVA	<i>Réel</i>
Régime d'imposition	<i>Bénéfices agricoles au forfait collectif</i>
Type de comptabilité	<i>Enregistrement des recettes et des dépenses</i>
Assurance des bâtiments	<i>Sans objet</i>
Assurance des bateaux	<i>Tous</i>
Existence d'activités lucratives liées au tourisme	<i>Non</i>
Pratique de travaux effectués à façon hors de l'entreprise	<i>Non</i>
Année de création de l'entreprise dans son statut actuel	<i>Années 80</i>

On peut alors décrire la classe 3 comme regroupant des entreprises qui sont relativement de petite taille – simple enregistrement des recettes et des dépenses concernant la comptabilité et non adhésion à un centre de gestion – et qui sont tout de même un peu spécifique par rapport à l'activité.

#### 2.2.2.1.4. Description de la classe 4 issue de l'étude du thème *Gestion*.

Les informations permettant de caractériser la classe 4 par les modalités sont présentées dans les Tableau 1-31 et Tableau 1-32.

**Tableau 1-31 – Histogramme des valeurs-test des modalités caractéristiques de la classe 4**

Libellés des variables	Modalités caractéristiques	Valeur-Test	Histogramme
CENTGEST	NCGT	16,57	*****
COMPTA	ERD	15,00	*****
TVA	RF	13,29	*****
RI	BAFC	12,10	*****
STATUT	ENP	5,96	*****
COMPTA	ZCPT	5,64	*****
RGESTCT	SOGE	4,94	*****
ANCEC	ANV	3,79	*****
ANCEC	ANMV	3,54	*****
ANCEC	ANM	3,47	*****
ACTLUCR	NLVC	2,18	****

Tableau 1-32 – Caractérisation de la classe 4 par les modalités

LIBELLES DES VARIABLES	MODALITES CARACTERISTIQUES	% DE LA MODALITE DANS LA CLASSE	% DE LA MODALITE DANS L'ECHANTILLON	% DE LA CLASSE DANS LA MODALITE	VALEUR-TEST	PROBABILITE	POIDS
CENTGEST	NCGT	87,59	36,04	90,23	16,57	0,000	133
COMPTA	ERD	79,56	33,06	89,34	15,00	0,000	122
TVA	RF	75,91	33,88	83,20	13,29	0,000	125
RI	BAFC	95,62	57,99	61,22	12,10	0,000	214
STATUT	ENP	97,08	82,93	43,46	5,96	0,000	306
COMPTA	ZCPT	13,14	4,88	100,00	5,64	0,000	18
RGESTCT	SOGE	91,97	78,59	43,45	4,94	0,000	290
ANCEC	ANV	17,52	9,49	68,57	3,79	0,000	35
ANCEC	ANMV	26,28	16,80	58,06	3,54	0,000	62
ANCEC	ANM	36,50	25,75	52,63	3,47	0,000	95
ACTLUCR	NLVC	91,97	86,72	39,38	2,18	0,015	320
ACTLUCR	YLVC	8,03	13,28	22,45	-2,18	0,015	49
STATUT	SC	0,73	4,07	6,67	-2,40	0,008	15
STATUT	EARL	0,00	3,79	0,00	-3,01	0,001	14
ANCEC	ANJ	2,92	10,57	10,26	-3,76	0,000	39
STATUT	GAEC	0,00	5,69	0,00	-3,94	0,000	21
RGESTCT	GCE	5,11	17,07	11,11	-4,87	0,000	63
RI	BAAU	0,00	10,30	0,00	-5,69	0,000	38
ANCEC	ANMJ	16,79	37,40	16,67	-6,38	0,000	138
RI	BARS	2,19	29,00	2,80	-9,63	0,000	107
TVA	R	22,63	65,58	12,81	-13,56	0,000	242
CENTGEST	YCGT	12,41	63,96	7,20	-16,57	0,000	236
COMPTA	CG	7,30	62,06	4,37	-17,68	0,000	229

Ce tableau nous permet de dire que les modalités les plus caractéristiques des entreprises composant cette classe sont la non adhésion à un centre de gestion, une comptabilité qui se limite à un simple enregistrement des recettes et des dépenses et le remboursement forfaitaire de la TVA. On peut donc dans un premier temps déduire de cela que les entreprises de la classe 4 sont de très petite taille. Les modalités concernant le statut et le régime d'imposition des bénéficiaires nous permettent également de dire, dans une moindre mesure, que ces entreprises sont relativement spécifiques à l'activité – entreprise en nom

propre soumise au régime d'imposition des bénéfices agricoles au forfait collectif. Nous complétons notre analyse par l'étude des modalités de l'entreprise la plus caractéristique de la classe 4 (Tableau 1-33).

**Tableau 1-33 – Modalités des variables du thème *Gestion* concernant l'entreprise la plus caractéristique de la classe 4**

VARIABLE	MODALITE
Statut de l'entreprise	<i>Entreprise en nom propre</i>
Adhésion ou non à un centre de gestion	<i>Non</i>
Utilisation d'un PC pour les besoins de l'entreprise	<i>Sans objet (pas de micro-ordinateur)</i>
Régime de TVA	<i>Remboursement forfaitaire</i>
Régime d'imposition	<i>Bénéfices agricoles au forfait collectif</i>
Type de comptabilité	<i>Enregistrement des recettes et des dépenses</i>
Assurance des bâtiments	<i>Totalité</i>
Assurance des bateaux	<i>Tous</i>
Existence d'activités lucratives liées au tourisme	<i>Non</i>
Pratique de travaux effectués à façon hors de l'entreprise	<i>Non</i>
Année de création de l'entreprise dans son statut actuel	<i>Années 90</i>

Nous regardons également les modalités de l'individu le moins caractéristique de la classe 4 (Tableau 1-34).

**Tableau 1-34 – Modalités des variables du thème *Gestion* concernant l'entreprise la moins caractéristique de la classe 4**

VARIABLE	MODALITE
Statut de l'entreprise	<i>Entreprise en nom propre</i>
Adhésion ou non à un centre de gestion	<i>Non</i>
Utilisation d'un micro-ordinateur pour les besoins de l'entreprise	<i>Sans objet (pas de micro-ordinateur)</i>
Régime de TVA	<i>Sans objet</i>
Régime d'imposition	<i>Autre régime d'imposition des bénéfices</i>
Type de comptabilité	<i>Enregistrement des recettes et des dépenses</i>
Assurance des bâtiments	<i>Totalité</i>
Assurance des bateaux	<i>Tous</i>
Existence d'activités lucratives liées au tourisme	<i>Non</i>
Pratique de travaux effectués à façon hors de l'entreprise	<i>Non</i>
Année de création de l'entreprise dans son statut actuel	<i>Années 70</i>

Cette entreprise est en effet la moins caractéristique de la classe 4 puisqu'elle n'est pas soumise à la TVA et est relativement plus ancienne. Cependant, cela confirme qu'elle fait partie des entreprises qui sont de très petite taille, relativement spécifiques par rapport à l'activité.

#### 2.2.2.2. Plan factoriel 1-2 issu de l'Analyse des Correspondances Multiples et de la Classification Ascendante Hiérarchique appliquées au thème *Gestion*.

Le plan factoriel (Figure 1-11) nous permet d'avoir une représentation visuelle de l'ensemble des entreprises, en fonction des traits qui les caractérisent le plus – variables qui décrivent le mieux les axes factoriels retenus – mais également en fonction des proximités ou non des entreprises entre elles, au travers de la classification.

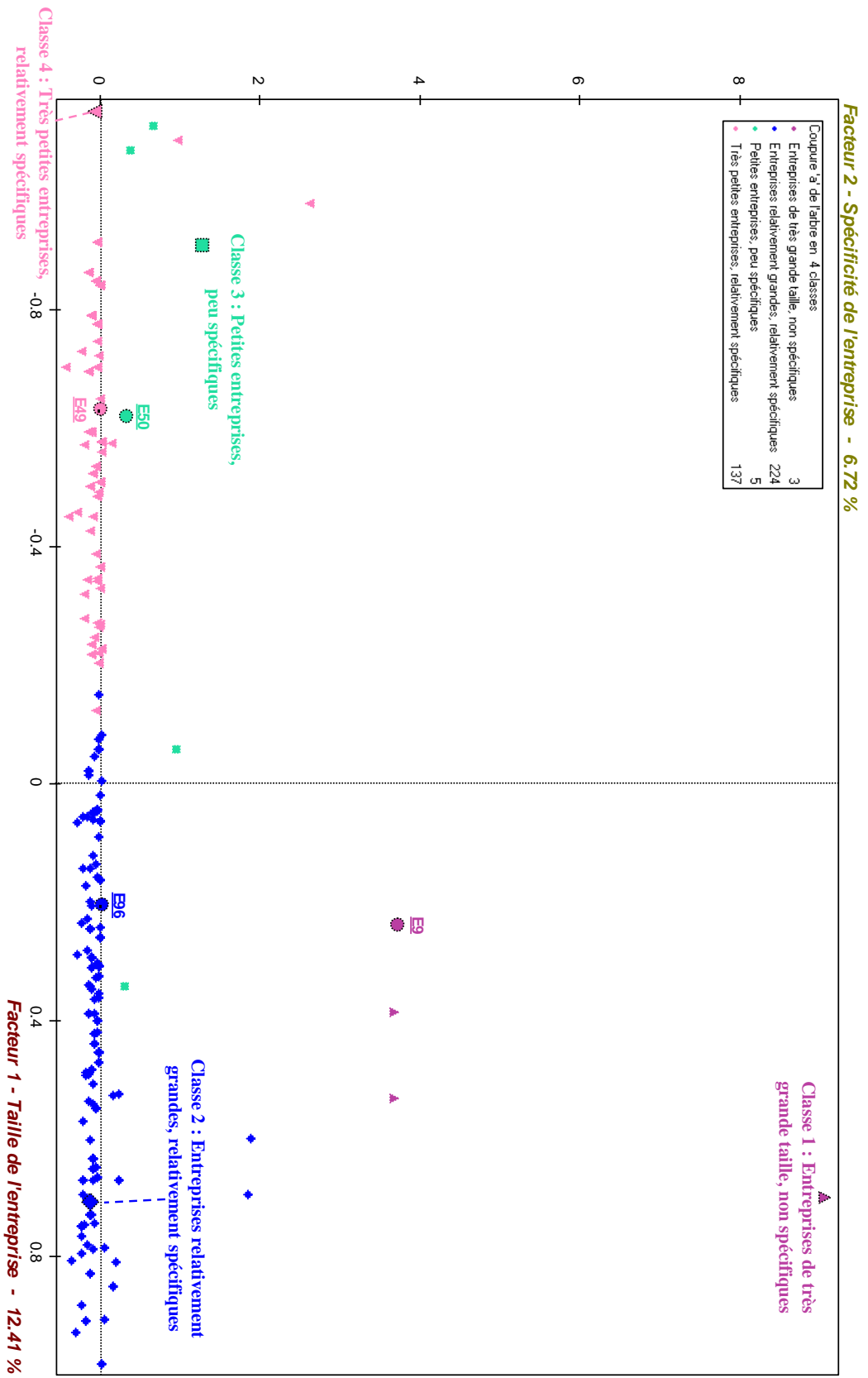
Cela nous permet au final de dresser une typologie des entreprises en ce qui concerne le thème *Gestion*. Nous avons donc globalement sur le Bassin d'Arcachon quatre types d'entreprises se distinguant essentiellement par leur taille et leur spécificité. Ainsi, on a :

- **Classe 1** : entreprises de très grande taille sans spécificité par rapport à l'activité
- **Classe 2** : entreprises de taille relativement<sup>73</sup> importante avec une relative spécificité par rapport à l'activité
- **Classe 3** : entreprises de petite taille, peu spécifiques à l'activité
- **Classe 4** : entreprises de très petite taille, relativement spécifiques à l'activité

---

<sup>73</sup> L'emploi du terme « relativement » n'est pas anodin dans la description des classes. Cela signifie que l'entreprise possède (ne possède pas) les caractéristiques correspondant à l'affirmation (l'infirmité) mais pas dans leur totalité. Cela permet de nuancer les descriptions. Par exemple, pour la classe 4, la structure est « relativement » spécifique dans le sens où le régime d'imposition est celui des bénéficiaires agricoles **mais** au forfait collectif.

Figure 1-11 – CAH du thème *Gestion*



Les classifications réalisées (voir annexe) nous permettent de connaître la répartition des entreprises selon différents critères. Elles ne permettent cependant pas une description globale de ces dernières. S'il est probable que les entreprises de très grande taille en termes de gestion soient également des entreprises ayant une main d'œuvre abondante, on ne peut arriver à des conclusions similaires s'agissant d'entreprises plus petites en termes de gestion. Il est donc nécessaire de réaliser une analyse à partir de ces résultats afin de pouvoir dresser une typologie des entreprises qui prendra en compte tous les critères au sein d'une même analyse. C'est l'objet du chapitre suivant.



## **Chapitre 2 :**

# **Typologie des entreprises ostréicoles arcachonnaises et détermination du degré de spécification de leurs caractéristiques**

---

L'analyse des caractéristiques des entreprises ostréicoles arcachonnaises sur la base des informations tirées du Recensement de la Conchyliculture de 2001 du chapitre précédent nous a permis de résumer en un petit nombre de variables synthétiques quantité d'information. Ces informations couvrant une grande partie des caractéristiques des entreprises vont nous permettre à présent de dresser une typologie des entreprises.

Une typologie<sup>74</sup> peut se définir comme le résultat d'une étude des traits caractéristiques dans un ensemble de données. Elle a donc pour but de classer des individus selon leurs ressemblances en des types différents.

Il va donc être réalisé dans un premier temps, à partir des différentes variables synthétiques révélées précédemment, une Analyse des Correspondances Multiples afin de pouvoir procéder à une Classification Ascendante Hiérarchique globale. Cette première procédure va donner lieu à un regroupement des entreprises en un petit nombre de classes ayant des caractéristiques différentes mais comparables ; l'introduction d'une variable relative à la production de chaque entreprise étudiée donnera lieu à notre typologie (section 1). A partir de cette typologie, un modèle économétrique est estimé afin de déterminer plus précisément le rôle de chacune des caractéristiques dans la discrimination des entreprises selon leur niveau de production (section 2).

### **1. Typologie des entreprises ostréicoles arcachonnaises.**

Il s'agit ici, à partir des résultats précédemment obtenus, de réaliser une typologie des entreprises en fonction de leurs caractéristiques déduites de leur appartenance aux classes selon les différents thèmes.

Selon Grémy & Le Moan (1977), « *élaborer une typologie consiste à distinguer, au sein d'un ensemble d'unités des groupes que l'on puisse considérer comme homogènes d'un*

---

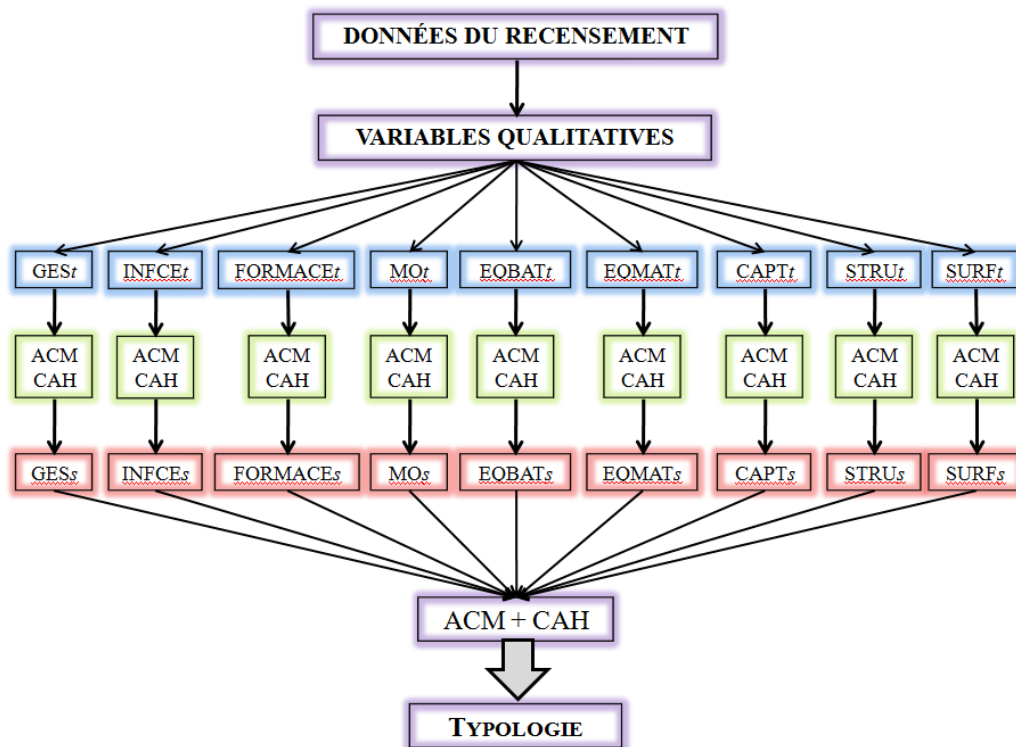
<sup>74</sup> En biologie, on parle de taxinomie. La taxinomie concerne par exemple les espèces animales ou végétales qui peuvent elles-mêmes être classées en sous-espèces.



*certain point de vue. Le contenu de cette notion d'homogénéité [...] se fonde généralement sur une certaine ressemblance définie à partir d'un sous-ensemble de caractéristiques servant à décrire les unités étudiées ».*

La typologie est réalisée à partir d'une nouvelle base de données constituées des résultats du chapitre précédent. Les variables correspondent aux différents thèmes précédemment étudiés et les modalités de chaque variable correspondent aux classes retenues lors de la CAH pour chaque thème. La Figure 2-1 suivante résume la démarche (les variables indicées  $t$  correspondant aux thèmes, celles indicées  $s$  correspondant aux variables synthétiques créées au chapitre précédent).

**Figure 2-1 – Démarche permettant de dresser la typologie des entreprises ostréicoles arcachonnaises**



Le but de la typologie ici étant de déterminer des profils d'entreprises, il est introduit une nouvelle variable, la production apparente. Cette dernière va être incluse dans l'ACM en tant que variable illustrative.

Cela va nous permettre de dégager un certain nombre de types d'entreprises et d'associer à chacun de ces types un niveau de production apparente. Les résultats de cette typologie serviront ensuite de base à une modélisation économétrique qui nous permettra de

mettre en évidence les caractéristiques les plus déterminantes dans la discrimination des entreprises selon leur niveau de production apparente.

### 1.1. Analyse des Correspondances Multiples.

#### 1.1.1. Variables utilisées pour l'ACM globale.

Il n'a pas été procédé ici à un apurement des modalités de faible effectif. Le tri à plat des variables actives est donc le suivant (Tableau 2-1).

**Tableau 2-1 – Tri à plat des variables de l'ACM globale**

VARIABLES UTILISÉES	EFFECTIF
<b>GES - Gestion</b>	
ges1 – Entreprises de très grande taille, non spécifiques	3
ges2 – Entreprises relativement grandes, relativement spécifiques	224
ges3 – Petites entreprises, peu spécifiques	5
ges4 – Très petites entreprises, relativement spécifiques	137
<b>INFCE – Informations relatives au chef d'entreprise</b>	
inf1 – Entrepreneur conchylicole quadragénaire travaillant à temps plein, marié	325
inf2 – Entrepreneure conchylicole quadragénaire travaillant à temps plein, mariée	16
inf3 – Retraité quinquagénaire travaillant moins de 30 heures hebdomadaires, marié	28
<b>FORMACE – Formation du chef d'entreprise</b>	
for1 – Formation initiale spécifique de niveau moyen	47
for2 – Formation initiale non spécifique de niveau moyen	18
for3 – Formation initiale supérieure spécifique et formation continue	41
for4 – Formation initiale spécifique de niveau moyen et formation continue	175
for5 – Formation initiale non spécifique de niveau primaire et formation continue	88
<b>MO – Main d'œuvre</b>	
mo1 – Pas de main d'œuvre familiale mais grande entreprise	51
mo2 – Le chef d'entreprise travaille seul	95
mo3 – Main d'œuvre familiale importante et très grande entreprise	30
mo4 – Main d'œuvre familiale importante mais petite entreprise	38
mo5 – Main d'œuvre familiale importante mais très petite entreprise	40
mo6 – Importance moyenne de la main d'œuvre familiale et entreprise très petite	80
mo7 – Main d'œuvre familiale très importante mais petite entreprise	35

VARIABLES UTILISÉES	EFFECTIF
<b><i>EQBAT – Equipement en bâtiment</i></b>	
eqb1 – Entreprises bien équipées, taille de l'équipement importante	218
eqb2 – Entreprises très bien équipées, taille de l'équipement importante	85
eqb3 – Entreprises équipées mais équipement de petite taille	37
eqb4 – Entreprises non équipées en terme de bâtiment	29
<b><i>EQMAT – Equipement en matériel</i></b>	
eqm1 – Entreprises très bien équipées, principalement en véhicules	12
eqm2 – Entreprises faiblement équipées mais nombre de véhicules important	263
eqm3 – Entreprises très peu équipées, pas de véhicules	78
eqm4 – Entreprises très bien équipées mais peu en véhicules	16
<b><i>STRU - Structure</i></b>	
str1 – Petites entreprises plus ou moins diversifiées	55
str2 – Entreprises de taille moyenne, diversifiées	118
str3 – Grandes entreprises, diversifiées	112
str4 – Très grandes entreprises, non diversifiées	47
str5 – Très petites entreprises, non diversifiées	37
<b><i>SURF - Surfaces</i></b>	
srf1 – Entreprises de taille moyenne, dépendance exclusive au DPM	242
srf2 – Entreprises de très grande taille, dépendance exclusive au DPM	62
srf3 – Entreprises de petite taille, dépendance moindre au DPM	14
srf4 – Entreprises de très grande taille, dépendance moindre au DPM	51
<b><i>CAP – Captage de naissain d'huîtres creuses</i></b>	
cap1 – Nombre de collecteurs moyennement important	48
cap2 – Nombre de collecteurs très important	9
cap3 – Nombre de collecteurs moyen	186
cap4 – Nombre de collecteurs moyen*	51
cap5 – Nombre de collecteurs important	20
cap6 – Pas de pratique du captage naturel de naissain d'huîtres creuses	55
<b><i>PA – Production apparente (en kilogrammes)</i></b>	
pa1 – Nulle ou négative	18
pa2 – ]0 ; 10 000[	73
pa3 – [10 000 ; 20 000[	146
pa4 – [20 000 ; 30 000[	68
pa5 – [30 000 ; 40 000[	28
pa6 – [40 000 ; 50 000[	9
pa7 – 50 000 et plus	27

Toutes les variables du Tableau 2-1 ne sont pas utilisées comme variables actives. Seules les variables créées à partir des différentes classifications précédentes sont introduites comme variables actives. Cependant, la variable *Mortalités et prédation* n'est pas incluse. Cela tient au fait que l'on cherche à dresser un profil des entreprises en fonction de leurs caractéristiques. On considère en effet que les *Mortalités et prédation* ne sont pas du fait même du fonctionnement de l'entreprise, c'est davantage une variable exogène à l'entreprise. De la même façon, concernant les commercialisations, elles ne sont pas introduites en tant que variables actives car nous les supposons dépendantes de la production. Elles ne caractérisent donc pas les entreprises. Ces variables seront utilisées ultérieurement.

Une nouvelle variable est introduite en variable illustrative, la production apparente. L'utilisation de la notion de production apparente et non pas de production tient au fait que cette production apparente est calculée de façon à exclure de ce que l'on considère comme produit, les achats d'animaux. C'est une façon d'approximer la production « réelle » des entreprises.

La production apparente se calcule de la façon suivante :

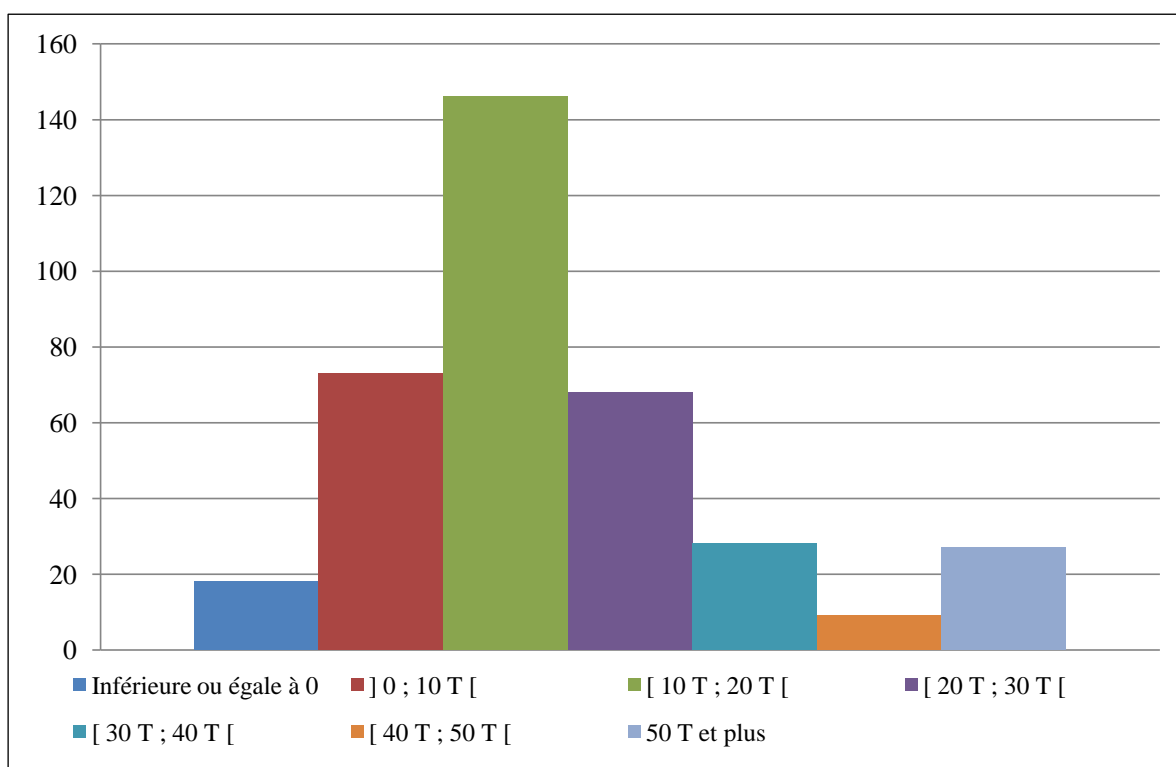
<p><b>Volume des ventes de coquillages finis (marqués sanitairesment)</b>  <b>+ volume des ventes de coquillages non marqués</b>  <b>+ volume des ventes de coquillages en cours d'élevage</b></p> <p><b>- volume des achats de coquillages non marqués</b>  <b>- volume des achats de coquillages en cours d'élevage</b></p>
---

Ainsi, une entreprise dont les volumes achetés sont supérieurs aux volumes vendus aura une production apparente négative.

Cette variable, initialement variable quantitative, a été codée en variable qualitative afin de garder une homogénéité dans le type de variables traité. Le découpage a été réalisé en 7 classes. On a dans un premier temps regroupé ensemble les entreprises dont la production apparente apparaissait nulle ou négative, puis le découpage s'est effectué de façon à avoir la même amplitude de classe. Enfin, la dernière classe a regroupé les entreprises ayant une production apparente de 50 tonnes et plus.

La Figure 2-2 présente sous forme d'histogramme les productions apparentes des 369 entreprises en tonnes.

Figure 2-2 – Histogramme des productions apparentes (en tonnes)



### 1.1.2. Résultats de l'Analyse des Correspondances Multiples globale<sup>75</sup>

Le tableau (Annexe 2-1) et le diagramme (Annexe 2-2) des valeurs propres nous permettent de sélectionner le plan factoriel formé par les axes 1 et 2. Au total, ce plan factoriel capte 15,23% de l'inertie totale.

L'étude du tableau des coordonnées, contributions et cosinus carrés des modalités actives et illustratives de l'ACM (Annexe 2-3 et Annexe 2-4) nous montre que sur le premier axe, la variable *STRUCTURE* – avec une contribution cumulée de 17,59 % – est celle qui contribue le plus à l'inertie totale de ce dernier tandis que la variable relative à la formation du chef d'entreprise présente une contribution cumulée de seulement 3,46 %. S'agissant des contributions sur l'axe 2, la variable *SURF* contribue pour 20,95 % à l'inertie totale tandis que la variable *FORMACE* n'y contribue qu'à hauteur de 0,92 %. L'étude des contributions nous permet déjà de pouvoir supposer que la variable relative à la formation du chef d'entreprise n'a pas une grande influence sur la discrimination des entreprises, sa contribution à l'inertie totale étant faible sur chacun des deux axes. Par contre, les variables concernant la structure et

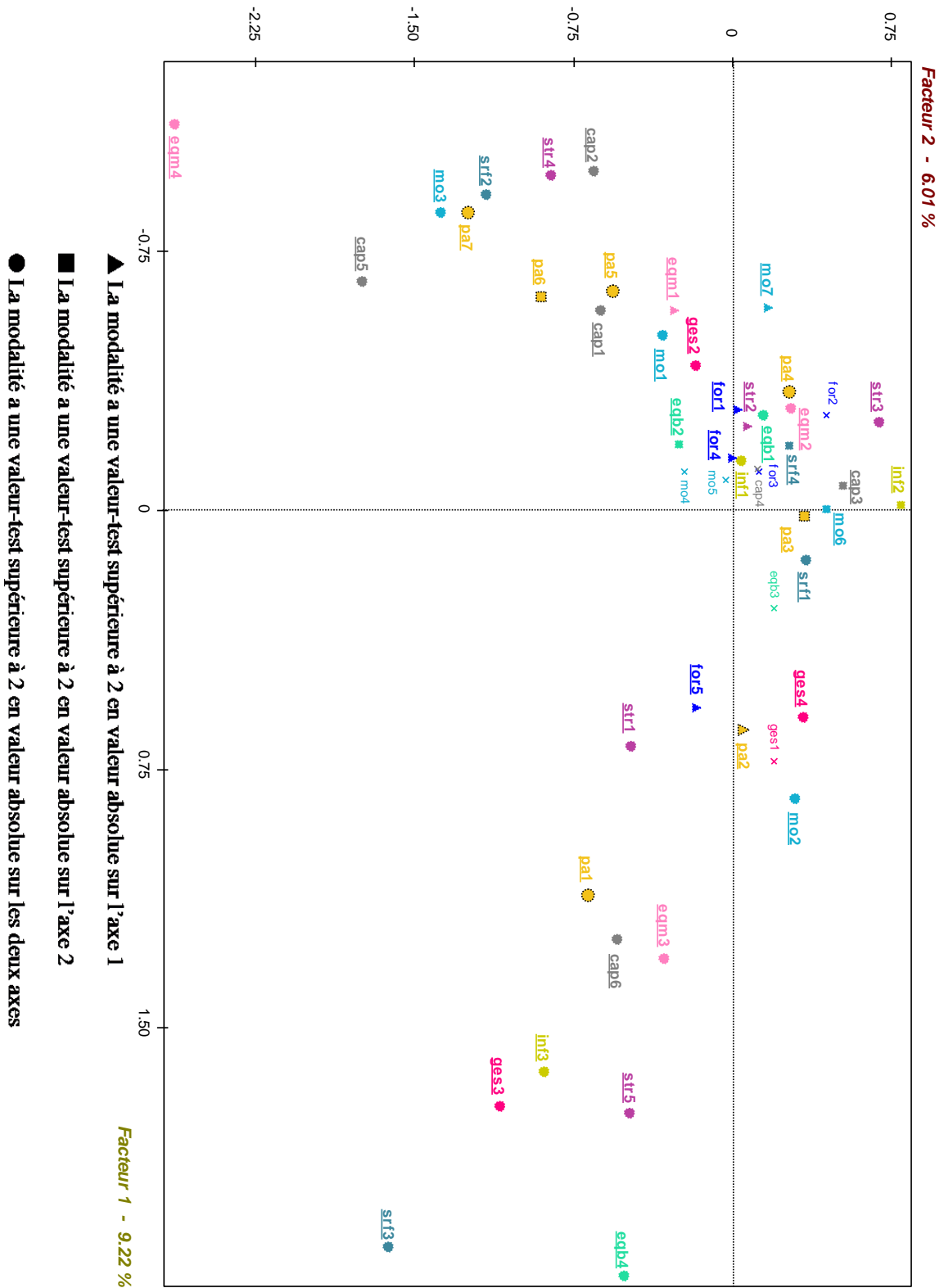
<sup>75</sup> Les différents tableaux et figures correspondant à l'ACM globale sont portés en annexe.

les surfaces semblent être davantage discriminantes avec des contributions élevées sur respectivement l'axe 1 et l'axe 2.

S'agissant des valeurs-test des modalités actives et illustratives des variables, elles permettent, comme nous l'avons vu précédemment, de déterminer les modalités les plus caractéristiques de la population étudiée (Morineau, 1984). On considère qu'une valeur-test supérieure à 2 en valeur absolue indique que la modalité concernée est significativement différente du centre de gravité du nuage de points étudié et est donc caractérisante.

Ainsi, le tableau des valeurs-test des modalités des différentes variables (Annexe 2-5) nous montre que sur l'axe 1, les variables *STRU* et *EQMAT* ont la totalité de leurs modalités qui sont significativement différentes du centre de gravité et permettent donc de discriminer fortement les entreprises. Par contre, aucune des modalités de la variable *FORMACE* ne sont significativement différentes du centre de gravité sur l'axe 2, confirmant un peu plus l'idée que cette variable ne joue pas un grand rôle dans la caractérisation des entreprises. La Figure 2-3 représente le plan factoriel 1-2 des modalités actives et illustratives de l'ACM globale.

Figure 2-3 – Plan 1-2 des modalités actives et illustratives de l'ACM globale<sup>76</sup>



<sup>76</sup> Figurent en gras les modalités ayant une valeur-test supérieure à 2 en valeur absolue sur au moins un axe du plan factoriel. La description des axes par les modalités des variables actives et illustratives sont en Annexe 2-6 et Annexe 2-7.

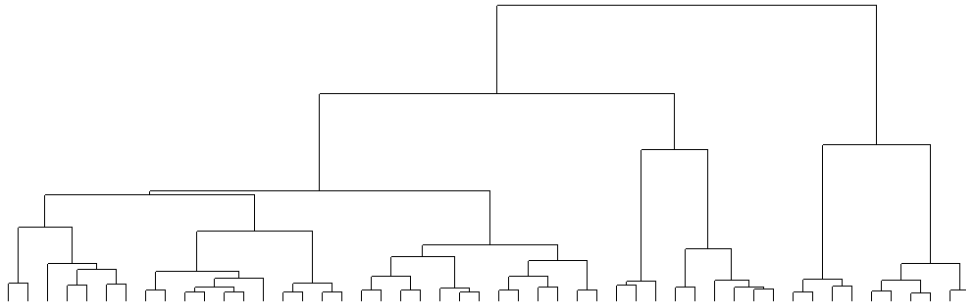
Afin de dresser la typologie des entreprises ostréicoles, nous allons à présent réaliser une Classification Ascendante Hiérarchique sur l'Analyse des Correspondances Multiples globale précédente.

## 1.2. Classification Ascendante Hiérarchique.

### 1.2.1. Caractérisation de la partition.

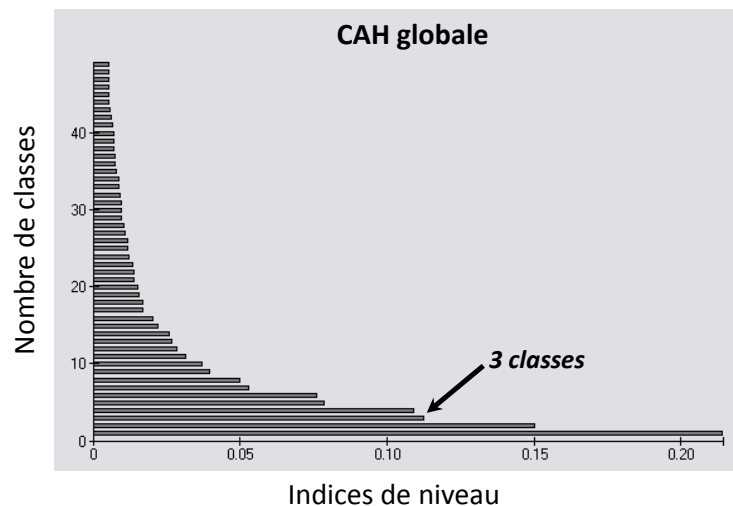
La procédure RECIPI a été paramétrée de telle façon à réaliser la CAH sur les 21 premiers axes conformément à notre volonté de retenir suffisamment d'axes de telle façon que 80% de l'inertie totale soit conservée.

**Figure 2-4 – Dendrogramme de la Classification Ascendante Hiérarchique Globale**



Le dendrogramme de la CAH globale (Figure 2-4) ne nous permettant pas de visualiser le regroupement optimal des entreprises ostréicoles en un petit nombre de classes, nous utilisons le diagramme des indices de niveaux (Figure 2-5).

**Figure 2-5 – Diagramme des indices de niveau issus de la Classification Ascendante Hiérarchique Globale**





Ainsi on peut voir que l'une des partitions possible est un découpage du nuage de points en trois classes, partition que nous avons donc retenue. Le Tableau 2-2 suivant présente une description sommaire des classes de la partition choisie.

**Tableau 2-2 – Description sommaire des classes de la coupure de l'arbre en 3 classes avant consolidation**

CLASSE	EFFECTIF	POIDS	CONTENU
Classe 1	248	248,00	1 à 31
Classe 2	63	63,00	32 à 40
Classe 3	58	58,00	41 à 50

La classe 1 est relativement importante puisqu'elle regroupe environ 62% des entreprises. Quant aux classes 2 et 3, elles sont toutes deux d'une taille équivalente.

D'après les informations contenues dans le Tableau 2-3, toutes les classes sont bien différenciées sur les deux axes retenues.

**Tableau 2-3 – Coordonnées et valeurs-test des centres de classes avant consolidation**

LIBELLE	EFFECTIF	POIDS ABSOLU	DISTANCE A L'ORIGINE	AXE 1	AXE 2	AXE 1	AXE 2
Classe 1 / 3	248	248,00	0,07034	-0,09212	0,20999	-4,35136	12,28500
Classe 2 / 3	63	63,00	0,80128	-0,56773	-0,54070	-8,49898	-10,02550
Classe 3 / 3	58	58,00	1,14861	1,01059	-0,31058	14,39870	-5,48090

La classe la plus proche de « l'individu moyen » est la classe 1 tandis que la classe 3 est celle qui est la plus atypique, sa distance à l'origine étant la plus grande. Le Tableau 2-4 présente les résultats de la procédure de consolidation de la partition.

**Tableau 2-4 – Processus de consolidation de la partition autour des centres de classes**

ITERATION	INERTIE TOTALE	INERTIE INTER-CLASSES	QUOTIENT
0	1,77652	0,36462	0,20524
1	1,77652	0,41330	0,23264
2	1,77652	0,41467	0,23342
3	1,77652	0,41467	0,23342
4	1,77652	0,41467	0,23342

La procédure de consolidation a été stoppée après la 3<sup>ème</sup> itération, ce qui témoigne d'une grande stabilité de la partition originale. La part d'inertie inter-classes est passée de 20,5% à 23,3%, rendant par-là les classes plus homogènes.

**Tableau 2-5 – Décomposition de l'inertie calculée sur les 21 axes avant et après consolidation**

INERTIES	INERTIES AVANT	INERTIES APRES	EFFECTIFS AVANT	EFFECTIFS APRES	POIDS AVANT	POIDS APRES	DISTANCES AVANT	DISTANCES APRES
<b>Inter-classes</b>	<b>0,36462</b>	<b>0,41467</b>						
<b>Intra-classe</b>								
Classe 1 / 3	0,85573	0,74864	248	240	248,00	240,00	0,07034	0,08717
Classe 2 / 3	0,29050	0,33472	63	73	63,00	73,00	0,80128	0,78002
Classe 3 / 3	0,26567	0,27850	58	56	58,00	56,00	1,14861	1,34198
<b>Totale</b>	<b>1,77652</b>	<b>1,77652</b>						
Quotient (I. inter / I. totale)	0,20524	0,23342						

Suite à la procédure de consolidation autour des centres de classes, les trois classes de la partition ont été modifiées. Cependant, seule la classe 1 a vu son inertie intra-classe diminuer. Quant à l'atypisme de la classe 3, elle s'est quelque peu accentuée.

**Tableau 2-6 – Coordonnées et valeurs-test des centres de classes après consolidation**

LIBELLE	EFFECTIF	POIDS ABSOLU	DISTANCE A L'ORIGINE	AXE 1	AXE 2	AXE 1	AXE 2
Classe 1 / 3	240	240,00	0,08717	-0,08567	0,24194	-3,85541	13,48540
Classe 2 / 3	73	73,00	0,78002	-0,56299	-0,56264	-9,22430	-11,41790
Classe 3 / 3	56	56,00	1,34198	1,10107	-0,30346	15,36570	-5,24519

On peut voir ici que la procédure de consolidation n'a pas profondément modifié la partition initiale. Les classes sont toujours bien différenciées sur chacun des deux axes. De plus, dans l'ensemble, les valeurs-test des classes sur les deux axes ont augmenté.

## 1.2.2. Description des classes de la partition.

## 1.2.2.1. Description de la classe 1 / 3.

Pour décrire la classe 1, on peut dans un premier temps regarder l'histogramme des valeurs-test. Le Tableau 2-7 suivant reprend uniquement les modalités dont la valeur-test est supérieure à 2 et l'histogramme est construit à partir de ces valeurs-test.

**Tableau 2-7 – Histogramme des valeurs-test des modalités caractéristiques de la classe 1**

<b>LIBELLES DES VARIABLES</b>	<b>MODALITES CARACTERISTIQUES</b>	<b>VALEUR-TEST</b>	<b>HISTOGRAMME</b>
SURF	srf1	9,68	*****
EQMAT	eqm2	7,74	*****
STRU	str3	7,00	*****
STRU	str2	6,07	*****
CAP	cap3	4,73	*****
PA	pa3	3,51	*****
PA	pa4	2,38	*****
EQBAT	eqb1	2,37	*****
INFCE	inf1	2,36	*****

Son étude conjointe avec le tableau de caractérisation de la classe 1 par les modalités (Annexe 2-8) nous permet de voir que la classe 1 regroupe des entreprises de taille moyenne dépendant exclusivement des surfaces dont elles disposent sur le Domaine Public Maritime (modalité *srf1*), faiblement équipées en matériel mais disposant de nombreux véhicules (*eqm2*), dont la structure correspond à des entreprises de taille moyenne diversifiées (*str2*), utilisant pour le captage un nombre de collecteurs moyen (*cap3*), bien équipées en bâtiments et dont la taille de l'équipement est importante (*eqb1*) et dont le chef d'entreprise est un entrepreneur conchylicole quadragénaire travaillant à temps plein et marié (*inf1*). La production apparente des entreprises de cette classe est de 10 à 30 tonnes (*pa3* et *pa4*).

## 1.2.2.2. Description de la classe 2 / 3.

De la même façon, pour décrire la classe 2, on peut dans un premier temps regarder l'histogramme des valeurs-test (Tableau 2-8).

**Tableau 2-8 – Histogramme des valeurs-test des modalités caractéristiques de la classe 2**

LIBELLES DES VARIABLES	MODALITES CARACTERISTIQUES	VALEUR-TEST	HISTOGRAMME
SURF	srf2	14,55	*****
STRU	str4	12,44	*****
EQMAT	eqm4	6,35	*****
GES	ges2	5,77	*****
PA	pa7	4,55	*****
MO	mo3	4,12	*****
CAP	cap5	3,88	*****
PA	pa5	3,58	*****
CAP	cap2	2,80	*****

Son étude conjointe avec le tableau de caractérisation de la classe 2 par les modalités (Annexe 2-9) nous permet de voir que la classe 2 regroupe des entreprises de très grande taille qui dépendent exclusivement du DPM en termes de surfaces (*sfr2*), qui en termes de structures peuvent être considérées comme très grandes mais pas diversifiées (*str4*), très bien équipées mais peu en véhicules (*eqm4*), dont la gestion correspond à des entreprises relativement grandes et relativement spécifiques à l'ostréiculture (*ges2*), dont la main d'œuvre familiale est importante (*mo3*), dont le nombre de collecteurs utilisé pour le captage est important voire très important (*cap5* et *cap2*). La production apparente des entreprises de cette classe est de 30 à 40 tonnes (*pa5*) voire plus de 50 tonnes (*pa7*).

### 1.2.2.3. Description de la classe 3 / 3.

De la même façon, pour décrire la classe 3, on peut dans un premier temps regarder l'histogramme des valeurs-test (Tableau 2-9).

Tableau 2-9 – Histogramme des valeurs-test des modalités caractéristiques de la classe 3

LIBELLES DES VARIABLES	MODALITES CARACTERISTIQUES	VALEUR-TEST	HISTOGRAMME
EQMAT	eqm3	11,53	*****
STRU	str5	10,02	*****
EQBAT	eqb4	9,38	*****
CAP	cap6	7,86	*****
SURF	srf3	6,40	*****
INFCE	inf3	6,09	*****
MO	mo2	4,74	*****
GES	ges4	4,64	*****
PA	pa2	4,53	*****
STRU	str1	4,50	*****
PA	pa1	3,89	*****
FORMACE	for5	3,61	*****

Son étude conjointe avec le tableau de caractérisation de la classe 3 par les modalités (Annexe 2-10) nous permet de voir que la classe 3 regroupe des entreprises qui sont très peu équipées en matériel, ne possédant pas de véhicules (*eqm3*), dont la structure correspond à celle de très petites entreprises non diversifiées ou bien de petites entreprises plus ou moins diversifiées (*str5* et *str1*), qui ne sont pas équipées en bâtiments (*eqb4*), qui ne pratiquent pas le captage naturel de naissain d'huîtres creuses (*cap6*), qui, en termes de surfaces, sont de petite taille mais ne dépendent pas exclusivement du DPM (*sfr3*), dont le chef d'entreprise – qui travaille seul (*mo2*) – est un retraité quinquagénaire travaillant moins de 30 heures hebdomadaire et qui est marié (*inf3*), qui en termes de gestion correspondent à de très petites entreprises relativement spécifiques (*ges4*) et dont la formation du chef d'entreprise est une formation initiale non spécifique de niveau primaire ayant bénéficié d'une formation continue (*for5*). La production apparente des entreprises de cette classe est inférieure à 10 T (*pa2*) et peut même être négative (*pa1*).

Une fois la description des classes de la partition effectuée, nous pouvons dresser notre typologie des entreprises ostréicoles arcachonnaises après l'avoir visualisée.

### 1.2.3. Plan factoriel 1-2 de la Classification Ascendante Hiérarchique Globale et typologie.

L'observation du Plan factoriel 1-2 de la Classification Ascendante Hiérarchique Globale (Figure 2-6) nous permet de visualiser la partition en 3 classes des entreprises ostréicoles arcachonnaises. Nous avons uniquement fait figurer ici les modalités de la variable relative à la production apparente, cette variable ayant été introduite dans l'analyse en tant que variable illustrative et ne participant donc pas à la formation des axes ni des classes.

On peut voir ici que les trois classes sont assez bien marquées même s'il existe des intersections entre les ellipses de concentration. Par ailleurs, on observe également un effet Guttman<sup>77</sup>. Cette situation est due à une redondance de deux variables et toute l'information est quasiment donnée par le premier facteur (Lebart *et al.*, 2000).

On remarque également qu'à chaque classe de la partition correspondent des niveaux de production apparente. Ainsi une production apparente inférieure à 10 tonnes voire négative correspond à la classe 3, une production apparente comprise entre 10 et 30 tonnes correspond à la classe 1 et une production apparente supérieure à 30 tonnes correspond à la classe 2. Il semble donc exister un lien entre le niveau de production apparente et l'appartenance pour une entreprise à une classe ou à une autre, les différents niveaux de production apparente s'associant clairement avec une classe d'entreprises.

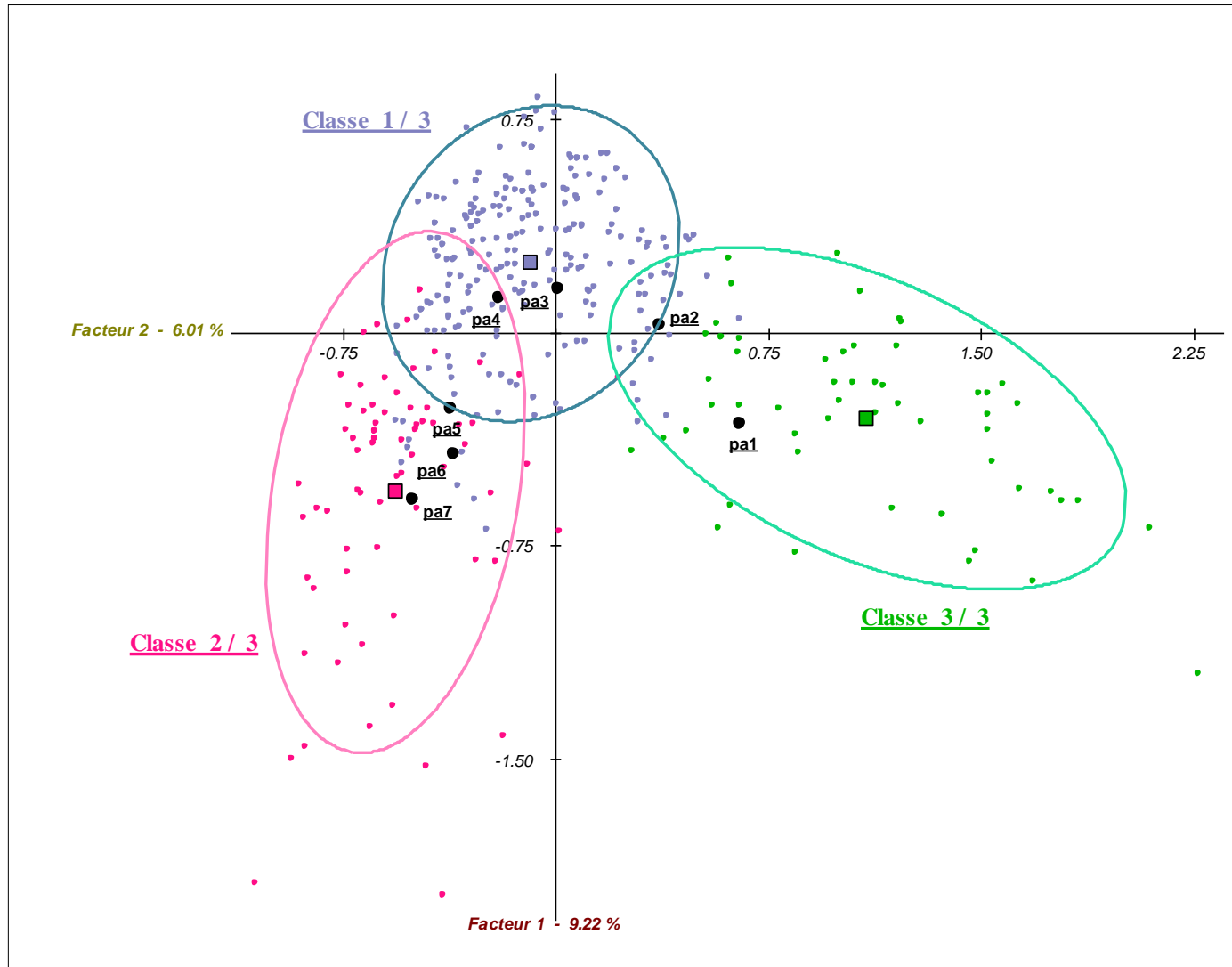
La typologie des entreprises ostréicoles arcachonnaises correspond donc à trois types d'entreprises qui sont les suivants :

- Le **Type 1** (240 entreprises) correspond à la classe 1 / 3 de la partition et regroupe les entreprises de taille moyenne en terme de surface et ne disposant pas ou très peu de parcelles sur le domaine privé qui leur aurait permis de ne pas être exclusivement dépendantes du Domaine Public Maritime. En termes d'équipement en matériel, elles sont peu équipées mais par rapport à ce niveau d'équipement, elles sont bien dotées en véhicules. Quant à l'équipement en bâtiment, ces entreprises sont bien équipées. Leur structure se caractérise par une diversification dans le sens où les parcelles dont elles disposent sont destinées à une pluralité d'activités. Pour le captage, elles utilisent un nombre moyen de collecteurs.

---

<sup>77</sup> L'effet Guttman correspond au fait que le nuage de points forme une parabole.

Figure 2-6 – Plan factoriel 1-2 de la Classification Ascendante Hiérarchique Globale



Enfin, le chef d'entreprise est un quadragénaire marié, travaillant à temps complet. Ces entreprises sont donc « moyennes »<sup>78</sup> et leur production apparente est également moyenne.

- Le **Type 2** (73 entreprises) correspond à la classe 2 / 3 de la partition et regroupe les entreprises de grande voire très grande taille en termes de surface mais ne disposant pas ou très peu de parcelles sur le domaine privé. On peut donc dire qu'elles sont exclusivement dépendantes du Domaine Public Maritime. En termes de structure, ce sont de très grandes entreprises également, mais elles sont moins diversifiées que les entreprises du type précédent par rapport à leur taille. Elles sont très bien équipées en matériel, mais peu en véhicules comparativement à leur taille d'équipement. Elles sont relativement grandes et relativement spécifiques c'est-à-dire qu'elles ont une gestion d'un type commun à celui de ce type d'activité. Quant au captage de naissain d'huître creuse, le nombre de collecteurs utilisés est important. La main d'œuvre, familiale ou non, est abondante. Ces entreprises sont donc de type « grand » et leur production apparente est élevée.
- Le **Type 3** (56 entreprises) correspond à la classe 3 / 3 de la partition et regroupe les entreprises de petite taille en terme de surface mais qui disposent de parcelles sur le domaine privé qui leur permettent d'être moins dépendantes du Domaine Public Maritime. Concernant leur structure, on peut également les qualifier de petites entreprises mais elles sont tout de même plus ou moins diversifiées. Quant à leur équipement, que ce soit en bâtiment ou en matériel, il est peu important. Ces entreprises ont une gestion qui permet d'affirmer qu'elles sont spécifiques par rapport à l'activité pratiquée mais elles restent tout de même de petite taille. Elles ne pratiquent pas, ou alors dans de faibles proportions, le captage de naissain d'huître creuse. La main d'œuvre de ces entreprises se limite souvent au seul chef d'entreprise, chef d'entreprise qui a entre 50 et 60 ans, dont la profession principale est d'être retraité, travaillant dans l'entreprise moins de 30 heures hebdomadaires. Ces entreprises sont donc de type « petit » et leur production apparente est peu élevée.

---

<sup>78</sup> Le niveau de l'entreprise s'apprécie uniquement comparativement aux autres entreprises arcachonnaises. Le terme de « moyenne » pour qualifier les entreprises doit s'entendre comme ni très petite, ni très grande.



Le Tableau 2-10 résume la typologie des entreprises conchyloles déduites de l'analyse des données.

**Tableau 2-10 – Typologie des entreprises ostréicoles arcachonnaises<sup>79</sup>**

	Type 1 (240)	Type 2 (73)	Type 3 (56)
<b>GESTION</b>		Grande taille et spécifique	Petite taille et spécifique
<b>INFORMATIONS CHEF D'ENTREPRISE</b>	40-50 ans, marié, entrepreneur conchylicole, à temps plein		50-60 ans, marié, retraité, travaillant moins de 30h/sem.
<b>MAIN D'ŒUVRE</b>		Abondante	Peu ou pas en dehors du chef d'entreprise
<b>EQUIPEMENT BATIMENT</b>	Bien équipées		Peu équipées
<b>EQUIPEMENT MATERIEL</b>	Peu équipées mais bien dotées en véhicules	Très bien équipées mais peu en véhicules	Peu équipées
<b>STRUCTURE</b>	Diversifiée	Très grandes moyennement diversifiées	Petites, plus ou moins diversifiées
<b>SURFACE</b>	Taille moyenne, DPM <sup>80</sup>	Très grande taille, DPM	Petite taille, DPM et Dp <sup>81</sup>
<b>CAPTAGE</b>	Nombre de collecteurs moyen	Nombre de collecteurs important	Peu ou pas de captage
<b>PRODUCTION APPARENTE</b>	10 à 30 tonnes	Plus de 30 tonnes	Moins de 10 tonnes

Cette typologie n'est pas la première à avoir été effectuée. En effet, en 1985 (Madec) et 1991 (Ansart), deux études ont été réalisées afin d'étudier les entreprises ostréicoles arcachonnaises. Ces deux études aboutissent à une typologie des entreprises ostréicoles arcachonnaises en 3 classes.

Madec (1985), distingue les entreprises selon les unités de main d'œuvre présentes. Ainsi, il aboutit à 3 types d'entreprises : un premier type correspondant à une unité de main d'œuvre, un deuxième type correspondant à 2 unités de main d'œuvre et un troisième type correspondant à 3 unités de main d'œuvre. Le premier type se caractérise par une production

<sup>79</sup> Les cases contenant une croix correspondent aux cas des variables dont les modalités ont des valeurs-test inférieures à 2 en valeur absolue.

<sup>80</sup> Domaine Public Maritime

<sup>81</sup> Domaine privé

moyenne de 9 tonnes et une surface moyenne de 80 ares. Le deuxième type se caractérise par une production moyenne de 18 tonnes et une surface moyenne de 160 ares. Et enfin, le troisième type se caractérise par une production moyenne de 29 tonnes. On ne connaît cependant pas la ventilation des entreprises au sein de chaque type et ce d'autant plus que l'enquête à l'origine de cette typologie a été réalisée sur un échantillon de 226 exploitations. Également, les méthodes utilisées pour dresser la typologie n'étaient pas les mêmes. Néanmoins, la comparaison de nos résultats avec cette étude montre que les entreprises ostréicoles arcachonnaises, que cela soit en 1985 ou en 2001, se répartissent naturellement en trois groupes : les petites, les moyennes et les grandes entreprises avec des tonnages produits du même ordre de grandeur et une quantité de main d'œuvre similaire.

On retrouve cela également dans l'étude de Ansart (1991). Les méthodes utilisées sont une Analyse Factorielle des Correspondances Multiples et une Classification Ascendante Hiérarchique réalisées sur une base de données construite par regroupement des informations issues de cinq fichiers<sup>82</sup>. Trois groupes d'entreprises ont alors été mis en évidence. Le premier groupe est constitué de petites entreprises ayant une faible surface, dont le chef d'entreprise travaille seul, disposant de peu de parcs et étant faiblement mécanisées. On peut rapprocher ce groupe de notre Type 3. Le deuxième groupe est composé de moyennes entreprises en termes de surface et de main d'œuvre, dont le chef d'entreprise est un jeune exploitant ou un exploitant d'âge moyen. On peut rapprocher ce groupe de notre Type 1. Enfin, le troisième groupe correspond à de grosses entreprises, ayant une grande surface d'exploitation, dans lesquelles la main d'œuvre est plus importante. Elles sont de plus fortement mécanisées. On peut rapprocher ce groupe de notre Type 2. Pour cette étude également nous ne connaissons pas la ventilation des entreprises au sein de chaque groupe.

Ainsi on peut voir que globalement, les typologies réalisées en 1985 et 1991 aboutissent à une partition des entreprises ostréicoles arcachonnaises similaire à notre typologie. On a effectivement un groupe d'entreprises composé de petites entreprises, un groupe composé d'entreprises de taille moyenne et un groupe composé de grandes entreprises. Si l'on regarde quelques informations communes à ces études, on peut également constater des similitudes. Le Tableau 2-11 suivant compare les informations de ces études. Nous avons ajouté une colonne au Tableau 2-11 contenant les résultats d'une enquête réalisée à l'automne 2010 pour le compte du Comité Régional de la Conchyliculture d'Arcachon

---

<sup>82</sup> Un fichier « casier sanitaire », un fichier des concessions, un fichier des concessionnaires, un fichier des rôles d'équipage et un fichier « captage ».

Aquitaine qui avait pour but de recenser la totalité des entreprises ostréicoles arcachonnaises, de caractériser la situation des conjoints et d'évaluer les besoins en formation.

**Tableau 2-11 – Comparaison des résultats des typologies réalisées sur les entreprises ostréicoles arcachonnaises**

	<b>TYPLOGIE 1985</b>	<b>TYPLOGIE 1991</b>	<b>TYPLOGIE 2001</b>	<b>ENQUETE 2010</b>
<i>Répartition des entreprises selon la surface dont elles disposent</i>				
Moins de 50 ares	13,6%	12,4%	2,4%	0,33%
De 50 à 120 ares	26,0%	21,3%	23,6%	21,97%
De 120 à 200 ares	32,2%	37,1%	41,5%	42,95%
Plus de 200 ares	28,1%	29,2%	32,5%	34,75%
<i>Taille moyenne d'une exploitation</i>	1,69 ha	1,74 ha	2,30 ha	1,90 ha
<i>Répartition des entreprises selon l'âge du chef d'entreprise</i>				
Moins de 35 ans	10,3%	12,8%	21,7%	16,0%
De 35 à 45 ans	22,5%	22,1%	30,1%	34,3%
De 45 à 55 ans	30,2%	28,4%	26,6%	28,2%
Plus de 55 ans	37,0%	36,7%	21,7%	21,5%
<i>Age moyen</i>	50 ans	50 ans	45 ans	46 ans

Cette comparaison nous montre que globalement, entre 1985 et 2010, la répartition des entreprises selon la surface ou selon l'âge du chef d'entreprise n'a pas beaucoup évolué. Néanmoins, les enquêtes de 2001 et 2010 montrent que la part des entreprises disposant de plus de 200 ares de surface<sup>83</sup> augmente sensiblement, indiquant que le nombre d'exploitation de grande taille augmente. On peut noter également que la proportion d'entreprises disposant de peu de surface a diminué considérablement. S'agissant de l'âge du chef d'entreprise, l'évolution tend à un rajeunissement de ce dernier. En effet, on est passé d'un âge moyen de 50 ans à un âge moyen de 46 ans entre 1985 et 2010. La proportion de chefs d'entreprise âgés de plus de 55 ans a également diminué au profit de la classe d'âge 35-45 ans.

On aboutit donc au classement des entreprises en trois ensembles hiérarchisés en fonction du niveau de production apparente :

### **Type 2 > Type 1 > Type 3**

<sup>83</sup> Comme nous le verrons au chapitre 5, cette surface correspond à la dimension maximale d'une exploitation familiale moyenne du schéma des structures.

Les effectifs de chacun des types nous permettent de dire que les types 2 et 3 sont plus ou moins des cas particuliers d'entreprises arcachonnaises, la majorité des entreprises étant de Type 1. Ce classement se retrouve par ailleurs au niveau des variables qui étaient initialement quantitatives. Nous avons regroupé ces principales variables quantitatives dans le Tableau 2-12 suivant. Les chiffres présentés – à l'exception de l'effectif et de la part des entreprises de chaque type dans l'effectif total – correspondent à une moyenne des entreprises de chaque type.

**Tableau 2-12 – Données réelles pour chaque type d'entreprise**

	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3
Effectif	240	73	56
Part dans l'effectif total (%)	65,04%	19,78%	15,18%
Age du chef d'entreprise	43,7 ans	42,8 ans	52,6 ans
Nombre d'établissements dans l'entreprise	1,05	1,054	1,035
Volume moyen des bassins tout béton ou PVC (en m <sup>3</sup> )	80,80	130,16	31,07
Nombre de bateaux dans l'entreprise	1,42	1,73	1,09
Nombre de parcelles disponibles (DPM et Dp)	3,39	4,60	2,64
Surface disponible (ares)	180,95	525,62	129,48
Nombre de collecteurs utilisé pour le captage	16 845	63 314	10 078
Nombre d'équivalents temps plein	2,10	3,77	1,23
Production apparente totale (en kg)	17 560	39 873	9 240

La typologie réalisée ici et sa comparaison avec les données réelles nous laissent supposer qu'il existerait une relation entre les caractéristiques des entreprises – du fait de leur appartenance à un type ou un autre – et le niveau de production apparente – variable qui avait été introduite en tant que variable illustrative. On voit bien en effet qu'à chaque type d'entreprises est associé un niveau de production apparente. Nous allons procéder à une modélisation économétrique nous permettant d'expliquer le type d'entreprises – à travers le niveau de production apparente – en fonction des variables utilisées dans la typologie. Il nous paraît en effet important de connaître quelles caractéristiques discriminent le plus les entreprises, quelles sont les variables qui sont le plus à l'origine de la différenciation des entreprises.

## 2. Détermination du degré de spécification des caractéristiques des entreprises

Il s'agit ici de déterminer quelle est l'importance de chaque variable de la typologie dans la caractérisation des entreprises ostréicoles arcachonnaises.

Les données que nous allons considérer sont celles étudiées précédemment et sont donc des variables qualitatives. Or, dans le cas des variables qualitatives, la méthode des Moindres Carrés Ordinaires (MCO) n'est pas applicable puisque les valeurs des variables même si elles se présentent sous forme numérique, ne correspondent pas à une valeur numérique. L'estimation doit donc faire appel à d'autres concepts, la vraisemblance, et à des modèles adaptés aux variables qualitatives. De plus, la différence entre les modèles de régression à variable dépendante quantitative et ceux à variable dépendante qualitative est une différence d'objectif. Dans le cas des modèles de régression à variable dépendante quantitative, on va chercher à estimer la valeur moyenne ou espérée de la variable à expliquer compte tenu des valeurs des régresseurs, alors que dans le cas des modèles à variable dépendante qualitative, l'objectif est d'estimer la probabilité de survenance d'un évènement.

Parmi les modèles à variable dépendante qualitative, on trouve les modèles binaires et les modèles multinomiaux. Dans les modèles binaires, la variable dépendante ne peut prendre que deux valeurs, 0 ou 1, alors que dans les modèles multinomiaux, on a une variable dépendante multicatégorielle. Notre variable dépendante – la production apparente – étant multicatégorielle, nous choisissons un modèle multinomial. Les modèles multinomiaux sont généralement utilisés afin d'expliquer ou de prédire la situation des individus en fonction de leur(s) caractéristique(s). Ces modèles s'adaptent donc tout à fait à notre objectif qui est de montrer quel est le degré de spécification de certaines caractéristiques de nos entreprises par rapport au niveau de production apparente.

Plusieurs types de modèles multinomiaux existent ; les principaux sont les modèles non ordonnés, les modèles ordonnés et les modèles séquentiels. Le choix d'un modèle ordonné a été motivé par le fait que la CAH globale réalisée précédemment a donné lieu à une typologie hiérarchisée des entreprises.

Nous allons voir dans un premier temps le modèle multinomial dans le cas général puis dans un second temps nous verrons le modèle ordonné. Les modèles ordonnés ont été utilisés pour la première fois par McKelvey & Zavoina (1975) dans une étude sur le vote des membres du Congrès Américain. Ils servent à évaluer la probabilité de survenance d'un

évènement gradué ou hiérarchisé. Ainsi, nous pourrions appliquer le modèle ordonné afin de déterminer les caractéristiques de nos entreprises qui expliquent le plus l'appartenance d'une entreprise à groupe ou à un autre.

## 2.1. Structure du modèle et estimation.

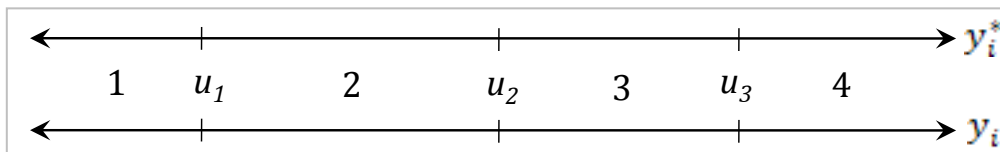
### 2.1.1. Structure du modèle.

Le modèle va être construit autour d'une régression latente (Greene, 2003). En effet, ce type de modèle destiné à l'étude des variables qualitatives suppose l'existence d'une variable latente  $y_i^*$ . Cette variable est continue et inobservable. Elle représente la tolérance du système telle que (Thomas, 2000) :

$$\begin{cases} y_i = 0 & \text{si } y_i^* < u_1 \\ y_i = 1 & \text{si } u_1 \leq y_i^* < u_2 \\ y_i = 2 & \text{si } u_2 \leq y_i^* < u_3 \\ \vdots & \\ y_i = j & \text{si } u_{j-1} \leq y_i^* \end{cases} \quad (2.1)$$

où  $u_j, j = 0, 1, \dots, m_i$  sont des bornes inconnues à estimer – ou *cutpoints* – définissant les frontières des intervalles. Par exemple, pour une variable à expliquer se décomposant en 4 catégories, le système (2.1) peut être schématisé de la façon suivante (Long, 1997) :

**Figure 2-7 – Représentation schématique des variables latente  $y_i^*$  et observée  $y_i$**



On pose ensuite l'hypothèse que la variable latente  $y_i^*$  est une combinaison linéaire des variables explicatives :

$$y_i^* = x_i\beta + \varepsilon_i \quad (2.2)$$

où  $\varepsilon_i$  admet une fonction de répartition  $F(\cdot)$ . Cette combinaison est dite aléatoire du fait de la présence du terme  $\varepsilon_i$  (Thomas, 2000).

En remplaçant  $y_i^*$  par  $x_i\beta + \varepsilon_i$  dans (2.1) on a :

$$\begin{cases} y_i = 0 & \text{si } x_i\beta + \varepsilon_i < u_1 \\ y_i = 1 & \text{si } u_1 \leq x_i\beta + \varepsilon_i < u_2 \\ y_i = 2 & \text{si } u_2 \leq x_i\beta + \varepsilon_i < u_3 \\ \vdots & \\ y_i = j & \text{si } u_{j-1} \leq x_i\beta + \varepsilon_i \end{cases} \quad (2.3)$$

On va donc chercher à connaître les probabilités des valeurs observées. Les probabilités sont les suivantes :

$$\begin{cases} \Pr(y_i = 0|x_i) = \Pr(\varepsilon_i < u_1 - x_i\beta) \\ \Pr(y_i = 1|x_i) = \Pr(u_1 - x_i\beta \leq \varepsilon_i < u_2 - x_i\beta) \\ \Pr(y_i = 2|x_i) = \Pr(u_2 - x_i\beta \leq \varepsilon_i < u_3 - x_i\beta) \\ \vdots \\ \Pr(y_i = j|x_i) = \Pr(u_{j-1} - x_i\beta \leq \varepsilon_i) \end{cases} \quad (2.4)$$

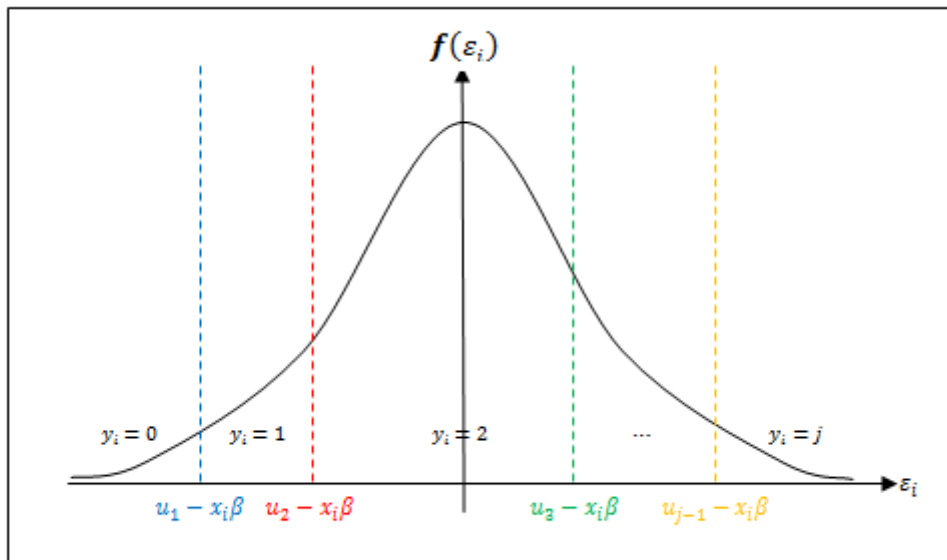
Pour que les probabilités soient positives, on doit avoir (Greene, 2003) :

$$0 < u_1 < u_2 < \dots < u_{j-1}$$

Les probabilités associées à la réalisation de  $y_i$  ( $y_i \neq y_i^*$ ) étant liées à la fonction de répartition, on a alors :

$$\begin{cases} \Pr(y_i = 0|x_i) = F(u_1 - x_i\beta) \\ \Pr(y_i = 1|x_i) = F(u_2 - x_i\beta) - F(u_1 - x_i\beta) \\ \Pr(y_i = 2|x_i) = F(u_3 - x_i\beta) - F(u_2 - x_i\beta) \\ \vdots \\ \Pr(y_i = j|x_i) = 1 - F(u_{j-1} - x_i\beta) \end{cases} \quad (2.5)$$

Figure 2-8 – Probabilités pour un modèle ordonné



2.1.2. Estimation du modèle.

Il existe deux types de modèles ordonnés : les modèles *probit* et les modèles *logit*.

La principale différence entre les deux provient l'hypothèse faite quant à la distribution des erreurs. Ainsi, le modèle *probit* sera utilisé sous l'hypothèse de normalité des erreurs tandis que dans le modèle *logit*, les erreurs sont considérées comme suivant une loi logistique. Dans les faits, ces deux modèles sont très similaires en termes d'ajustement statistique puisque les distributions normale et logistique font partie de la même famille de lois exponentielles (Gourieroux, 1989; Thomas, 2000) et le choix de l'un plutôt que l'autre se fait en comparant la valeur des critères d'information. On choisira généralement le modèle minimisant ces critères (Thomas, 2000).

On suppose donc que  $\varepsilon$  suit une loi logistique de moyenne égale à 0 et de variance  $\pi^2/3$ . La fonction de répartition dans le cas d'une distribution logistique est la suivante :

$$\Lambda(x_i\beta) = \frac{\exp(x_i\beta)}{1 + \exp(x_i\beta)} \quad (2.6)$$

d'où :

$$1 - \Lambda(x_i\beta) = \Lambda(-x_i\beta) = \frac{\exp(-x_i\beta)}{1 + \exp(-x_i\beta)} = \frac{1}{1 + \exp(x_i\beta)} \quad (2.7)$$

On peut alors réécrire les probabilités (2.5) de la façon suivante :

$$\left\{ \begin{array}{l} \Pr(y_i = 0|x_i) = \frac{1}{1 + \exp(x_i\beta - u_1)} \\ \Pr(y_i = 1|x_i) = \frac{1}{1 + \exp(x_i\beta - u_2)} - \frac{1}{1 + \exp(x_i\beta - u_1)} \\ \Pr(y_i = 2|x_i) = \frac{1}{1 + \exp(x_i\beta - u_3)} - \frac{1}{1 + \exp(x_i\beta - u_2)} \\ \vdots \\ \Pr(y_i = j|x_i) = \frac{1}{1 + \exp(-x_i\beta + u_{j-1})} \end{array} \right. \quad (2.8)$$

L'estimation du *logit* repose sur la maximisation de la log-vraisemblance (*log-likelihood*). La vraisemblance (*likelihood*) est définie en économétrie comme la probabilité d'observer un échantillon, étant donné les paramètres du processus ayant engendré les données (Thomas, 2000). Les modèles multinomiaux étant construits selon les mêmes



principes que les modèles binomiaux la fonction de vraisemblance s'écrit de la façon suivante (Thomas, 2000) :

$$L(y, x, \beta) = \prod_{i=1}^N \left[ \frac{1}{1 + \exp(x_i \beta)} \right]^{1-y_i} \left[ \frac{\exp(x_i \beta)}{1 + \exp(x_i \beta)} \right]^{y_i} \quad (2.9)$$

La log-vraisemblance est alors définie par :

$$\log L = \sum_{i=1}^N \{ (1 - y_i) \log[(1 + \exp(x_i \beta))^{-1}] + y_i (x_i \beta) - y_i \log(1 + \exp(x_i \beta)) \} \quad (2.10)$$

ou encore :

$$\log L = - \sum_{i=1}^N \{ \log[1 + \exp(x_i \beta)] - y_i x_i \beta \} \quad (2.11)$$

### 2.1.3. Interprétation des résultats d'un logit ordonné.

Avant de pouvoir interpréter les résultats du modèle il faut s'assurer de la bonne qualité globale du modèle.

Dans un premier temps, il faut vérifier que les variables explicatives n'ont aucune influence sur les variations de la variable expliquée. Dans le cas de régressions linéaires, un test de Fisher aurait été réalisé (Thomas, 2000). Ici, on utilise le test fondé sur le rapport de vraisemblance (*LR Test* ou *Likelihood Ratio Test*). La statistique de ce test repose sur une comparaison entre la log-vraisemblance du modèle contraint –  $\log \hat{L}_C$  – qui correspond à l'hypothèse de nullité de tous les paramètres sauf de la contrainte et la log-vraisemblance du modèle non contraint –  $\log \hat{L}_{NC}$ . La statistique du *LR Test* est donc la suivante (Greene, 2003) :

$$LR Test = -2[\log \hat{L}_C - \log \hat{L}_{NC}] \quad (2.12)$$

On teste ici l'hypothèse  $H_0$  – le modèle contraint est le vrai modèle – contre l'hypothèse  $H_1$  – le modèle non contraint est le vrai modèle. La statistique du *LR Test* suit une distribution du Khi-deux à  $r$  degrés de liberté,  $r$  étant égal au nombre de variables explicatives introduites dans le modèle. La règle de décision sera alors un rejet de l'hypothèse nulle  $H_0$  si  $LR Test > \chi^2$  pour un seuil donné.

Cette statistique est intimement liée à la mesure de la qualité de l'ajustement du modèle. L'analogue du  $R^2$  de la régression par moindres carrés ordinaires est, dans le cas des modèles à variables qualitatives, le *pseudo* -  $R^2$ , appelé également  $R^2$  de McFadden (Thomas, 2000). On le calcule de la façon suivante :

$$R^2 = 1 - \frac{\log \hat{L}_{NC}}{\log \hat{L}_C} \quad (2.13)$$

Les deux cas extrême sont alors :

- si le modèle contraint est correct,  $\log \hat{L}_{NC} = \log \hat{L}_C$  et la statistique vaut 0 (les variations de  $y_i$  ne sont pas expliquées par les  $x_i$ ) ;
- si le modèle non-contraint ajuste parfaitement les données,  $\log \hat{L}_{NC} = 0$  et le *pseudo* -  $R^2$  vaut 1.

Une fois ces deux statistiques effectuées, on va pouvoir étudier les résultats du modèle.

Pour ce type de modèle, contrairement aux modèles à variables quantitatives, on n'interprète pas directement la valeur des coefficients estimés. En effet, on va étudier leur signe selon la règle suivante : un signe positif (respectivement négatif) du coefficient indiquera une relation positive (respectivement négative) entre la variable explicative et le rang.

On interprètera donc un coefficient positif en disant que tout accroissement de la variable explicative contribuera à rendre plus probable les modalités les plus élevées de la variable dépendante – qui est alors « tirée » vers le haut de la hiérarchie – et un coefficient négatif en disant que tout accroissement de la variable explicative contribuera à tirer la variable dépendante vers ses modalités les plus faibles.

Comme les coefficients ne sont pas directement interprétables, on interprète les élasticités qui sont données par :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \Pr(y_i = 1|x_i)}{\partial x_i} = -F(u_1 - x_i\beta)[1 - F(u_1 - x_i\beta)]\beta \\ \frac{\partial \Pr(y_i = 2|x_i)}{\partial x_i} = \{F(u_1 - x_i\beta)[1 - F(u_1 - x_i\beta)] - F(u_2 - x_i\beta)[1 - F(u_2 - x_i\beta)]\}\beta \\ \frac{\partial \Pr(y_i = 3|x_i)}{\partial x_i} = \{F(u_2 - x_i\beta)[1 - F(u_2 - x_i\beta)] - F(u_3 - x_i\beta)[1 - F(u_3 - x_i\beta)]\}\beta \\ \frac{\partial \Pr(y_i = j|x_i)}{\partial x_i} = \{F(u_{j-1} - x_i\beta)[1 - F(u_{j-1} - x_i\beta)]\}\beta \end{array} \right. \quad (2.14)$$

Il s'agit bien de la variation de la probabilité d'une modalité de la variable expliquée suite à la variation d'une variable explicative.

Ensuite, nous verrons quelle est l'efficacité prédictive du modèle grâce au pourcentage de prédictions correctes.

Quant aux rapports de côtes – *odds ratios* –, ils permettent de mesurer le degré de dépendance entre les variables. Il se définit comme le rapport de chances qu'un évènement<sup>84</sup> survenant à un groupe d'individus survienne également à un autre groupe d'individus. Les *odds ratios* rapportent la probabilité d'appartenir à un groupe aux modalités supérieures à  $k$  rapportée à la probabilité d'appartenir aux modalités inférieures ou égales à  $k$ .

Un *odd ratio* est donné par l'exponentielle du coefficient. Il est supérieur ou égal à 0. S'il est proche de 1, l'évènement est indépendant des différents groupes ; s'il est supérieur à 1, l'évènement est plus fréquent dans le premier groupe. S'il devient très élevé, l'évènement est beaucoup plus fréquent dans le premier groupe ; s'il tend vers 0, l'évènement est plus fréquent dans le deuxième ensemble.

## 2.2. *Application.*

La variable à expliquer ici est la production apparente. Pour cette partie, nous adoptons une nouvelle notation pour les types d'entreprises afin de conserver la hiérarchisation de ces derniers dans leur désignation. Les types 1, 2 et 3 correspondront aux entreprises dont la production apparente est respectivement inférieure à 10 tonnes, comprise entre 10 et 30 tonnes et supérieure à 30 tonnes. Cela nous permet de hiérarchiser la variable à expliquer et d'utiliser un modèle ordonné.

La base de données utilisée (Tableau 2-13) est construite à partir des résultats des analyses de données effectuées au chapitre précédent. Les classes des différents thèmes ont été hiérarchisées.

---

<sup>84</sup> L'évènement est ici d'avoir un certain niveau de production apparente.

Tableau 2-13 – Variables utilisées pour le modèle économétrique

***PATOT – Production apparente totale*** (variable dépendante)

PATOT=1 : Production apparente de moins de 10 tonnes

PATOT=2 : Production apparente comprise entre 10 et 30 tonnes

PATOT=3 : Production apparente supérieure ou égale à 30 tonnes

***GES- Gestion***

GES=1 : Très petites entreprises, relativement spécifiques

GES=2 : Petites entreprises, peu spécifiques

GES=3 : Entreprises relativement grandes, relativement spécifiques

GES=4 : Entreprises de très grande taille, non spécifiques

***INFCE – Informations relatives au chef d'entreprise***

INFCE=1 : Retraité quinquagénaire travaillant moins de 30 heures hebdomadaire, marié

INFCE=2 : Entrepreneure conchylicole quadragénaire travaillant à temps plein, mariée

INFCE=3 : Entrepreneur conchylicole quadragénaire travaillant à temps plein, marié

***FORMACE – Formation du chef d'entreprise***

FORMACE=1 : Formation initiale non spécifique de niveau primaire et formation continue

FORMACE=2 : Formation initiale non spécifique de niveau moyen

FORMACE=3 : Formation initiale spécifique de niveau moyen

FORMACE=4 : Formation initiale spécifique de niveau moyen et formation continue

FORMACE=5 : Formation initiale supérieure spécifique et formation continue

***MO – Main d'œuvre***

MO=1 : Le chef d'entreprise travaille seul

MO=2 : Importance moyenne de la main d'œuvre familiale et entreprise très petite

MO=3 : Main d'œuvre familiale importante mais très petite entreprise

MO=4 : Main d'œuvre familiale très importante mais petite entreprise

MO=5 : Main d'œuvre familiale importante mais petite entreprise

MO=6 : Pas de main d'œuvre familiale mais grande entreprise

MO=7 : Main d'œuvre familiale importante et très grande entreprise

***EQBAT – Equipement en bâtiment***

EQBAT=1 : Entreprises non équipées en terme de bâtiment

EQBAT=2 : Entreprises équipées mais équipement de petite taille

EQBAT=3 : Entreprises bien équipées, taille de l'équipement importante

EQBAT=4 : Entreprises très bien équipées, taille de l'équipement importante

***EQMAT – Equipement en matériel***

EQMAT=1 : Entreprises très peu équipées, pas de véhicules

EQMAT=2 : Entreprises faiblement équipées mais nombre de véhicules important

EQMAT=3 : Entreprises très bien équipées mais peu en véhicules

EQMAT=4 : Entreprises très bien équipées, principalement en véhicules

**STRU – Structure**

- STRU=1 : Très petites entreprises, non diversifiées  
 STRU=2 : Petites entreprises plus ou moins diversifiées  
 STRU=3 : Entreprises de taille moyenne, diversifiées  
 STRU=4 : Grandes entreprises, diversifiées  
 STRU=5 : Très grandes entreprises, non diversifiées

**SURF – Surface**

- SURF=1 : Entreprises de petite taille, dépendance moindre au DPM  
 SURF=2 : Entreprises de taille moyenne, dépendance exclusive au DPM  
 SURF=3 : Entreprises de très grande taille, dépendance exclusive au DPM  
 SURF=4 : Entreprises de très grande taille, dépendance moindre au DPM

**CAPT – Captage**

- CAPT=1 : Pas de pratique du captage naturel de naissain d’huîtres creuses  
 CAPT=2 : Nombre de collecteurs moyen  
 CAPT=3 : Nombre de collecteurs moyen (de différents types)  
 CAPT=4 : Nombre de collecteurs moyennement important  
 CAPT=5 : Nombre de collecteurs important  
 CAPT=6 : Nombre de collecteurs très important

La relation que nous allons estimer peut être présentée de la façon suivante :

$$PATOT_i = \beta_1 ges + \beta_2 infce + \beta_3 formace + \beta_4 mo + \beta_5 eqbat + \beta_6 eqmat + \beta_7 stru + \beta_8 surf + \beta_9 capt + \varepsilon_i$$

Pour éviter tout problème d’hétéroscédasticité lié à une distribution des erreurs qui ne se conforme pas avec l’hypothèse de distribution logistique, nous avons eu recours à une estimation robuste. Cette estimation robuste ne change pas la valeur des coefficients de régression mais produit une valeur du Khi-deux plus faible.

Par ailleurs, il est nécessaire de vérifier que les variables indépendantes ne sont pas fortement corrélées entre elles. Pour cela, deux méthodes sont possibles<sup>85</sup>. La première méthode consiste à étudier le coefficient de corrélation entre deux régresseurs. Si ce dernier est considéré comme élevé – supérieur à 0,8 par exemple – alors la multicolinéarité peut poser problème (Gujarati, 2004). La seconde méthode consiste à regarder les tolérances et facteurs d’inflation de la variance<sup>86</sup>. Si la *VIF* est supérieure à 10 la variable concernée sera dite fortement colinéaire (Gujarati, 2004). De la même façon, la moyenne des *VIF* devra être

<sup>85</sup> Il existe d’autres méthodes que nous n’exposons pas ici. Pour plus d’informations, voir Gujarati (2004).

<sup>86</sup> Ou *VIF* pour *Variance Inflation Factor*. La tolérance est égale à  $1/VIF$ . Le degré de colinéarité sera d’autant plus fort que la *VIF* sera élevé et que la tolérance est proche de 0 (Gujarati, 2004).

inférieure à 5 afin d'écartier les problèmes de multicollinéarité<sup>87</sup>. Le Tableau 2-14 présente les coefficients de corrélation ainsi que les *VIF* de chaque variable indépendante et nous montre que nos variables indépendantes ne présentent pas de problèmes de multicollinéarité.

**Tableau 2-14 – Coefficients de corrélations et *VIF* des variables indépendantes**

	<i>VIF</i>	1/ <i>VIF</i>	GES	INFCE	FORMACE	EQBAT	MO	EQMAT	STRU	SURF	CAPT
GES	1,25	0,80	1,00								
INFCE	1,10	0,91	0,15	1,00							
FORMACE	1,06	0,95	0,20	0,14	1,00						
EQBAT	1,18	0,84	0,12	0,20	0,06	1,00					
MO	1,31	0,76	0,34	0,13	0,04	0,18	1,00				
EQMAT	1,29	0,77	0,26	0,15	0,10	0,29	0,30	1,00			
STRU	1,35	0,74	0,18	0,23	0,08	0,31	0,13	0,33	1,00		
SURF	1,17	0,86	0,19	0,06	0,07	0,12	0,13	0,14	0,34	1,00	
CAPT	1,20	0,84	0,23	0,12	0,07	0,13	0,36	0,22	0,12	0,15	1,00
<i>Mean VIF</i>	1,21										

La comparaison des valeurs des critères d'information (Tableau 2-15) nous indique que le modèle *logit* est celui qui doit être retenu.

**Tableau 2-15 – Valeur des critères d'information permettant de choisir entre modèle *Probit* et modèle *Logit***

	Akaike (AIC)	Schwarz (SC)
<i>Probit</i> ordonné	0,773878	0,890460
<i>Logit</i> ordonné	0,732688	0,849270

### 2.2.1. Analyse globale des résultats.

La première régression que nous avons effectuée comportait les neuf variables synthétiques en variables explicatives et la production apparente en variable dépendante. Pour commencer, nous réalisons le *Likelihood Ratio Test (LR Test)* afin de tester l'hypothèse nulle

<sup>87</sup> Ces seuils ont été définis par l'usage. Néanmoins, certaines études montrent qu'ils ne sont pas nécessairement pertinents dans tous les cas, des valeurs supérieures peuvent tout à fait être tolérées. Voir à ce propos O'Brien (2007).

$H_0$  que le modèle contraint (indiqué C) est le vrai contre l'hypothèse  $H_1$  que le modèle non-contraint (indiqué NC) est le vrai modèle.

$$\begin{aligned} LR\ Test &= -2[\log \hat{L}_C - \log \hat{L}_{NC}] \\ \Leftrightarrow LR\ Test &\approx 405,85 \end{aligned} \quad (2.15)$$

Nous calculons ensuite la valeur du  $R^2$  de McFadden<sup>88</sup>.

$$\begin{aligned} R^2 &= 1 - \frac{\log \hat{L}_{NC}}{\log \hat{L}_C} \\ R^2 &\approx 0,62 \end{aligned} \quad (2.16)$$

Quant au  $R^2$  ajusté, il est égal à :

$$\begin{aligned} R^2\ ajusté &= 1 - \frac{\log \hat{L}_{NC} - k}{\log \hat{L}_C} \\ R^2\ ajusté &\approx 0,59 \end{aligned} \quad (2.17)$$

avec  $k$  le nombre de paramètres du modèle.

Le  $LR\ Test$  étant égal à 405,58 (p-value < 5%), on rejette l'hypothèse nulle  $H_0$ . Quant au  $R^2$  de McFadden il est égal à 0,62 et le  $R^2$  ajusté à 0,59. On peut donc dire que le modèle est globalement correctement spécifié. Le Khi-deux de Wald suite à l'estimation robuste est quant à lui égal à 86,12 (p-value < 5%). Les résultats de la régression (Tableau 2-16) nous indiquent Tous les coefficients, y compris les seuils sont significatifs sauf le coefficient correspondant à la variable *Formation du chef d'entreprise*. Cela est peu étonnant, l'étude des contributions des modalités des variables à l'inertie totale des deux axes retenus lors de l'ACM globale nous ayant montré que cette variable était celle dont la contribution sur chacun des axes était la plus faible.

<sup>88</sup> Dans les modèles où la variable dépendante est qualitative, on attache peu d'importance à la valeur du  $R^2$  pour juger de la qualité de l'ajustement du modèle (Gujarati, 2004). On peut utiliser d'autres mesures pour cela comme le  $R^2$  de dénombrement qui permet de déterminer le pourcentage d'effectifs correctement prédits.

**Tableau 2-16 – Résultats de la régression logistique ordonnée**

Variables	Coef. ( $\beta$ )	Odds ratios ( $e^{\beta}$ )	z-stat
GES	0,4424 **	1,5564	2,89
INFCE	0,8807 †	2,4126	1,95
FORMACE	0,1234	1,1313	0,29
MO	0,2585 **	1,2949	2,99
EQBAT	0,7996 ***	2,2247	3,33
EQMAT	1,5172 **	4,5595	3,28
STRU	2,2046 ***	9,0667	5,92
SURF	1,0116 ***	2,7501	4,89
CAPT	0,8678 ***	2,3818	4,91
cutpoint1 ( $u_1$ )	16,7148 ***		7,06
cutpoint2 ( $u_2$ )	25,6656 ***		7,93

Niveaux de significativité : †  $p < 0,1$  \*  $p < 0,05$  \*\*  $p < 0,01$  \*\*\*  $p < 0,001$

Nous procédons donc à une nouvelle régression logistique ordonnée en supprimant la variable non significative.

Nous calculons à nouveau les valeurs des critères d'information sans la variable *FORMACE* afin de déterminer si la régression logistique est toujours la méthode la plus appropriée.

**Tableau 2-17 – Valeur des critères d'information permettant de choisir entre modèle *Probit* et modèle *Logit* sans la variable *FORMACE***

	Akaike (AIC)	Schwarz (SC)
<i>Probit</i> ordonné	0,771969	0,879530
<i>Logit</i> ordonné	0,730029	0,836012

Ici encore, c'est le modèle *logit* qui minimise les valeurs des critères d'information. Nous procédons donc à une nouvelle régression logistique ordonnée en supprimant la variable non significative *FORMACE*.

Le *LR Test* étant ici égal à 404,83 ( $p$ -value < 5%), on rejette l'hypothèse nulle  $H_0$ . Quant au  $R^2$  de McFadden il est égal à 0,62 et le  $R^2$  ajusté à 0,59. Ce modèle est lui aussi



globalement correctement spécifié. Le Khi-2 de Wald suite à l'estimation robuste est égal à 87,92 (p-value<5%). Les résultats de la seconde régression sont les suivants (Tableau 2-18).

**Tableau 2-18 - Résultats de la régression logistique ordonnée sans la variable *FORMACE***

Variabes	Coef. ( $\beta$ )	Odds ratios ( $e^\beta$ )	z-stat
GES	0,4555 ***	1,5770	3,03
INFCE	0,9236 **	2,5183	2,13
MO	0,2517 ***	1,2862	2,90
EQBAT	0,8014 ***	2,2287	3,33
EQMAT	1,5131 ***	4,5407	3,31
STRU	2,1816 ***	8,8601	5,94
SURF	1,0162 ***	2,7627	4,96
CAPT	0,8602 ***	2,3637	4,81
cutpoint1 ( $u_1$ )	16,4051 ***		6,98
cutpoint2 ( $u_2$ )	25,2882 ***		7,85

Niveaux de significativité : \*  $p < 0,05$     \*\*  $p < 0,01$     \*\*\*  $p < 0,001$

Les résultats n'étant que très faiblement différents, cela nous conforte dans notre choix de supprimer la variable explicative non significative.

Au vu de ces résultats, l'équation (2.3) peut être réécrite comme suit.

$$\begin{cases} y_i = 1 & \text{si } x_i\beta + \varepsilon_i < 16,41 \\ y_i = 2 & \text{si } 16,41 \leq x_i\beta + \varepsilon_i < 25,29 \\ y_i = 3 & \text{si } 25,29 \leq x_i\beta + \varepsilon_i \end{cases} \quad (2.18)$$

Les probabilités deviennent alors :

$$\begin{cases} \Pr(y_i = 1|x_i) = F(16,41 - x_i\beta) \\ \Pr(y_i = 2|x_i) = F(25,29 - x_i\beta) - F(16,41 - x_i\beta) \\ \Pr(y_i = 3|x_i) = 1 - F(25,29 - x_i\beta) \end{cases} \quad (2.19)$$

d'où :

$$\begin{cases} \Pr(y_i = 1|x_i) = 0,0074 \\ \Pr(y_i = 2|x_i) = 0,9743 \\ \Pr(y_i = 3|x_i) = 0,0183 \end{cases} \quad (2.20)$$

Avant d'étudier les coefficients, on peut utiliser un autre indicateur de la qualité d'ajustement du modèle qui permet en plus de montrer l'efficacité prédictive du modèle. Cet

indicateur est aussi appelé  $R^2$  de dénombrement et il se calcule en rapportant le nombre de prédictions correctes au nombre total d'observations. Le Tableau 2-19 établit une comparaison entre les effectifs observés et les effectifs prédits par le modèle.

**Tableau 2-19 – Comparaison des effectifs observés et des effectifs prédits par le modèle**

EFFECTIFS OBSERVES \ EFFECTIFS PREDITS	$y_i = 1$	$y_i = 2$	$y_i = 3$	TOTAL
$y_i = 1$	<b>49</b>	7	0	56
$y_i = 2$	4	<b>225</b>	11	240
$y_i = 3$	1	20	<b>52</b>	73
TOTAL	54	252	63	<b>369</b>

En gras figurent les effectifs qui ont été à la fois observés et prédits. Ainsi, sur les 56 individus qui avaient été observés comme répondant à la modalité 1 de la variable dépendante, 49 ont été effectivement prédits. Au total, le nombre d'observations correctement prédites est de 326. Si on rapporte ce nombre au total des observations, on obtient un pourcentage d'observations correctement prédites de 88,35%<sup>89</sup>. On a donc une efficacité prédictive du modèle assez importante et on peut conclure à nouveau à un ajustement globalement correct du modèle.

### 2.2.2. Etude détaillée des résultats.

Concernant l'étude à proprement parlé des coefficients, la première remarque que l'on peut faire est que tous sont positifs. Cela signifie que l'augmentation d'une unité d'une variable explicative aura pour effet d'augmenter la probabilité de se trouver dans un rang supérieur de la variable dépendante. En d'autres termes, si une entreprise se caractérise par le fait d'être *petite entreprise peu spécifique* (modalité 2 de la variable *GES*), elle aura une probabilité 10 fois plus importante d'appartenir à un groupe d'entreprises dont la production apparente est supérieure à 10 T comparativement à une entreprise se caractérisant par le fait d'être *très petite et relativement spécifique* (modalité 1 de la variable *GES*).

<sup>89</sup> Il s'agit ici de la valeur du  $R^2$  de dénombrement. Le  $R^2$  de dénombrement ajusté indique quant à lui 66,7% d'observations correctement prédites.

Nous allons à présent comparer, à l'aide des *odds ratios*, l'importance de chacune des variables dans l'accroissement des probabilités d'appartenir à un groupe d'entreprises ou un autre. Cela va nous permettre de classer les variables en fonction de l'importance qu'elles ont dans la détermination du niveau de production apparente.

Le Tableau 2-20 suivant liste les *odds ratios* par ordre décroissant.

**Tableau 2-20 – Classement des variables par valeur décroissante des *odds ratios***

VARIABLES	ODDS RATIOS
STRU	8,8601
EQMAT	4,5407
SURF	2,7627
INFCE	2,5183
CAPT	2,3637
EQBAT	2,2287
GES	1,5769
MO	1,2862

Comme nous l'avons déjà évoqué lors de l'étude des contributions des variables actives à l'inertie totale lors de l'ACM globale, les variables *Structure*, *Equipement en matériel* et *Surface* sont celles qui permettent de discriminer le plus les entreprises. La valeur du *odd ratio* associée à la variable *Structure* nous montre ainsi qu'une entreprise que l'on peut qualifier de très grande et non diversifiée (modalité 5 de la variable) multiplie par près de 9 ses chances d'appartenir à un des groupes d'entreprises ayant une production apparente supérieure à 10 tonnes comparativement à une entreprise qualifiée de très petite et non diversifiée (modalité 1 de la variable). De la même façon, une entreprise ayant pour caractéristiques d'être très bien équipée, principalement en véhicules (modalité 4 de la variable *Equipement en matériel*) aura 4,5 fois plus de chances d'appartenir à un des groupes d'entreprises ayant une production apparente supérieure à 10 tonnes qu'une entreprise se caractérisant par le fait d'être très peu équipée et ne possédant pas de véhicules (modalité 1 de la variable *Equipement en matériel*)

On voit donc avec les *odds ratios* que les variables indépendantes n'ont pas toutes la même influence sur la variable dépendante. Une élévation dans l'échelle des caractéristiques décrite par la variable *Main d'œuvre* aura près de deux fois moins d'effet sur la probabilité

d'appartenir à un des groupes d'entreprises ayant une production apparente supérieure à 10 tonnes qu'une élévation dans l'échelle de caractéristiques décrite par la variable *Informations relatives au chef d'entreprise*.

Pour étudier dans le détail l'influence des variables explicatives sur la variable dépendante, nous allons analyser les élasticités (Tableau 2-21) conjointement avec les probabilités de chaque modalité de la variable dépendante selon les différentes modalités des variables explicatives (Tableau 2-22).

**Tableau 2-21 – Elasticités**

	Pr( $y_i = 1$ ) = 0,007		Pr( $y_i = 2$ ) = 0,974		Pr( $y_i = 3$ ) = 0,018	
	<i>ey/ex</i>	<i>t-stat</i>	<i>ey/ex</i>	<i>t-stat</i>	<i>ey/ex</i>	<i>t-stat</i>
GES	-1,01	-3,03***	-0,01	-1,59	1,01	3,03***
INFCE	-2,57	-2,13**	-0,03	-1,76*	2,54	2,12**
MO	-0,83	-2,89***	-0,01	-1,78*	0,82	2,88***
EQBAT	-2,36	-3,33***	-0,03	-1,97**	2,34	3,31***
EQMAT	-2,85	-3,28***	-0,03	-1,98**	2,82	3,26***
STRU	-6,95	-5,81***	-0,08	-2,31**	6,87	5,68***
SURF	-2,43	-4,95***	-0,03	-1,90	2,40	4,92***
CAPT	-2,14	-4,75***	-0,02	-1,97*	2,12	4,71***

Niveaux de significativité : \*  $p < 0,05$       \*\*  $p < 0,01$       \*\*\*  $p < 0,001$

Les élasticités correspondent à des effets marginaux, c'est-à-dire qu'ils indiquent la variation de la probabilité de la variable dépendante lorsque la variable indépendante concernée va varier d'une unité, les autres variables indépendantes restant à leur niveau moyen. Ainsi, si l'on augmente d'une unité la variable *INFCE*, la probabilité attachée à  $y_i = 1$  va diminuer de 2,57 tout comme celle attachée à  $y_i = 2$  va diminuer, alors que celle attachée à  $y_i = 3$  va augmenter. Cela confirme donc la conclusion précédente que nous avons fait sur le signe des coefficients. On peut également conforter ce résultat en étudiant les probabilités selon les différentes modalités des variables explicatives. Ainsi, on voit que les probabilités décroissent à mesure que l'on passe à une modalité supérieure pour les

productions apparentes les plus faibles et ne croissent que lorsque l'on considère la probabilité du niveau de production apparente le plus élevé<sup>90</sup>.

**Tableau 2-22 – Probabilités selon les différentes modalités des variables explicatives**

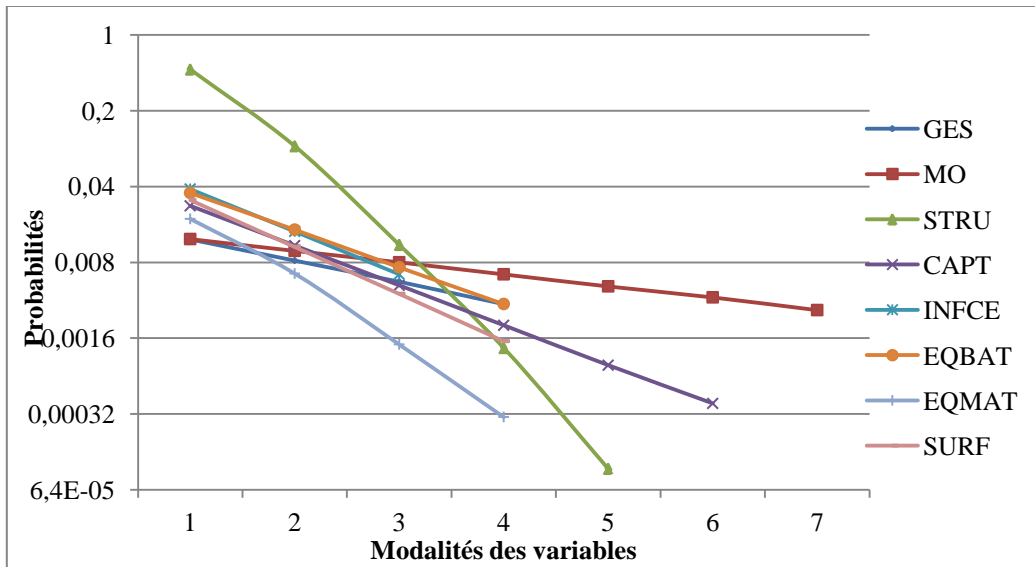
	<i>PATOT</i>				<i>PATOT</i>		
	Pr( $y_i = 1$ )	Pr( $y_i = 2$ )	Pr( $y_i = 3$ )		Pr( $y_i = 1$ )	Pr( $y_i = 2$ )	Pr( $y_i = 3$ )
<b><i>GES</i></b>				<b><i>INFCE</i></b>			
1	0,0130	0,9766	0,0104	1	0,0379	0,9586	0,0035
2	0,0083	0,9754	0,0164	2	0,0154	0,9758	0,0088
3	0,0053	0,9692	0,0255	3	0,0062	0,9720	0,0218
4	0,0033	0,9570	0,0397	<b><i>EQBAT</i></b>			
<b><i>MO</i></b>				1	0,0349	0,9613	0,0038
1	0,0131	0,9766	0,0103	2	0,016	0,9756	0,0085
2	0,0102	0,9765	0,0132	3	0,0072	0,9741	0,0187
3	0,0080	0,9751	0,0170	4	0,0033	0,9560	0,0407
4	0,0062	0,9721	0,0217	<b><i>EQMAT</i></b>			
5	0,0048	0,9674	0,0277	1	0,0201	0,9671	0,0048
6	0,0038	0,9608	0,0354	2	0,0063	0,9723	0,0213
7	0,0029	0,9520	0,0451	3	0,0014	0,9006	0,0900
<b><i>STRU</i></b>				4	0,0003	0,6897	0,3100
1	0,4793	0,5205	0,0002	<b><i>SURF</i></b>			
2	0,0941	0,9045	0,0013	1	0,0301	0,9654	0,0044
3	0,0116	0,9767	0,0117	2	0,0111	0,9767	0,0122
4	0,0013	0,9038	0,0949	3	0,0041	0,9630	0,0330
5	0,0001	0,5194	0,4815	4	0,0015	0,9125	0,0861
<b><i>CAPT</i></b>							
1	0,0265	0,9684	0,0051				
2	0,0114	0,9767	0,0119				
3	0,0049	0,9675	0,0277				
4	0,0021	0,9350	0,0630				
5	0,0009	0,8620	0,1371				
6	0,0004	0,7266	0,2730				

Concernant la variable *INFCE*, on peut voir que la probabilité d'avoir une production apparente inférieure à 10 tonnes est de 0,0379 si le chef d'entreprise a comme caractéristiques le fait d'être un retraité quinquagénaire marié et travaillant moins de 30 heures hebdomadaire ; cette probabilité n'est plus que de 0,0062 si ce même chef d'entreprise se caractérise comme

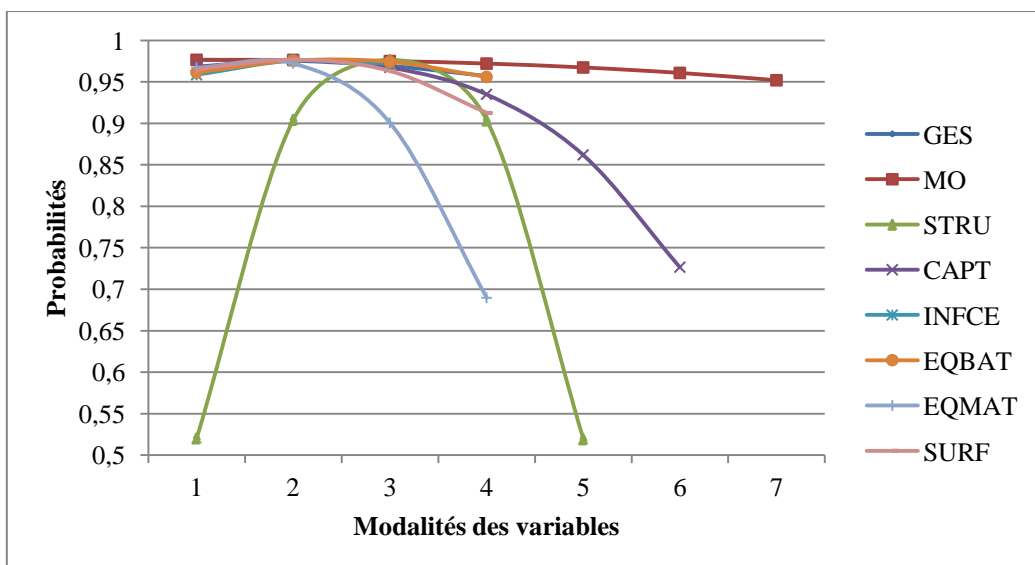
<sup>90</sup> L'interprétation de ces probabilités n'est ici possible que parce que l'on a également ordonné de façon croissante les modalités des variables indépendantes.

étant un entrepreneur conchylicole marié, quadragénaire et travaillant à temps plein. De même, si l'on considère les probabilités relatives à la modalité 2 de la variable dépendante (production apparente comprise entre 10 et 30 tonnes), plus le chef d'entreprise est caractérisé par les modalités les plus élevées de la variable *INFCE* et plus la probabilité d'appartenir à un groupe d'entreprises ayant ce niveau de production apparente faiblie, mais dans une moindre mesure.

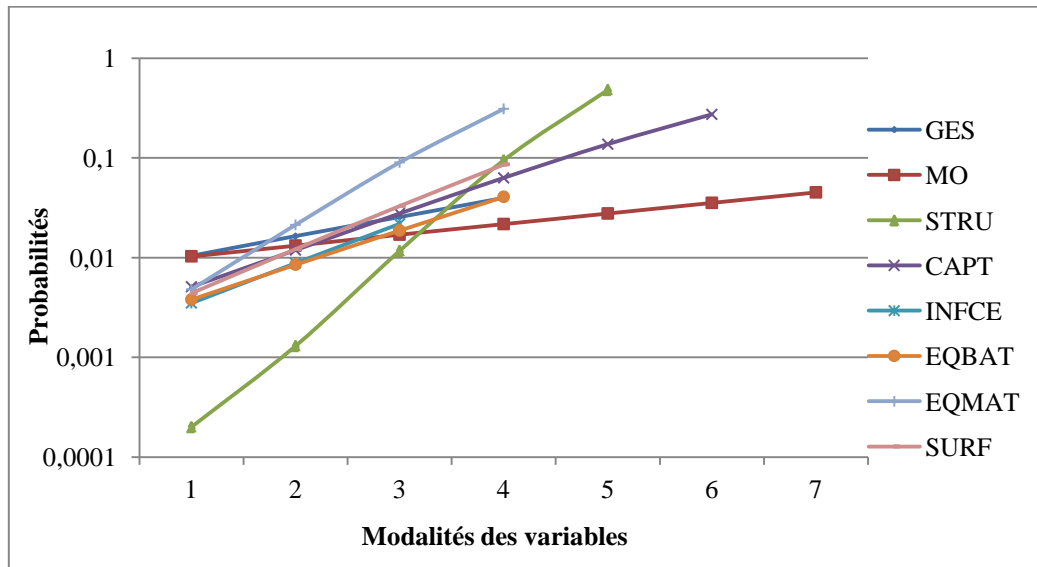
**Figure 2-9 – Probabilité que la production apparente soit inférieure à 10 tonnes selon les modalités des variables indépendantes**



**Figure 2-10 – Probabilité que la production apparente soit comprise entre 10 et 30 tonnes selon les modalités des variables indépendantes**



**Figure 2-11 – Probabilité que la production apparente soit supérieure à 30 tonnes selon les modalités des variables indépendantes**



Le Tableau 2-22 nous montre d'ailleurs qu'une entreprise appartenant à la classe 4 de la variable *Structure* a moins de 10% de chances d'appartenir au groupe des entreprises réalisant une production apparente au moins égale à 30 tonnes alors qu'en appartenant à la classe 5, la probabilité est de 0,4815 soit pratiquement une chance sur 2..

La variable qui semble jouer un rôle non négligeable dans le niveau de production est ensuite le niveau d'équipement en matériel. En effet, le Tableau 2-20 nous montre qu'un accroissement dans la hiérarchie des modalités de cette variable multiplie par 4,5 les chances de l'entreprise d'appartenir à un des groupes d'entreprises ayant un niveau de production apparente élevé. Les entreprises bien équipées et notamment en véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes et en véhicules utilitaires agréés au plan sanitaire ont donc tendance à être parmi les entreprises ayant une production apparente élevée. On retrouve cela dans le Tableau 2-22 qui nous montre que lorsqu'une entreprise appartient à la classe 3 de la variable *Equipement en matériel* sa probabilité d'être parmi les entreprises à production apparente élevée est de 0,09 alors que cette probabilité passe à 0,31 (soit 1 chance sur 3) lorsque l'entreprise appartient à la classe 4.

La variable qui a une influence importante sur la production apparente est ensuite celle concernant les surfaces. On voit en effet d'après l'étude des *odds ratios* qu'une élévation dans la hiérarchie des classes de la variable *Surfaces* multiplie par près de 2,8 les chances d'appartenir au groupe d'entreprises réalisant une production apparente supérieure à 30 tonnes. L'influence de cette variable est tout de même relativement moins importante que la

*Structure et l'Équipement en matériel*. Néanmoins, il semble d'après nos résultats qu'un taux d'utilisation des surfaces disponibles sur le Domaine Public Maritime de 90% au minimum des surfaces utilisées mais un nombre important de parcelles disponibles sur le Domaine Privé accroît la probabilité pour une entreprise de se retrouver parmi les entreprises produisant davantage. Ainsi on peut voir d'après le Tableau 2-22 que la probabilité de réaliser une production au moins égale à 30 tonnes est de 0,0330 lorsqu'une entreprise appartient à la classe 3 de la variable *Surfaces* alors que cette probabilité est de 0,0861 lorsqu'une entreprise appartient à la classe 4 de cette même variable. Néanmoins, cette probabilité reste faible c'est-à-dire que parmi les entreprises appartenant à la classe 4, seule moins de une sur dix aura une production apparente élevée.

S'agissant de la variable *Informations relatives au chef d'entreprise*, on peut noter que le fait de travailler à temps plein pour le chef d'entreprise va permettre de multiplier par 2,5 ses chances de faire partie des entreprises les plus productives. Selon le Tableau 2-22 en effet une entreprise appartenant à la classe 3 de la variable *Informations relatives au chef d'entreprise* a une probabilité de 0,0218 de réaliser une production apparente de plus de 30 tonnes alors que cette probabilité n'est plus que de 0,0088 lorsque l'entreprise appartient à la classe 2 de cette même variable.

Concernant la variable *Captage*, son influence sur la production apparente semble tout de même non négligeable. En effet, une élévation dans la hiérarchie des modalités de cette variable multiplie par près de 2,4 les chances pour une entreprise de réaliser une production apparente élevée. La différence avec une entreprise qui sera classée parmi les groupes ayant une production apparente moins élevée se situe au niveau de la quantité de coupelles et de tuiles chaulées utilisées. Ainsi, d'après le Tableau 2-22 une entreprise ayant un nombre moyennement important de collecteurs a une probabilité de 0,0630 d'avoir une production élevée alors que cette probabilité est de 0,1371 pour une entreprise ayant un nombre important de collecteurs. Cette probabilité passe à 0,2730 lorsque le nombre de collecteurs est très important.

Le *odd ratio* associé à la variable *Équipement en bâtiment* est quant à lui égal à environ 2,23. Cela signifie qu'une entreprise considérée comme étant très bien équipée et avec un équipement de taille importante multiplier ses chances d'être parmi les plus productives par 2,23. Une entreprise ayant alors un bassin tout béton ou PVC d'une contenance d'au moins 100 m<sup>3</sup> a davantage de chance d'appartenir au groupe d'entreprises les plus productives qu'une entreprise moins bien équipée. D'après le Tableau 2-22, la



probabilité d'avoir une production élevée est de 0,0187 pour une entreprise considérée comme bien équipée et dont la taille de l'équipement est importante et cette probabilité passe à 0,0407 pour une entreprise considérée comme très bien équipée, également avec une taille importante de l'équipement.

Quant à la variable *Gestion*, elle semble d'après les résultats n'avoir qu'une influence limitée sur l'appartenance d'une entreprise à un groupe ou un autre. En effet, le *odd ratio* correspondant est égal à environ 1,6 ce qui signifie qu'une entreprise de très grande taille, même si elle n'est pas spécifique au type d'activité, verra ses chances d'appartenir au groupe ayant une production apparente de plus de 30 tonnes augmenter de 60%. Ainsi, d'après le Tableau 2-22, une entreprise considérée comme étant relativement grande et relativement spécifique aura une probabilité d'avoir une production apparente d'au moins 30 tonnes égale à 0,0255. Cette probabilité passe à 0,0397 si elle se caractérise par le fait qu'elle a une comptabilité de gestion, adhère à un centre de gestion ou est soumise à la TVA au réel.

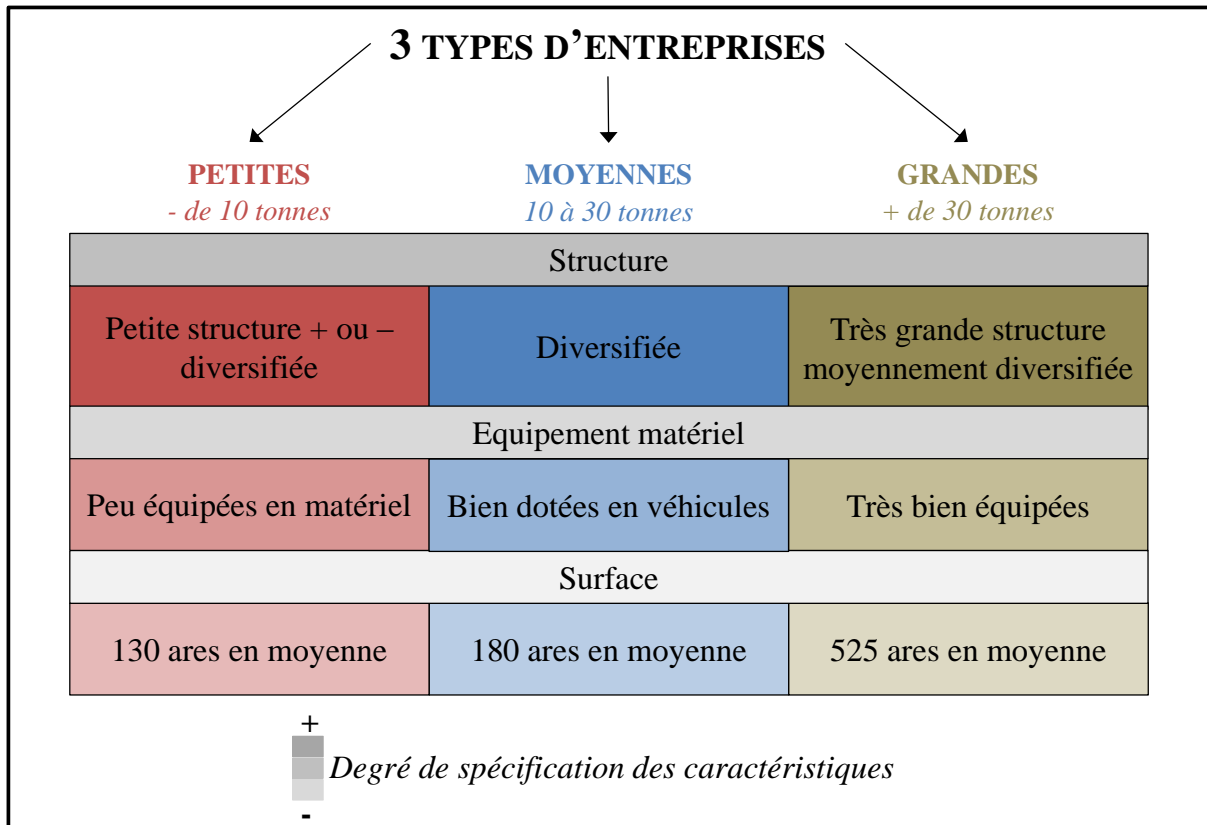
Enfin, la variable qui a le moins d'influence sur l'appartenance d'une entreprise à un groupe ou un autre est la main d'œuvre. En effet, le fait d'être une très grande entreprise ayant une main d'œuvre familiale importante ne multiplie que par 1,3 les chances pour cette entreprise d'appartenir aux groupes d'entreprises ayant une production apparente élevée. Néanmoins, le fait pour une entreprise de se caractériser par le fait de recourir à davantage de main d'œuvre et notamment de la main d'œuvre familiale fait passer la probabilité d'avoir une production apparente d'au moins 30 tonnes à 0,0451 alors que pour une entreprise de grande taille sans main d'œuvre familiale, cette probabilité est de 0,0354.

On notera tout de même que les probabilités les plus élevées se rapportent toujours au niveau de production apparente intermédiaire. Cela est dû notamment à la part d'entreprises qui ont effectivement une production apparente comprise entre 10 et 30 tonnes (65% contre 15% d'entreprises ayant une production apparente inférieure à 10 tonnes et 20% supérieure à 30 tonnes).

Les résultats obtenus ici confirment nos conclusions issues de la Classification Ascendante Hiérarchique globale. Les entreprises ostréicoles arcachonnaises peuvent être réparties en 3 classes, chacune des classes correspondant à un niveau de production apparente. Ainsi on a une classe d'entreprises dont la production apparente est inférieure à 10 tonnes, une classe d'entreprises dont la production apparente est comprise entre 10 et 30 tonnes et une classe d'entreprises dont la production apparente est supérieure à 30 tonnes. Les

caractéristiques qui permettent de discriminer les entreprises et donc de les associer à une classe ou à une autre sont principalement des caractéristiques en termes de *Structure*, d'*Équipement en matériel*, de *Captage* et de *Surface*. On peut résumer ces résultats de la façon suivante (Figure 2-12) :

Figure 2-12 – Synthèse des résultats





## CONCLUSION DE LA PARTIE 1

---

Cette première partie nous a permis d'une part, de montrer qu'il était possible de traiter une grande quantité d'information grâce aux outils de l'analyse de données et aux méthodes de classification sans pour autant perdre en précision.

En effet, nous avons donc choisi de procéder de manière originale en regroupant dans un premier temps les variables extraites du recensement selon différentes thématiques. Ces différentes thématiques ont ensuite été étudiées séparément à l'aide d'une Analyse des Correspondances Multiples et d'une Classification Ascendante Hiérarchique nous permettant ainsi d'obtenir une variable synthétique dont les modalités correspondent aux classes de la partition dégagées lors de la Classification Ascendante Hiérarchique de chacune des thématiques.

A partir de ces variables synthétiques, il nous a alors été possible de réaliser une analyse de données – également à l'aide d'une Analyse des Correspondances Multiples – et d'appliquer une méthode de classification – la Classification Ascendante Hiérarchique – intégrant donc au final la majorité des informations issues du recensement. Cette démarche nous a permis de conserver une grande partie de l'information initiale, de la traiter dans une même analyse sans toutefois avoir à faire face aux inconvénients que présente une analyse de données sur un nombre important de variables. De plus, l'ajout d'une variable illustrative concernant la production des entreprises nous a alors permis de dresser une typologie des entreprises, ces dernières étant réparties en un petit nombre de classes. Cette typologie a été complétée ensuite par une modélisation économétrique adaptée aux variables qualitatives dont la variable expliquée correspond à la production apparente<sup>91</sup>. Cela nous a permis ainsi de déterminer les caractéristiques qui permettent de discriminer les entreprises et donc de vérifier les résultats de la classification globale.

D'autre part, cette partie nous a permis d'avoir une meilleure connaissance des entreprises ostréicoles arcachonnaises. Ainsi, on a pu voir que la majorité des entreprises correspondent à des entreprises de taille moyenne, les deux autres types correspondant à des configurations marginales, notamment en ce qui concerne les plus petites d'entre elles. Ces dernières sont en effet des entreprises dont on peut supposer comme économiquement non

---

<sup>91</sup> Rappelons que cette variable a été introduite dans la classification uniquement en tant que variable illustrative ; elle n'influence donc pas la partition.

viables. D'ailleurs, le chef d'entreprise n'y exerce souvent qu'au titre d'une activité secondaire.

Les précédentes analyses réalisées sur les entreprises ostréicoles arcachonnaises, que cela soit celle de Madec (1985) ou celle de Ansart (1991), aboutissent à un schéma identique à savoir un nombre important d'entreprises moyennes à caractère familial – c'est-à-dire employant une main d'œuvre familiale essentiellement – et des entreprises plus marginales correspondant soit à de grandes exploitations soit à de très petites entreprises ; cette répartition des entreprises est similaire au niveau national. En effet, les entreprises individuelles – qui correspondent la plupart du temps à des entreprises de taille moyenne – représentent un peu plus de 78% des entreprises conchylicoles françaises. Quant aux sociétés commerciales – statut qui concerne généralement des entreprises de grande taille – elles ne représentent en France qu'un peu plus de 4% des entreprises conchylicoles. Egalement, tout comme pour le Bassin d'Arcachon, la main d'œuvre familiale est une part importante de la main d'œuvre conchylicole (56% du total des équivalents temps-plein). Par contre, le Bassin d'Arcachon est l'une des régions qui fait le moins appel à une main d'œuvre saisonnière ou occasionnelle.

Si les entreprises ostréicoles arcachonnaises ne dévient pas du schéma national du point de vue de leur structure et de leur type, elles ont cependant comme particularité de pratiquer, pour une majorité d'entre elles, le captage naturel de naissain d'huître creuse. Cependant, cette particularité n'est pas sans poser de problèmes pour les entreprises qui la pratiquent. En effet, de nombreuses contraintes pèsent sur cette activité comme nous allons le voir dans la partie suivante.

## **PARTIE 2**

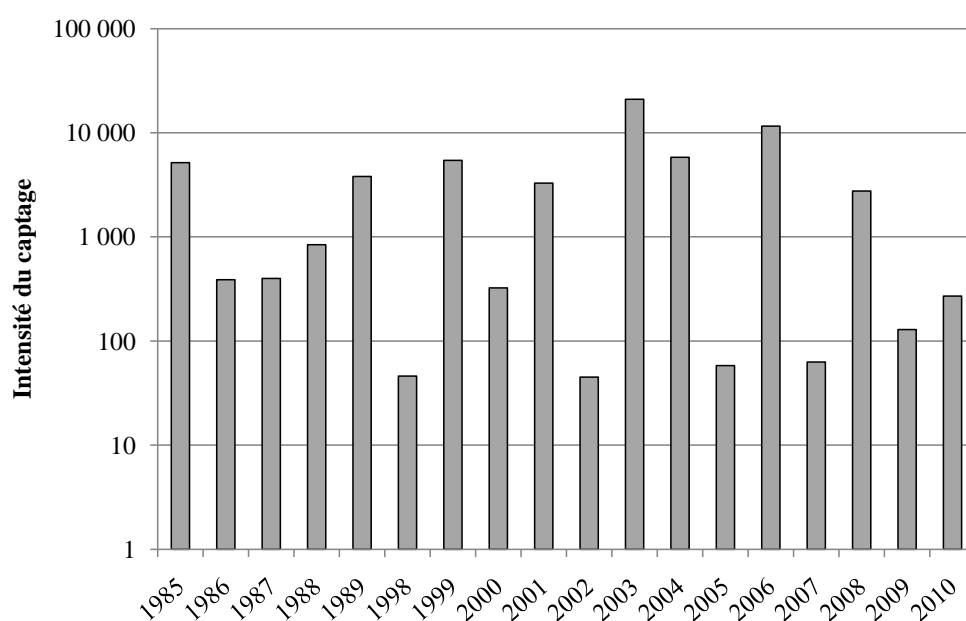
# **EVALUATION ECONOMIQUE DE LA DEPENDANCE DE L'OSTREICULTURE ARCACHONNAISE LIEE AUX CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES PESANT SUR LA PRODUCTION**



## INTRODUCTION DE LA PARTIE 2

Comme le souligne His (1991) le Bassin d'Arcachon se caractérise par le fait que l'huître y trouve des conditions de milieu favorables aussi bien pour se reproduire que pour se développer. L'ostréiculture profite donc de ces deux potentialités en étant à la fois un centre naisseur et un centre d'élevage et de commercialisation. Néanmoins, toute perturbation de d'au moins une de ces potentialités a de graves conséquences sur l'activité dans son ensemble. Une reproduction insuffisante entraîne une diminution de la production de naissain tandis qu'un nombre insuffisant d'huîtres adultes présentes sur le Bassin – à l'état sauvage ou en élevage – diminue l'ampleur de la reproduction et donc la production de naissain. L'histoire de l'ostréiculture arcachonnaise reflète ces deux aspects et a conduit à chercher de nombreuses solutions afin notamment de résoudre le problème de l'acquisition de juvéniles dans des proportions suffisantes pour que l'activité soit pérenne, l'obtention de juvéniles qui seront ensuite mises en élevage étant la base de toute aquaculture (His, 1991). L'adoption de la tuile chaulée comme collecteur de naissain a certes permis un captage et la fixation des huîtres de manière plus régulière mais le type de collecteur utilisé n'explique pas à lui seul les différences interannuelles de recrutement. Auby, *et al.*, (2011) rapportent ainsi des intensités moyenne de captage<sup>92</sup> près de 120 fois plus élevés en 1999 qu'en 1998.

**Figure II.1 – Intensités moyennes du captage entre 1985 et 2010**



Source : d'après Auby, *et al.*, (2011)

<sup>92</sup> L'intensité du captage correspond au nombre de naissain fixé sur un collecteur.



Cette variabilité interannuelle a donc conduit à en rechercher les causes.

D'autres phénomènes affectent également l'activité ostréicole arcachonnaise depuis l'introduction de l'huître creuse *Crassostrea Gigas*, phénomènes déjà observés au Japon et aux Etats-Unis. En effet, les ostréiculteurs font face à des épisodes de mortalités massives des huîtres qui depuis quelques années touchent également le naissain. Dans ce cas également les causes de ces mortalités ont été cherchées et globalement les résultats font apparaître que ce sont les conditions du milieu qui en sont la source, certains paramètres hydrologiques tels que la température de l'eau étant le facteur commun. Toutes les études convergent vers une forte dépendance de l'activité ostréicole au milieu naturel qui constitue de ce fait des contraintes à la production.

Nous allons donc dans cette partie nous attacher à montrer en quoi le milieu naturel contraint l'activité ostréicole, particulièrement en influençant l'intensité du captage. Après avoir étudié le cycle de vie de l'huître puis le cycle de production et de commercialisation de l'huître creuse dans le contexte particulier du Bassin d'Arcachon (Chapitre 3), nous nous concentrerons sur le rôle de la température dans la variabilité de l'intensité du captage afin de déterminer quelles peuvent être les conséquences pour les entreprises ostréicoles d'une modification des conditions de production liée à une variation de la température de l'eau (Chapitre 4).

## **Chapitre 3 :**

# **La production d’huîtres creuses dans le Bassin d’Arcachon et ses contraintes environnementales**

---

Comme nous l’avons vu, l’ostréiculture arcachonnaise est passée d’une simple activité de pêche à une activité d’élevage dès lors qu’il a été possible de capturer le naissain d’huître creuse en quantités suffisantes. Dès ce moment, les ostréiculteurs sont intervenus à tous les stades de la croissance des huîtres, du stade de naissain, jusqu’au stade d’huître adulte. Le passage de l’activité de pêche à l’activité d’élevage a eu pour contrepartie de rendre les ostréiculteurs dépendants directement de la reproduction des huîtres alors qu’auparavant, cette dépendance était indirecte. Du fait de cette dépendance, l’ostréiculture peut être mise en difficulté dès lors que le captage n’est pas suffisant et cette difficulté va se répercuter tout au long du cycle de production. Il est donc important pour évaluer la dépendance de l’ostréiculture au milieu naturel de connaître le cycle de vie de l’huître et les éléments susceptibles d’entraver son bon déroulement (section 1). La section 2 sera consacrée ensuite à la présentation du cycle de production de l’huître creuse, tant d’un point de vue technique qu’économique.

### **1. Le cycle de vie de l’huître creuse dans le Bassin d’Arcachon et ses contraintes environnementales**

Nous allons nous focaliser sur deux aspects du cycle de vie de l’huître : la reproduction et les mortalités. Ces deux aspects sont ceux qui peuvent avoir le plus de conséquences sur l’activité ostréicole.

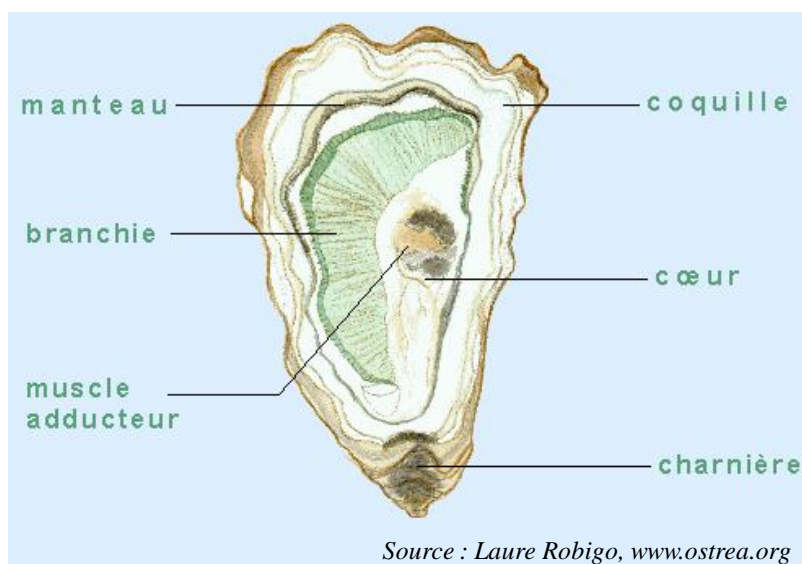
#### *1.1. Reproduction*

Après avoir présenté quelques généralités sur la reproduction des huîtres creuses, nous nous intéresserons aux contraintes qui peuvent peser sur le potentiel de captage du naissain d’huître creuse.

### 1.1.1. Généralités

Il s'agit ici d'exposer les grandes lignes des modalités de reproduction de l'huître creuse. La Figure 3-1 présente l'anatomie d'une huître.

**Figure 3-1 – Anatomie de l'huître creuse**



L'huître creuse *Crassostrea Gigas* est hermaphrodite c'est-à-dire qu'elle peut être alternativement mâle ou femelle. Le changement de sexe a lieu principalement d'une saison de reproduction à l'autre. Le nombre de femelles et de mâles au cours d'une saison dépend essentiellement de l'âge des huîtres. Ainsi, au cours de la première saison de reproduction – les individus sont âgés de un an – on trouve 70% de mâles. Au cours de la deuxième saison de reproduction, on observe de 50 à 60% de femelles tandis que chez des individus plus âgés, les femelles sont nettement plus nombreuses. En règle générale, la phase mâle indique une non-maturité ou des influences défavorables du milieu tandis que la phase femelle est associée plus fréquemment à des conditions physiologiques optimales (Lango-Reynoso, 1999). Cette différenciation intervient durant la période automnale précédant la saison de reproduction (Galtsoff, 1964). La nourriture disponible et la température notamment détermineraient le rythme de l'inversion sexuelle mais à ces facteurs externes s'ajouteraient des facteurs internes (Lango-Reynoso, 1999).

La gamétogénèse est le processus de fabrication des cellules sexuelles. De la fin de l'automne jusqu'au printemps suivant, l'huître creuse présente une activité réduite de la gonade puis, la gamétogénèse redevient très active en mars et en avril. Selon les conditions du milieu, la maturité sexuelle atteint son maximum entre mai et juillet. Ce maximum est selon

Galtsoff (1964) une « phase instable » en ce sens qu'il correspond à la période durant laquelle les huîtres sont sensibles aux stimuli (température, pression) propres à déclencher le frai (Auby & Maurer, 2004)<sup>93</sup>. Une épaisse couche blanc crème enveloppe la masse viscérale ; les huîtres sont alors dites « laiteuses ».

Le cycle de maturation commence par une accumulation de glucides au printemps qui seront ensuite utilisés pour l'élaboration des produits sexuels (Manaud, *et al.*, 1997b). Lors des années favorables, les huîtres stockent en un mois la totalité des glucides qu'elles utiliseront au cours de la reproduction. Quant aux plus fortes teneurs en lipides, elles sont observées avant la première ponte (Manaud, *et al.*, 1997b).

La saison de reproduction dans le Bassin d'Arcachon s'étend de début juin à mi-septembre (His, 1975). Manaud, *et al.* (1997b) ont mis en évidence une corrélation générale entre la température de l'eau et la date de première ponte et les différents suivis de larves indiquent que les émissions les plus importantes dans le Bassin d'Arcachon se produisent avant la fin du mois de juillet. Au cours d'une même saison de reproduction, une huître peut pondre entre 4 et 9 fois (His, 1991), l'huître reconstituant des produits sexuels entre les différents frais. Lorsqu'elles pondent, les femelles expulsent les ovules (plusieurs millions) tandis que les mâles laissent échapper les spermatozoïdes. La fécondation a lieu dans l'eau.

Dans les 24 heures suivant la fécondation, la larve d'huître – *véligère* – est formée. Sa hauteur<sup>94</sup> est alors d'environ 60  $\mu\text{m}$  et elle a la forme d'un D majuscule d'où son appellation de *larve D*. Elle présente une coquille avec deux valves reliées par une charnière ainsi qu'un vélum, sorte de voile cilié qu'elle déploie hors de sa coquille lorsqu'elle nage et qui lui sert à capter sa nourriture.

La durée de la vie pélagique de la véligère est fonction de la température et de la quantité de nourriture disponible. Dans le Bassin d'Arcachon, elle est le plus souvent d'environ vingt et un jours. Certaines années, elle peut ne durer que 15 jours (His, 1991). Au cours de sa vie pélagique, la larve grandit et subit des transformations.

Vers le sixième jour, un crochet, ou umbo, se forme sur la charnière de la coquille. Il est bien visible lorsque la larve, dite alors *umbonée*, dépasse la hauteur de 110  $\mu\text{m}$ . Lorsque la hauteur de la larve dépasse 250  $\mu\text{m}$ , une tache oculaire, improprement appelée œil et jouant

---

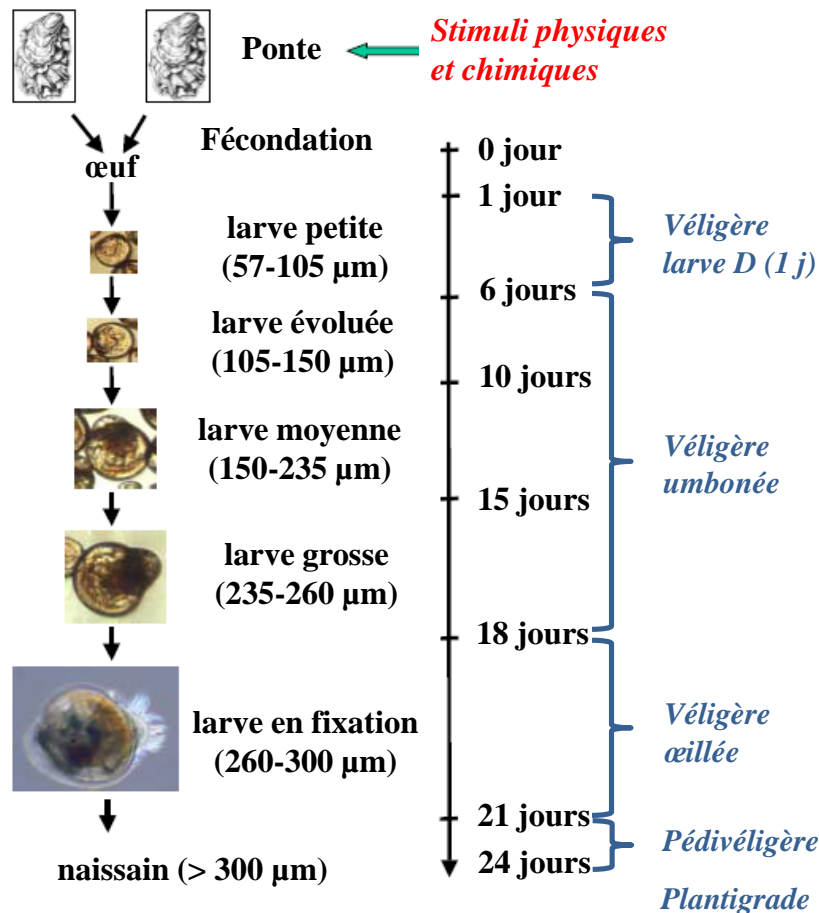
<sup>93</sup> Sauf mention contraire, nous reprenons la présentation faite par Auby & Maurer (2004) de la reproduction des huîtres creuses ainsi que des contraintes environnementales qui peuvent peser sur le potentiel de captage de naissain d'huître creuse que nous verrons au point suivant.

<sup>94</sup> Plus grande dimension perpendiculairement à la charnière.

un rôle sensoriel, apparaît au niveau de la première ébauche branchiale ; la larve est alors dite *œillée*. Le dernier stade de la vie pélagique est atteint lorsque la larve approche et dépasse la hauteur de 300  $\mu\text{m}$  : c'est la *pédivéligère*.

Le velum est toujours actif, permettant à la larve de nager, mais un pied s'est aussi formé. Il permettra à la larve de ramper sur le support, de le choisir (rôle sensitif) et de sécréter le ciment assurant la fixation (rôle glandulaire). Cette fixation s'accompagne d'une métamorphose conduisant à la disparition du velum, la formation des palpes labiaux, le développement des branchies et la régression du pied. La larve métamorphosée sécrète sa coquille définitive et atteint le stade *plantigrade* (*juvénile*). Une terminologie particulière, basée sur la taille des larves, est employée par les biologistes conchylicoles et les malacologistes pour décrire le développement larvaire de l'huître creuse *Crassostrea Gigas* (Figure 3-2).

**Figure 3-2 – Nomenclature des stades de développement larvaire**  
(d'après His (1991) et Auby & Maurer, (2004))



Note : En bleu sont mentionnées les équivalences données aux appellations des biologues par les malacologistes.

Le naissain sera ensuite capté par les ostréiculteurs et élevé afin de donner environ 3 ans plus tard une huître commercialisable. Cependant, l'étude sur de longues périodes de l'intensité du captage a mis en évidence des variabilités inter-annuelles assez importantes de cette dernière que de nombreuses études menées par l'Ifremer ont tenté d'expliquer en raison des enjeux que cela représente pour l'économie ostréicole arcachonnaise.

#### 1.1.2. Les contraintes environnementales pesant sur le potentiel de captage naturel des huîtres creuses

Le laboratoire Ifremer d'Arcachon réalise à chaque saison estivale, dans le cadre d'une convention avec le Comité Régionale Conchylicole Arcachon-Aquitaine, un suivi de la reproduction des huîtres creuses dans le Bassin d'Arcachon afin d'étudier la variabilité inter-annuelle de l'intensité du captage. Des prélèvements périodiques sont effectués en plusieurs points du Bassin et les larves sont dénombrées en fonction de leur stade de développement – petites, évoluées, moyennes, grosses ou en fixation – et à la fin de la saison de reproduction, il est procédé à un comptage des naissains. Ce comptage permet de déterminer l'intensité du captage. Parallèlement à cela, il est observé différents paramètres tels que la température (estivale ou printanière) ou encore la salinité<sup>95</sup>.

Ce suivi de la reproduction fait suite aux travaux de Auby & Maurer (2004) qui ont permis de mettre en évidence l'influence du milieu naturel sur le potentiel de captage en étudiant les facteurs susceptibles d'interférer dans le bon développement des larves et dans leur survie.

Dans un premier temps, Auby & Maurer (2004) se sont attachées à montrer que l'amplitude du captage dépendait d'une part de la survie des larves au cours de leur développement et d'autre part de l'importance des pontes principales – estimée à partir du nombre de « petites » formées à l'issue de ces pontes. Ainsi, il apparaît que les mortalités les plus importantes surviennent entre les stades « petites » et « moyennes ». En effet, d'après l'étude des séries longues, il a été estimé qu'en moyenne, seules 2,4% des larves « petites » atteignent le stade « moyennes » alors que 17% des « moyennes » atteignent le stade « en fixation » ce qui expliquerait que la majeure partie de la variabilité de la survie totale<sup>96</sup> soit expliquée par le taux de survie des larves « petites ». Cette fragilité de la phase larvaire

---

<sup>95</sup> Pour une explication détaillée des méthodes de pêche, de dénombrement des larves ainsi que de comptage des naissains, se reporter à Auby & Maurer (2004).

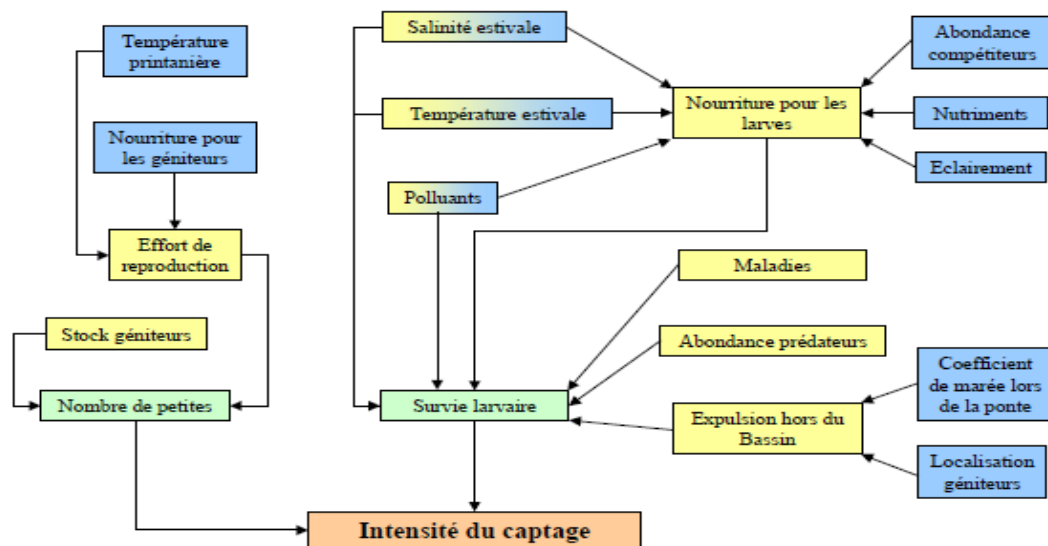
<sup>96</sup> Rapport entre le nombre de larves « en fixation » et le nombre de larves « petites ».

initiale avait déjà été évoquée par His (1991). De plus, le taux de survie entre les stades « petites » et « moyennes » s'expliquerait par la durée de développement des larves. Ainsi, plus la croissance des larves est lente et plus leur survie est faible.

Egalement, Auby & Maurer (2004) ont observé que les mauvaises années de captage se caractérisaient par un faible nombre de larves « en fixation » et inversement. Les auteurs ont donc cherché les causes de la variabilité du nombre moyen de larves « en fixation ». A partir d'une Analyse en Composantes Principales, il a été ainsi mis en évidence que la faiblesse du nombre de larves « en fixation » serait liée à un faible effectif de « petites » et à une durée entre les stades « petites » et « moyennes » élevée et inversement.

Une fois déterminé que la variabilité du captage est liée à la survie des larves et à l'intensité moyenne des pontes principales, Auby & Maurer (2004) ont cherché à mettre en évidence quels facteurs sont susceptibles d'influer sur ces deux paramètres mais également quelles variables pourraient avoir une incidence sur ces facteurs à partir du schéma conceptuel suivant (Figure 3-3).

**Figure 3-3 – Schéma conceptuel des différents facteurs susceptibles d'agir sur l'intensité du captage<sup>97</sup>**



Source : Auby & Maurer, 2004

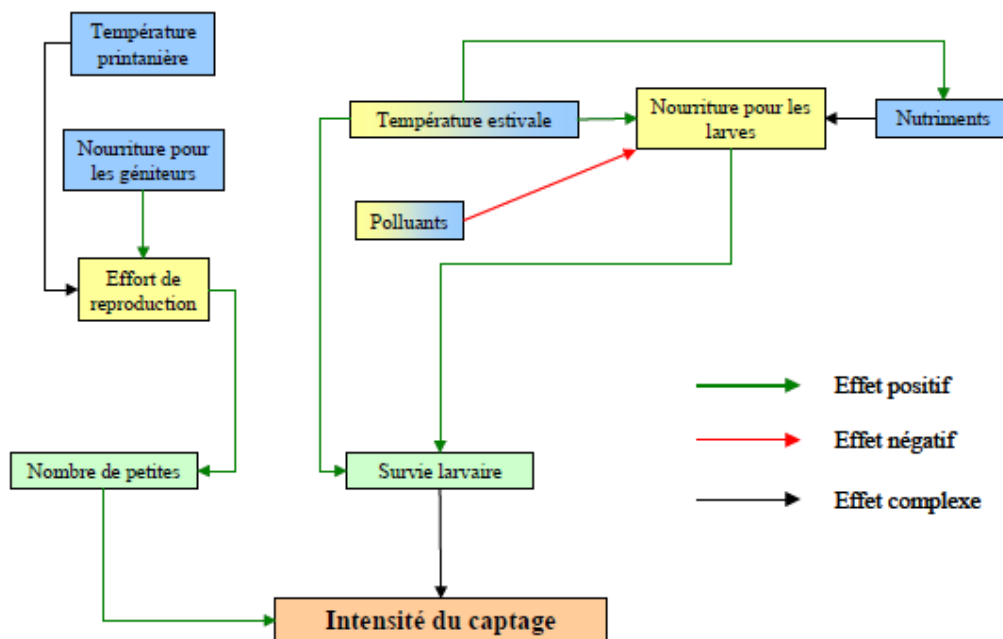
A partir de ce schéma, différentes questions ont été étudiées : l'intensité du captage est-elle influencée par :

<sup>97</sup> En jaune, figurent les différents facteurs susceptibles d'agir sur la survie larvaire et sur le nombre de « petites » formées durant l'été (en vert), qui déterminent l'intensité du captage (en orange). En bleu, sont représentées les variables pouvant influencer sur ces facteurs.

- le stock d'huîtres et l'effort de reproduction des géniteurs ?
- les secteurs de pontes et les conditions de marée lors des frais ?
- la température et la salinité de l'eau au cours du développement des cohortes larvaires ?
- la variabilité de la quantité de nourriture disponible pour l'alimentation des larves ?
- l'abondance des zooplanctontes compétiteurs et prédateurs des larves d'huîtres ?
- les maladies ?
- les contaminants ?

Les résultats obtenus par Auby et Maurer (2004) de l'étude des séries longues sur ces questions ont permis d'isoler quelques facteurs susceptibles effectivement d'influer sur l'intensité du captage (Figure 3-4).

**Figure 3-4 – Schéma conceptuel des différents facteurs dont les études ont montré qu'ils étaient susceptibles d'agir sur l'intensité du captage**



Cette étude sur la reproduction des huîtres creuses dans le Bassin d'Arcachon a permis d'aboutir à deux conclusions principalement, l'une concernant le nombre de « petites », l'autre concernant la température.

Il a donc été démontré que l'intensité du captage est fonction tout d'abord de la survie des larves au cours de leur développement et en second lieu, de l'abondance de larves « petites » formées à l'issue des frais principaux.



Un modèle a alors pu être établi afin d'expliquer la variabilité du captage — évaluée par comparaison du nombre de naissains fixés par tuile — en fonction du nombre moyen de larves « petites » ( $P$ ) dénombrées à l'issue des pontes importantes d'un été et de leur survie jusqu'au stade de « moyennes » ( $M$ ). Ce modèle est donné par la relation (3.1) suivante :

$$\ln \text{captage} = -4,84 + 0,69 * \ln M/P + 0,95 * \ln P \quad (3.1)$$

Ainsi, les années où le captage est considéré comme excellent sont caractérisées par des valeurs élevées du nombre de larves « petites » et de leur survie tandis que ces deux paramètres présentent des valeurs particulièrement faibles les années de très mauvais captage.

Le nombre de « petites » dépend de l'effort de reproduction des géniteurs, ce dernier étant conditionné par la biomasse phytoplanctonique à la fin de l'hiver et du printemps précédant les pontes. Ainsi, la biomasse phytoplanctoniques explique 25% de la variabilité du nombre de larves petites. Ensuite, la survie des cohortes dépend de la température dans laquelle elles se développent, à la fois directement en influant sur leur métabolisme et indirectement en influant sur la quantité de nourriture disponible pour ces larves.

Quant à la température estivale, il a été montré qu'elle est déterminante pour la réussite du captage puisqu'elle explique à elle seule plus de 40% de la variabilité du nombre de naissains fixés. La relation entre intensité du captage et température est donnée par l'équation (3.2) suivante :

$$\ln \text{captage} = -22,60 + 1,32 \times \text{Température} \quad (3.2)$$

De plus, il a été montré par le passé que la survie larvaire pouvait être extrêmement réduite lors d'épisodes de pollution tels que ceux de la fin des années 1970 de façon indirecte, en atteignant la nourriture des larves et non pas les larves elles-mêmes.

En plus de la variabilité inter-annuelle du captage, les ostréiculteurs doivent intégrer les pertes d'animaux dues aux mortalités.

## 1.2. Mortalités

La mortalité des huîtres creuses et plus globalement des coquillages est une donnée intégrée par ceux qui pratiquent la conchyliculture en milieu naturel. Il existe en effet des mortalités qui sont dues à la présence de prédateurs et/ou de compétiteurs. Cependant, depuis quelques années, les mortalités atteignent des taux très élevés chez l'huître *Crassostrea Gigas*

et ce, dans tous les bassins conchylicoles français. Ces surmortalités remettent en question l'avenir de l'ostréiculture d'autant plus que ces dernières années, elles touchent aussi le naissain.

### 1.2.1. Les mortalités naturelles

Les mortalités ont deux origines : la présence de compétiteur trophique et la présence de prédateurs.

#### 1.2.1.1. Les compétiteurs

Le principal compétiteur de l'huître creuse en élevage dans le Bassin d'Arcachon est l'huître creuse sauvage<sup>98</sup>. En effet, les huîtres sauvages nécessitent pour se développer les mêmes conditions trophiques et alimentaires (Le Roux & Boncoeur, 2006). Les conditions de reproduction des huîtres en élevage particulièrement favorables dans le Bassin d'Arcachon le sont tout autant pour les huîtres sauvages et l'abandon de certains parcs a contribué à la prolifération des huîtres sauvages. Ces huîtres sauvages sont des compétiteurs et peuvent contribuer au dépassement de la capacité trophique des bassins. Cette prolifération, au-delà d'accroître la compétition avec les huîtres en élevage accentue également les risques d'épizooties liés à la surpopulation.

Un autre compétiteur est la *Crépidule*. C'est un compétiteur potentiel car la *Crépidule* est un gastéropode filtreur qui se nourrit de phytoplancton en suspension tout comme les huîtres. Cependant, la biomasse de *Crépidule* sur le littoral atlantique est la plus faible dans le Bassin d'Arcachon (De Montaudouin, *et al.*, 2002). Le véritable compétiteur sur le Bassin d'Arcachon reste donc l'huître sauvage.

Les larves d'huîtres connaissent également des compétiteurs. D'après Auby & Maurer (2004) peuvent être considérés comme potentiellement compétiteurs les protozoaires tels que les *foraminifères* et les *tintinnides*, les organismes méroplanctoniques comme les *annélides*, les *phoronidiens* ou les *gastéropodes*, les *nauplii de copépodes*, les *cirripèdes* et les *appendiculaires*. Dans le Bassin d'Arcachon, ces zooplanctontes compétiteurs sont toujours plus abondants que les larves d'huîtres sauf lors des pontes principales. Néanmoins, il n'a pas

---

<sup>98</sup> Dans d'autres bassins conchylicoles les moules notamment sont des compétiteurs des huîtres en élevage mais cela ne concerne pas le Bassin d'Arcachon puisque la culture des moules y est interdite justement pour ne pas qu'elles entrent en compétition avec les huîtres. Les moules ne peuvent qu'y être pêchées.

été montré de relation significative entre l'abondance de compétiteur et la survie et le temps de développement des larves d'huîtres dans le Bassin d'Arcachon.

#### 1.2.1.2. Les prédateurs

Selon Auby & Maurer (2004) sont considérés comme potentiellement prédateurs des larves d'huîtres les *noctiluques*, le plancton gélatineux (*siphonophores*), les *cladocères*, les *larves zoés de décapodes* et les *chaetognathes*. Ces auteurs ont montré que ces prédateurs étaient généralement moins nombreux que les larves d'huîtres mais pouvaient atteindre dans quelques cas des densités égales voire supérieures. Cependant, il n'a pas été mis en évidence un impact de l'abondance de prédateurs sur la survie des larves d'huîtres dans le Bassin d'Arcachon.

Parmi les prédateurs des huîtres recensés par Marteil (1976), on trouve le « *ver plat* »<sup>99</sup> ou encore la *pieuvre*, *l'étoile de mer*, la *daurade*, la *raie*, le *crabe*, la *crevette*, le *bigorneau-perceur* ou *l'huître-pie*. La présence de certains de ces prédateurs dans le Bassin d'Arcachon a conduit les ostréiculteurs à délaisser la technique de l'élevage à plat au profit de celle en surélevé, les poches ostréophiles constituant une protection contre les prédateurs.

Les mortalités – directes ou indirectes – liées à la présence de compétiteurs et de prédateurs sont généralement considérées comme « naturelles » par opposition aux surmortalités.

#### 1.2.2. Les surmortalités

Les mortalités massives<sup>100</sup> d'huîtres ne concernent pas uniquement la France. Le Japon et les Etats-Unis connaissent des épisodes de mortalités massives (Tableau 3-1). En France, ce problème connu depuis l'introduction de l'huître creuse *Crassostrea Gigas* dont on estime qu'elle a été introduite en 1966 dans le bassin Marennes-Oléron (Grizel & Héral, 1991) et dans le Bassin d'Arcachon en 1970-71 (Maurer & Combs, 1986).

---

<sup>99</sup> Le ver plat a par exemple été à l'origine de 40 à 65% des mortalités chez *Crassostrea Gigas* en 1968 dans la baie d'Hiroshima (Arakawa, 1970).

<sup>100</sup> Par mortalités massives ou surmortalités, on entend des taux de mortalité supérieurs aux taux moyens observés qui ne dépassent pas généralement les 20%.

**Tableau 3-1 – Extrait du résumé de la mortalité cumulée et/ou de l'ampleur des épisodes de mortalité estivale rapportés dans la littérature scientifique (EFSA Panel on Animal Health and Welfare, 2010)**

Lieu	Année	Stade de développement <sup>101</sup>	Température	Mortalité cumulée <sup>102</sup>	Amplitude <sup>103</sup>	Commentaire	Références
Matsushima Bay, Japan	1961	Adulte	Plus de 30°C les mois les plus chauds		50 à 70%	Étude longitudinale (essai sur le terrain) La mortalité a varié en fonction des familles d'huîtres, de l'origine et la date du placement	Imai, <i>et al.</i> , 1965
Rocky Bay, Washington USA	Été 1978	Adulte (naissain au printemps 1977)	21°C	5,1-47,3% (niveau supérieur) 7,4-85,5 (niveau inférieur)	Plus de 60%	Étude longitudinale (terrain et essai en laboratoire)	Beattie, <i>et al.</i> , 1980
Mud Bay, USA	Mai-décembre		Pic en août	23,6-85,4 % n=17			
Oakland Bay, USA	1978		Pic en septembre	11,6-94,6 % n=25		Étude longitudinale (terrain et essai en laboratoire)	Perdue, <i>et al.</i> , 1981
Rocky Bay, USA			Pic en octobre	21-84,8 % n=19			

<sup>101</sup> Naissain, juvénile ou adulte.

<sup>102</sup> Il s'agit du rapport entre le nombre d'individus morts sur une période et le nombre d'individus total qu'il y avait en début de période. Selon les références, les taux de mortalité et les mortalités cumulées sont utilisés indifféremment et la durée de la période n'est pas toujours précisée.

<sup>103</sup> Pourcentage de lots, sites ou bassins touchés.

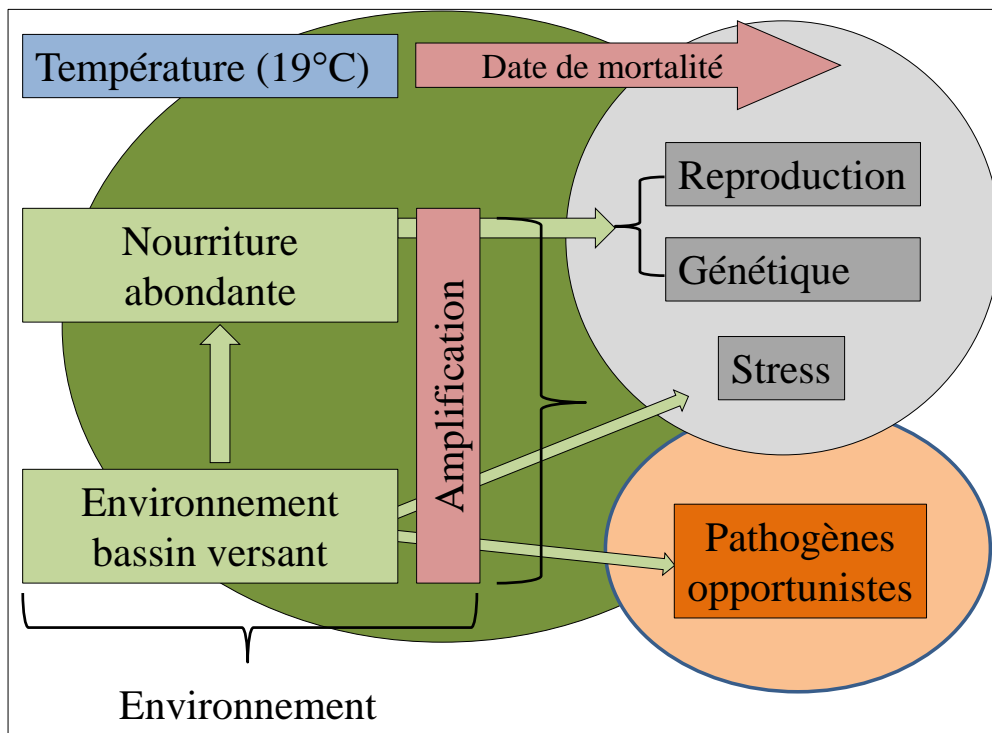
En 1982, une enquête réalisée auprès des ostréiculteurs arcachonnais a mis en évidence que les mortalités concernaient les huîtres âgées de 1 an et dans une moindre mesure celles de 2 ans ; les pertes concernaient globalement 20% du cheptel mais certains lots ont connus des mortalités supérieures à 60% alors même que des lots voisins étaient peu atteints (Maurer, *et al.*, 1986). Dans le Bassin Marennes-Oléron, Bodoy, *et al.* (1990) rapportent des taux de mortalité de l'ordre de 50% en moyenne voire 90% dans certaines zones où est pratiquée la culture à plat en 1988.

Si historiquement les taux de mortalités des huîtres sont élevés dans le Bassin Marennes-Oléron depuis 1984-1986, notamment en raison du fait que les stocks en élevage dépassent la capacité de l'écosystème comme cela a été démontré par Héral, *et al.* (1986), ces mortalités cependant étaient à l'époque de moins de 21% par an (Bodoy, 1986).

En Baie des Veys (Normandie), des taux de mortalité de 35% en 1997, de 51% en 1998 – dont 45% estivales – sont observés parmi les huîtres adultes (Fleury, *et al.*, 1999). Egalement, ont été observés entre 1995 et 1998 des taux de mortalité supérieurs à 30% dans le Bassin Marennes-Oléron (Gouletquer, *et al.*, 1998) principalement dans les élevages à plat (Soletchnik, *et al.*, 1999). En Baie des Veys à nouveau des taux de mortalités cumulés relativement élevés sont observés durant l'été 2000, pouvant aller jusqu'à 20% ; en 2001, ils furent encore plus élevés, pouvant ainsi atteindre 44% (Soletchnik, *et al.*, 2005).

Ce sont ces différents épisodes de mortalités estivales qui ont conduit à la mise en place du programme MOREST (MORtalités ESTivales d'huîtres) en 2001 – devenu en 2002 « Défi MOREST » – afin de déterminer les causes des mortalités « anormales » durant certains étés. Les mortalités estivales sont devenues une préoccupation majeure de la profession ostréicole française depuis les années 1995 (Samain, 2002). Ce programme qui s'est achevé en 2005 a déterminé quels facteurs étaient susceptibles de causer des « surmortalités ». Les travaux menés ont alors mis en évidence le fait que les mortalités estivales massives étaient la conséquence de l'interaction de plusieurs facteurs ce qui a permis d'établir un modèle d'interaction hiérarchisé (Samain, *et al.*, 2007b). La Figure 3-5 représente le modèle d'interaction hiérarchisé.

Figure 3-5 – Modèle d'interaction hiérarchisé



Source : Samain, *et al.*, 2007b

Une température de l'eau de 19°C semble être le seuil critique à partir duquel le risque de mortalité devient important. En effet, les mortalités apparaissent toujours très rapidement une fois que l'eau a atteint cette température (Moal, *et al.*, 2007). Si ce niveau de température n'est pas la valeur absolue de la température associée aux mortalités elle constitue cependant un seuil à partir duquel le risque s'accroît considérablement (Moal, *et al.*, 2007). Par contre, une fois déclenchées, les mortalités peuvent continuer à se développer alors même que la température devient inférieure à 19°C, et ce jusqu'à ce qu'elle atteigne 16°C (Samain, *et al.*, 2007b). Les faibles taux de mortalité en 2003 alors que les températures ont été plutôt élevées montrent que la température en elle-même n'explique pas les taux de mortalité. En fait, la température affecte tous les processus physiologiques (Moal, *et al.*, 2007) et c'est en cela qu'elle accroît le risque. Nous avons vu précédemment que la température était un élément important pouvant expliquer une grande part de l'intensité du captage de naissain d'huîtres creuses (Auby & Maurer, 2004). Elle influe donc sur la reproduction dont il a été montré que le stade et l'intensité pouvaient également expliquer des taux de mortalité importants. En effet, le risque est élevé si les huîtres sont à un stade proche de la ponte et d'autant plus qu'elles ont investi dans la reproduction (Samain, *et al.*, 2007b). De plus, comme le soulignent Samain, *et al.* (2007b), la vitesse de la gamétogenèse dépendra de la vitesse à laquelle l'eau se réchauffe au cours du printemps. Quant à l'intensité de la reproduction –

mesurée par le rapport entre le volume de la gonade et le volume de chair –, ces auteurs ont montré que lorsqu'elle dépassait 40%, le risque apparaissait. Egalement, cette intensité est dépendante de la quantité de nourriture ainsi que de l'âge de l'animal. Ainsi, elle augmente proportionnellement avec la quantité de nourriture disponible au printemps (Enriquez-Diaz, 2004) et avec l'âge des huîtres. Degrémont (2003) et Degrémont, *et al.* (2007; 2010) ont montré qu'il existait deux types d'huîtres dans les populations naturelles, des huîtres dites « sensibles » et des huîtres dites « résistantes » et qu'il y avait une hérédité de cette « différence ». Les huîtres « sensibles » ont tendance à investir davantage dans la reproduction que les « résistantes » et sont donc exposées à un risque de mortalité plus important.

S'il a été montré que tous ces éléments – température, intensité de la reproduction, etc. – contribuent à accroître les risques de mortalités, ils ne conduisent cependant pas nécessairement à des mortalités. Il est en effet nécessaire qu'il y ait un stress pour déclencher la mortalité, stress qui peut être de plusieurs natures selon (Samain, *et al.*, 2007b) : chimique, thermique, etc. Ces auteurs indiquent qu'il semble que des conditions de stress favorisent l'infection des huîtres par des pathogènes opportunistes. Nicolas, *et al.* (2007) ont mis en évidence la présence d'agents pathogènes infectant les huîtres durant les épisodes de mortalités estivales et notamment lorsque la température de l'eau s'élève.

Le programme Défi MOREST a donc permis de dégager les différents facteurs pouvant être à l'origine des mortalités estivales des huîtres creuses. En dehors de la génétique, tous les facteurs déclenchant les épisodes de mortalité sont liés au climat et à l'environnement et ne sont donc pas maîtrisables a priori (Samain, *et al.*, 2007b). Mais ces études permettent toutefois de pouvoir analyser le risque de mortalité pour chaque bassin conchylicole en fonction de ses caractéristiques et donc de mieux appréhender celui-ci.

Depuis 2008 les ostréiculteurs ont à faire face à une nouvelle contrainte, la surmortalité du naissain. En effet, des taux de 60 à 90% de mortalité des huîtres âgées de moins de un an sont observés dans tous les sites d'élevage en France mais également à l'étranger comme en Irlande, dans les îles anglo-normandes, au Portugal en 2009, au Royaume-Uni et en Nouvelle-Zélande en 2010 ou encore en Australie en 2011 (Cochennec-Laureau, *et al.*, 2011). Ces mortalités concernent aussi bien le naissain issu du captage naturel que celui issu des éclosures (Miossec, *et al.*, 2009). Selon les données de l'Observatoire

Conchylicole<sup>104</sup>, les taux de mortalité cumulés des juvéniles ont été de 37% dans le Bassin d’Arcachon en 2009, les taux au niveau national s’échelonnant de 25% en Baie de Morlaix à 61% en Baie de Bourgneuf. En 2010, ces taux se sont échelonnés de 44% en Baie de Morlaix à 81% en Baie du Mont Saint-Michel. Le Bassin d’Arcachon quant à lui affichait des taux de mortalité de 78%. Cette année là, seul l’étang de Thau en méditerranée a été épargné par les surmortalités avec un taux de mortalité des huîtres juvéniles de 13%. En août 2011, les taux de mortalité cumulés s’échelonnent de 39% en Baie de Morlaix à 75% sur l’île de Ré, le Bassin d’Arcachon affichant un taux de 69%. Les premiers résultats des recherches menées pour expliquer la survenance de ces mortalités chez les jeunes huîtres ont mis en évidence le rôle prépondérant de l’herpès virus OsHV-1 et notamment lorsqu’il est associé à des bactéries du genre *Vibrio splendidus*. Selon l’origine des juvéniles – éclosion, captage naturel – et selon leur proximité avec les sites d’élevage potentiellement infectés, certaines mortalités pourraient être évitées en ne permettant pas la diffusion des infections (Cochennec-Laureau, *et al.*, 2011).

La mortalité, qu’elle soit naturelle ou non intervient donc tout au long du cycle de production de l’huître creuse.

La section suivante s’intéresse à présent au cycle de production de l’huître creuse dans le Bassin d’Arcachon dans ses aspects techniques puis économiques.

## 2. Le cycle de production de l’huître creuse dans le Bassin d’Arcachon

Cette section va être consacrée à l’étude des aspects techniques de la production de l’huître creuse dans le Bassin d’Arcachon puis nous aborderons les aspects économiques.

### 2.1. *Aspects techniques de la production des huîtres creuses dans le Bassin d’Arcachon*

Il s’agit d’expliquer ici les différentes étapes nécessaires à l’obtention d’une huître creuse commercialisable.

L’obtention d’une huître creuse commercialisable à partir d’un naissain nécessite trois années dans le Bassin d’Arcachon, parfois davantage si les conditions environnementales

---

<sup>104</sup> [wwwz.ifremer.fr/observatoire\\_conchylicole](http://wwwz.ifremer.fr/observatoire_conchylicole)



notamment ne sont pas propices à une croissance normale des huîtres ou encore s'il est procédé à un affinage en claires. Dans le Bassin Marennes-Oléron, ce ne sont pas loin de quatre années qui sont nécessaires, ce Bassin étant spécialisé dans l'affinage en claires, pratique qui valorise le produit mais demandant d'importantes manipulations qui entraînent une hausse des besoins en main d'œuvre et donc des coûts de production. Quant au cycle de production des huîtres dans l'étang de Thau, ce dernier est souvent inférieur à trois ans à la faveur de conditions, notamment de température et de salinité, plus propices à la croissance des huîtres.

### 2.1.1. Le captage de naissain d'huître creuse

La première étape est la préparation et la mise en place des collecteurs qui vont servir de support sur lesquels les larves vont se fixer. Le collecteur qui est principalement utilisé est la tuile chaulée. La tuile chaulée est le résultat de nombreuses expérimentations de systèmes de captage. Il a fallu attendre, après les tentatives entre 1855 et 1865 de plusieurs scientifiques comme Coste qui expérimenta les planchers collecteurs en bois ou encore les coquilles (Deltreil, 2006), qu'en 1866, un maçon arcachonnais, Michelet, mette définitivement au point la composition de l'enduit hydraulique adéquat ; le problème était principalement de trouver un enduit friable résistant à l'eau (Labrid, 1969). Cet enduit est constitué de chaux et de sable. Le chaulage est généralement effectué aux mois d'avril et de mai, le temps devant être ensoleillé et très chaud pour la bonne réussite de cette opération.

#### Illustration 3-1 – Tuiles chaulées pour le captage de naissain d'huître



Photographie : Alain La Magueresse

La date de la mise en place des collecteurs doit être déterminée avec précisions. En effet, si les collecteurs sont placés 15 jours en avance, ils vont se recouvrir d'une pellicule de vase et la larve ne pourra pas s'y fixer (Labrid, 1969). La mise en place des tuiles devra donc être effectuée que peu de temps avant le captage afin que la surface des tuiles soit la plus lisse possible et qu'un plus grand nombre de larves puisse venir s'y fixer. La décision de mise en place des collecteurs varie d'une année à l'autre mais les ostréiculteurs peuvent être aidés dans leur décision grâce aux numérations larvaires effectuées par l'Ifremer.

**Illustration 3-2 – Collecteurs mis en place pour le captage**



*Photo : B. Ruiz SIBA, P. Ransinan*



*Source : [www.huitres-arcachon-capferret.com](http://www.huitres-arcachon-capferret.com)*



Au bout de huit mois, les huîtres auront atteint une taille de 3 à 4 cm et seules les plus résistantes seront encore en vie. Ce délai est toutefois raccourci les années où le naissain est rare afin de conserver le maximum de naissain. Elles seront alors détachées de leur support.

**Illustration 3-3 – Fixation des larves sur un support**



*Source : [www.huitres-arcachon-capferret.com](http://www.huitres-arcachon-capferret.com)*

Le détachement consiste à décrocher les jeunes huîtres des collecteurs à l'aide d'un couteau spécial. Ce travail, autrefois entièrement effectué à la main, est aujourd'hui de plus en plus mécanisé. Selon les données du Recensement National de la Conchyliculture, en 2001, plus de 68% des entreprises arcachonnaises pratiquant le captage du naissain d'huître creuse possèdent au moins une détacheuse.

**Illustration 3-4 – Détachement mécanisé des collecteurs**



*Source : [www.huitres-arcachon-capferret.com](http://www.huitres-arcachon-capferret.com)*

Une fois le détroquage effectué, il est procédé au criblage des huîtres. Le criblage consiste à trier les huîtres en fonction de leur taille. Cette étape est également fortement mécanisée avec plus de 72% des entreprises ostréicoles procédant au captage de naissain d'huîtres creuses dans le Bassin d'Arcachon qui possèdent au moins une cribleuse. Cet outil mécanique est constitué de grilles (ou tamis) superposés et vibrants, permettant un tri rapide et efficace des jeunes huîtres. Le type de tamis (ex T6 : tamis de maillage de 6 mm) sert de base aux transactions de naissain expliquant ainsi le fort taux d'équipement des entreprises girondines.

### 2.1.2. L'élevage

Après être passée au crible, les huîtres sont placées dans des poches dont les mailles font entre 2 et 4 mm afin d'être placées pendant environ un an dans des parcs spéciaux à l'abri des courants marins et des prédateurs. On appelle cette étape l'ensemencement. Les poches contiennent alors entre 2 et 4 000 individus et pèsent entre 2 et 3 kg. Une fois devenues plus robustes, les huîtres vont être déplacées dans des parcs situés à proximité des nombreux chenaux du Bassin.

A l'âge de 18 mois, il sera procédé à un premier dédoublement. Les huîtres seront placées dans des poches dont la maille est de 9 mm. Elles contiennent alors 200 à 300 individus et pèsent entre 4 et 5 kg. Le dédoublement permet aux huîtres d'avoir davantage d'espace dans les poches ostréicoles pour se développer. Les poches sont de même taille quelles que soient les huîtres qu'elles contiennent ; seul le maillage permet de les différencier.

Entre 18 et 30 mois, l'ostréiculteur va procéder au désatroquage des huîtres. Cette procédure consiste à séparer les huîtres collées les unes aux autres. Un second dédoublement aura lieu afin de placer les huîtres dans des poches dont les mailles sont de 14 mm. Ces poches contiendront alors environ 220 individus et pèseront de 12 à 15 kg.

Lorsque l'élevage a lieu en surélévation sur table, les poches sont tournées et retournées périodiquement afin entre autre de donner à l'huître une forme ronde et régulière.

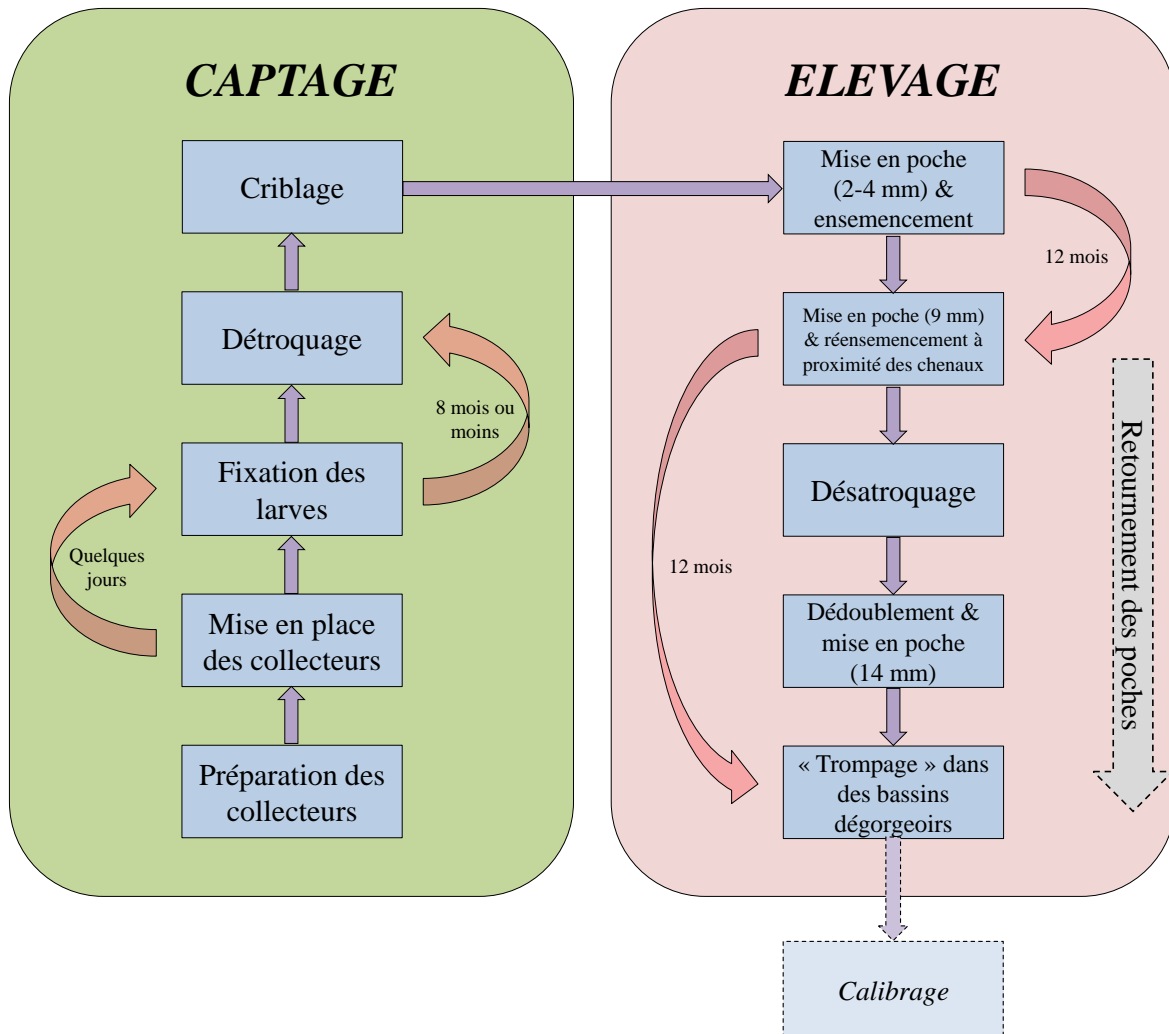
Une fois que les huîtres auront atteint la taille commerciale réglementaire qui est de 30 grammes<sup>105</sup>, elles seront placées dans des bassins dégorgeoir afin qu'elles se libèrent du sable et des algues. Cette procédure s'appelle le « trompage ». Cela permet également de les habituer à ne plus respecter le jeu des marées et à rester fermées lors de l'expédition.

---

<sup>105</sup> Cette taille minimale a été fixée par un arrêté du 17 février 1965 modifié par celui du 6 novembre 1975.

La Figure 3-6 résume de façon schématique les aspects techniques du cycle de production.

**Figure 3-6 – Représentation schématique du cycle de production des huîtres creuses dans le Bassin d’Arcachon**



Avant de pouvoir être expédiées, les huîtres doivent être calibrées c'est-à-dire triées par poids. Le Tableau 3-2 nous donne le poids des huîtres creuses correspondant à chaque calibre. Cette procédure également est de plus en plus mécanisée. En effet, les ostréiculteurs peuvent s'équiper de chaînes de tri avec calibrage ou encore de calibreuses. Dans le Bassin d'Arcachon, près de 40% des entreprises qui pratiquent le captage de naissain d'huître creuse est équipé d'au moins une chaîne de tri avec calibrage ou d'au moins une calibreuse.

**Tableau 3-2 – Classification des huîtres<sup>106</sup>**

Calibres	Masse unitaire en grammes
N°0	> 150 g.
N°1	De 111 à 150 g.
N°2	De 86 à 110 g.
N°3	De 66 à 85 g.
N°4	De 46 à 65 g.
N°5	De 30 à 45 g.
Longues <sup>107</sup>	≥ 30 g.

Nous allons à présent voir les aspects économiques de la production d’huîtres creuses dans le Bassin d’Arcachon.

## 2.2. *Aspects économiques de la production d’huîtres creuses dans le Bassin d’Arcachon*

Les aspects que nous allons aborder ici concernent les circuits de commercialisation, les différents prix de vente et les coûts de production. Auparavant, nous allons voir quelles sont les différentes catégories d’entreprises que l’on peut rencontrer sur le Bassin d’Arcachon.

### 2.2.1. Les différentes catégories d’entreprises

La spécificité des entreprises ostréicoles arcachonnaises est liée aux conditions du milieu. Comme nous l’avons déjà évoqué, le Bassin d’Arcachon est un milieu propice à la reproduction des huîtres creuses et permet ainsi aux entreprises d’avoir une activité supplémentaire, celle concernant la production et la vente de naissain d’huître creuse issu du captage naturel.

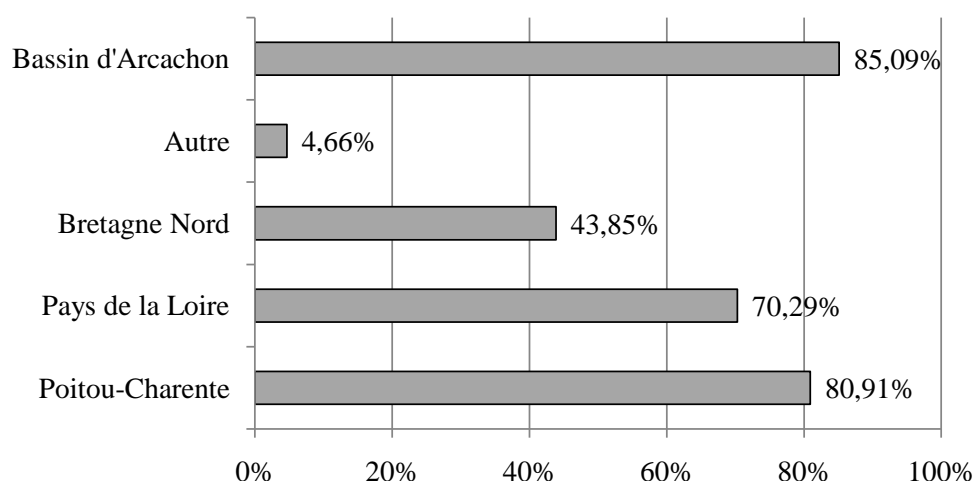
Il existe donc pour les entreprises ostréicoles arcachonnaises une diversité de métiers : le captage et la vente de naissain, la vente de demi-élevage et la vente d’adultes, avec ou sans marquage sanitaire. L’affinage n’est que très peu pratiqué.

<sup>106</sup> Cette classification est issue de l’accord interprofessionnel relatif à la dénomination et à la classification des huîtres creuses du 25 avril 2007, accord qui est valable pour une durée de trois ans.

<sup>107</sup> L’huître longue est une huître creuse malformée, d’épaisseur ou de largeur faible, dont l’indice de forme est supérieur à 3. Cet indice se calcule en rapportant la somme de la longueur et de l’épaisseur à la largeur. L’épaisseur et la largeur se mesurent à hauteur du muscle.

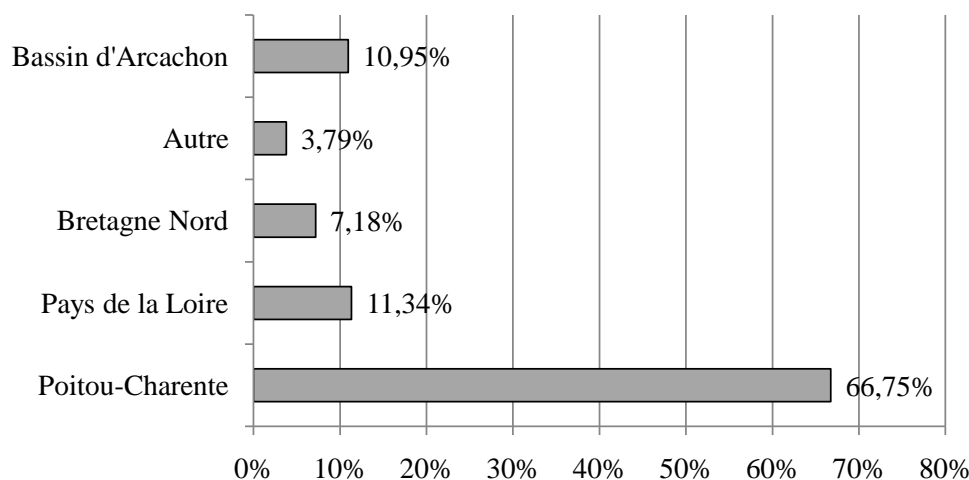
Le captage étant le point de départ de toute activité conchylicole, c'est une étape essentielle du processus productif dont toute perturbation peut remettre en cause l'ensemble de l'activité. Les entreprises ne pratiquant pas le captage mais se fournissant en naissain par achats sont moins exposées que les autres aux aléas du captage. Le captage naturel d'huître creuse concernait 85,1% des entreprises ostréicoles arcachonnaises recensées en 2002. Elles représentent en France environ 17,7% des entreprises conchylicoles pratiquant le captage naturel de naissain d'huître creuse. Au total, en France, le captage naturel de naissain d'huître creuse est pratiqué par environ 50% des entreprises conchylicoles. Si l'on regarde la part des entreprises de chaque bassin qui pratiquent le captage naturel de naissain d'huître creuse (Figure 3-7), on peut voir que c'est dans le Bassin d'Arcachon que ces dernières sont les plus nombreuses. Les entreprises des régions Poitou-Charentes et Pays de la Loire également sont très nombreuses à pratiquer le captage naturel de naissain d'huître creuse.

**Figure 3-7 – Part des entreprises conchylicoles de chaque bassin pratiquant le captage naturel de naissain d'huître creuse**



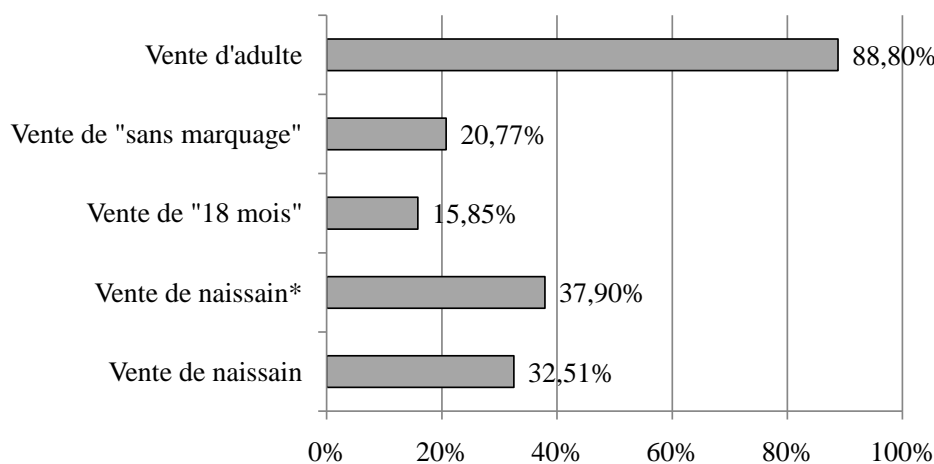
S'agissant de la production de naissain d'huître creuse, elle est assurée en France par les entreprises de Poitou-Charentes à près de 67% (Figure 3-8). Le Bassin d'Arcachon quant à lui assure près de 11% de la production française de naissain d'huître creuse.

**Figure 3-8 – Poids de chaque bassin dans la production totale de naissain d’huître creuse en 2000 en France**



Si l’on regarde à présent les différentes activités pratiquées sur le Bassin d’Arcachon, (Figure 3-9)<sup>108</sup>, on peut voir que la vente d’adulte est la plus pratiquée.

**Figure 3-9 – Part des entreprises arcachonnaises pratiquant au moins une des différentes activités de vente<sup>109</sup>**



*\*Part calculée sur le nombre d'entreprises pratiquant le captage naturel de naissain d'huître creuse*

On peut voir ici que la plupart des entreprises vendent des huîtres adultes (88,80%) alors que la vente de « 18 mois » est pratiquée par moins de 16%. Quant à la vente de naissain, elle concerne un peu plus de 32% de l’ensemble des entreprises et près de 38% des entreprises concernées par le captage naturel. Plus d’une entreprise sur cinq commercialise

<sup>108</sup> 3 entreprises n’ayant pratiqué aucune vente en 2001, les pourcentages d’entreprises sont calculés sur les 366 entreprises ayant pratiqué au moins un type de vente.

<sup>109</sup> Hors mention contraire, les données concernant les ventes et les circuits de commercialisation sont issues du Recensement National de la Conchyliculture.



des huîtres adultes sans marquage qui sont destinées à être finies hors de l'entreprise. Les activités les plus pratiquées sont donc la vente de naissain – confirmant ici la particularité du Bassin d'Arcachon par rapport aux autres bassins conchylicoles d'être un centre naisseur – et la vente d'adultes sous marquage sanitaire. Le Tableau 3-3 résume les différentes catégories d'entreprises selon les différentes activités pratiquées.

**Tableau 3-3 – Différenciation des entreprises ayant pratiqué au moins une activité selon les différentes activités pratiquées en 2001**

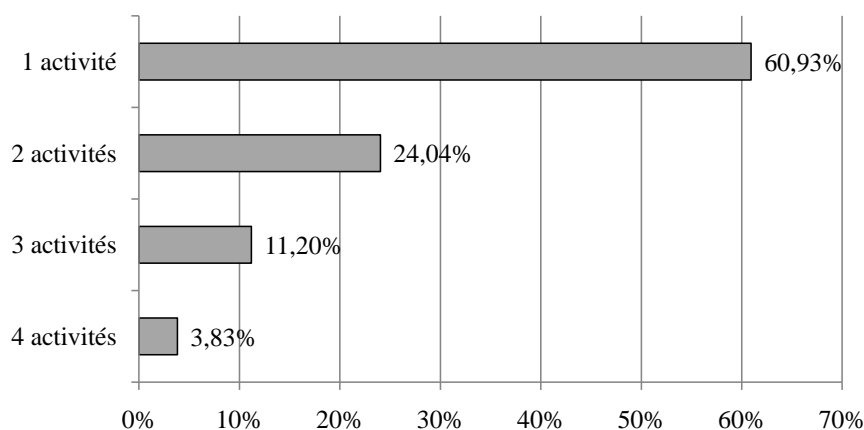
VN	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕						
VD	✕	✕	✕					✕	✕	✕			
VS	✕	✕		✕	✕			✕	✕		✕	✕	
VA	✕		✕	✕		✕		✕		✕	✕		✕
%	3,83 (4,46)	1,09 (1,27)	5,19 (6,05)	3,55 (4,14)	2,46 (2,87)	14,48 (16,88)	1,91 (2,23)	1,37	0,55	3,83	2,73	5,19	53,83

*Note :* Les cases contenant le symbole ✕ correspondent aux activités pratiquées pour chaque catégorie d'entreprises. VN correspond à la vente de naissain, VD à la vente de « 18 mois », VS la vente d'adultes sans marquage sanitaire et VA à la vente d'adultes sous marquage sanitaire.

Le pourcentage entre parenthèse est calculé en référence au nombre d'entreprises pratiquant le captage naturel de naissain d'huître creuse.

Ce Tableau 3-3 nous indique que majoritairement, les entreprises ne vendent que des huîtres adultes sous marquage sanitaire. En deuxième lieu, ce sont les entreprises qui vendent à la fois des adultes sous marquage sanitaire et du naissain qui sont les plus nombreuses. Peu d'entreprises cependant – en dehors de celles ne vendant que des huîtres sous marquage – ne pratiquent qu'une seule activité. Elles représentent environ 7% des entreprises pratiquant au moins une activité ce qui signifie que 39% des entreprises pratiquent au moins deux types d'activités (Figure 3-10).

**Figure 3-10 – Répartition des entreprises arcachonnaises selon le nombre d'activités pratiquées**

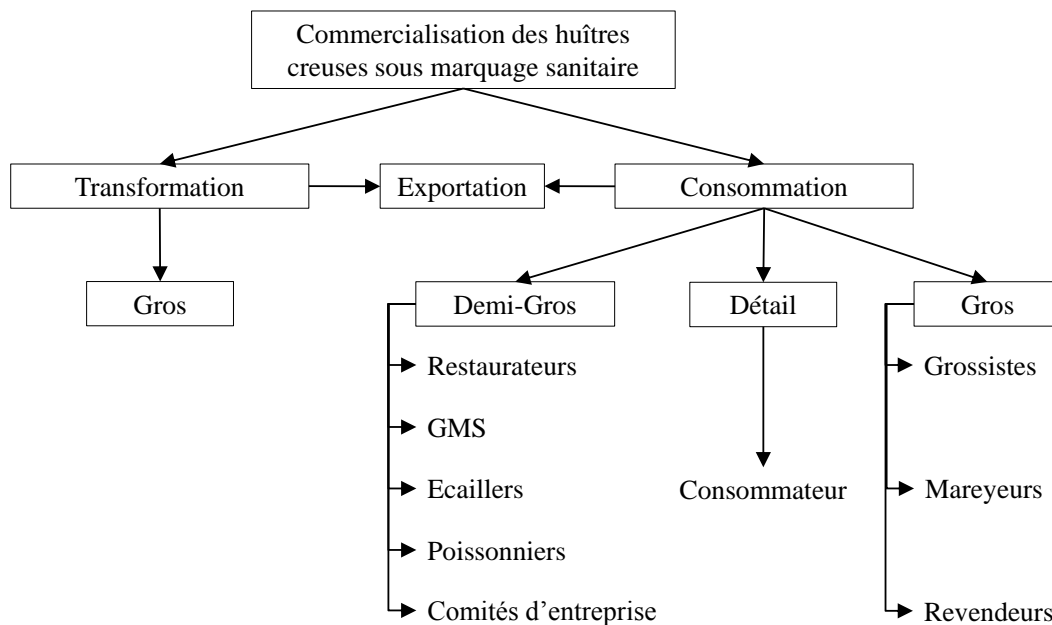


2.2.2. Les différents circuits de commercialisation et les prix pratiqués

La commercialisation du naissain, du « 18 mois » et des huîtres adultes sans marquage est réalisée entre professionnels. La vente de naissain concerne 37,9% des entreprises ostréicoles arcachonnaises pratiquant le captage naturel de naissain d’huître creuse ; la vente de « 18 mois » 15,72% des entreprises ostréicoles arcachonnaises tandis qu’elle en concerne 17,89% pour les huîtres adultes sans marquage.

Quant à la vente des huîtres sous marquage sanitaire, elle est destinée soit à la transformation, soit à la consommation. Elle concerne 76,15% des entreprises ostréicoles arcachonnaises. Elle est réalisée à travers différents circuits (Figure 3-11).

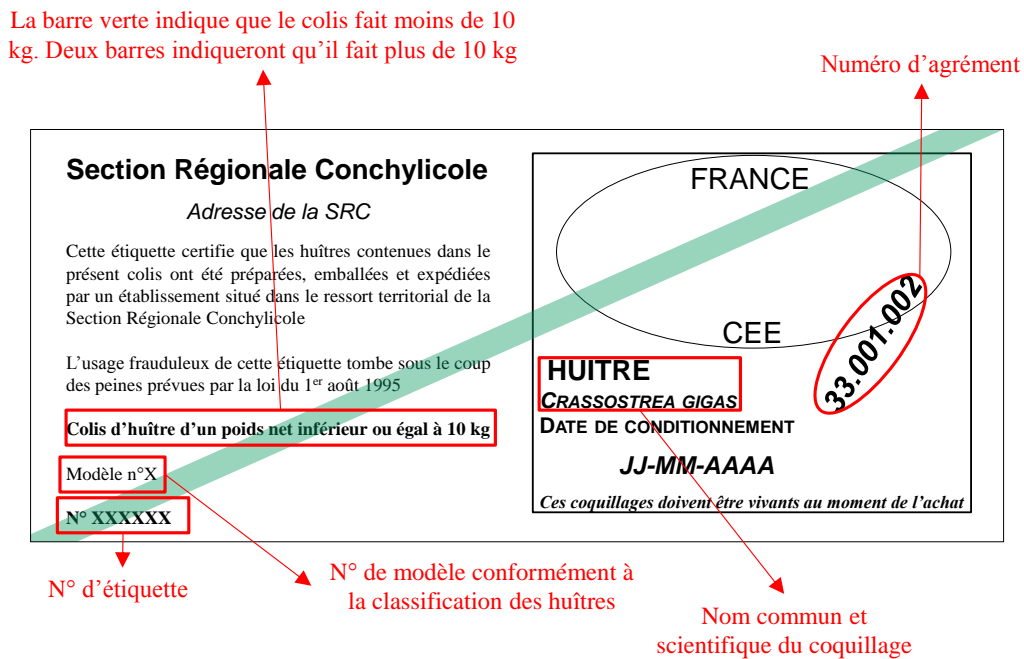
**Figure 3-11 – Les différents circuits de commercialisation des huîtres creuses sous marquage sanitaire**



Les conditions de vente d’huîtres sous marquage sanitaire sont énoncées par le décret du 28 avril 1994<sup>110</sup>. Ainsi, les huîtres adultes ne pourront être vendues sans marquage sanitaire du colis dès la sortie des cabanes. Ce marquage sanitaire consiste à apposer sur les colis une étiquette indétachable et non réutilisable devant porter différentes mentions (Figure 3-12).

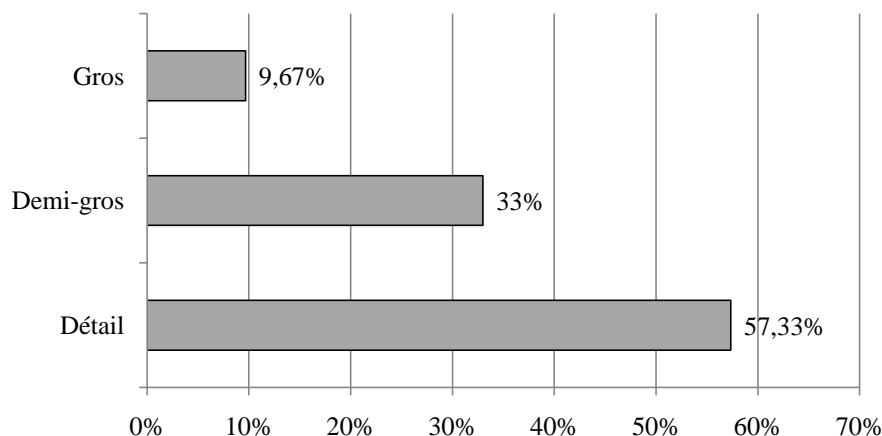
<sup>110</sup> Décret 94-340 du 28 avril 1994 relatif aux conditions de production et de mise sur le marché de coquillages vivants.

Figure 3-12 – Exemple d'étiquette sanitaire



Jusque dans les années 1970, la commercialisation des huîtres creuses était réalisée par des expéditeurs non producteurs et la vente s'effectuait principalement en gros (Deltreil, 2006). A présent, sur les 88% d'entreprises qui pratiquent la vente d'huîtres sous marquage sanitaire, seulement 1,5% ne vendent qu'à des grossistes. Les circuits de commercialisation se sont multipliés et les ostréiculteurs ont tendance à privilégier les circuits courts, sans intermédiaire (Figure 3-13).

Figure 3-13 – Ventilation des volumes de vente d'huîtres creuses sous marquage sanitaire en 2001 dans le Bassin d'Arcachon



On peut voir ici que la majorité des volumes sont vendus au détail et que la vente en gros ne représente que moins de 10%. La comparaison de cette ventilation avec celle de 1984

et celle de 1990 montre qu'il existe bien une évolution dans la commercialisation de la production d'huîtres creuses dans le Bassin d'Arcachon au détriment de la vente en gros et à la faveur de la vente au détail ou en demi-gros (Tableau 3-4).

**Tableau 3-4 – Evolution de la répartition des ventes**

	1984 <sup>111</sup>	1990 <sup>112</sup>	2001
<b>Détail</b>	45%	65%	57%
<b>Demi-gros</b>	25%	19%	33%
<b>Gros</b>	30%	16%	10%

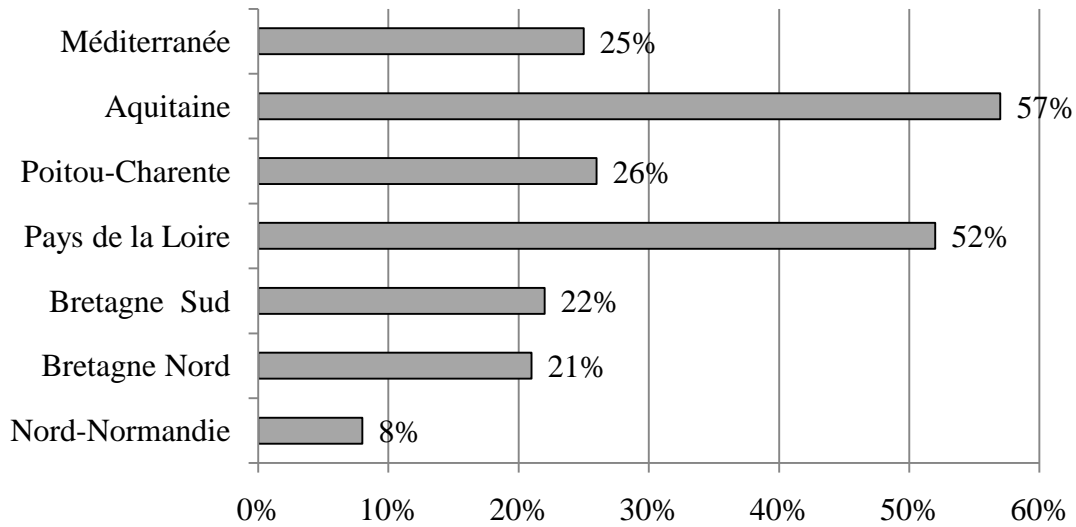
Cette évolution s'explique principalement par le décalage existant entre le prix de gros et le coût de revient (Deltreil, 2006). Ainsi en 2006 le coût de revient a été estimé à 3,59€ en moyenne par kilo d'huître creuse adulte sous marquage sanitaire (Nautil Mer et Gestion, 2007) alors que le prix de vente en gros la même année est de 2,30€/kg en moyenne (Gauthier & Malfait, 2007). Egalement, la comparaison des prix de vente en gros, demi-gros et au détail montre un décalage important. Ainsi entre 1980 et 1984, d'après les données recueillies par Madec (1985), en moyenne, le prix de vente en demi-gros et au détail est respectivement 1,6 fois et 1,85 fois supérieur à celui de la vente en gros. Ansart (1991) rapporte pour l'année 1990 un prix de vente au détail plus de deux fois supérieur à celui de la vente en gros. Ce décalage, même s'il n'est pas aussi important existe également actuellement. Ainsi en moyenne pour les années 2004 à 2006, selon les résultats de l'Observatoire Socio-économique et Technico-environnemental de la Filière Ostréicole sur le Bassin d'Arcachon, le prix moyen de vente en demi-gros et au détail est respectivement 1,43 fois et 1,87 fois supérieur à celui de la vente en gros.

La forte proportion de vente au détail des volumes produits est une particularité que le Bassin d'Arcachon partage avec les Pays de la Loire. En effet, pour ce dernier bassin, 52% des volumes de vente le sont directement au consommateur. La Figure 3-14 ci-après permet de comparer la part du volume d'huîtres commercialisé au détail selon les régions ostréicoles.

<sup>111</sup> D'après Madec (1985).

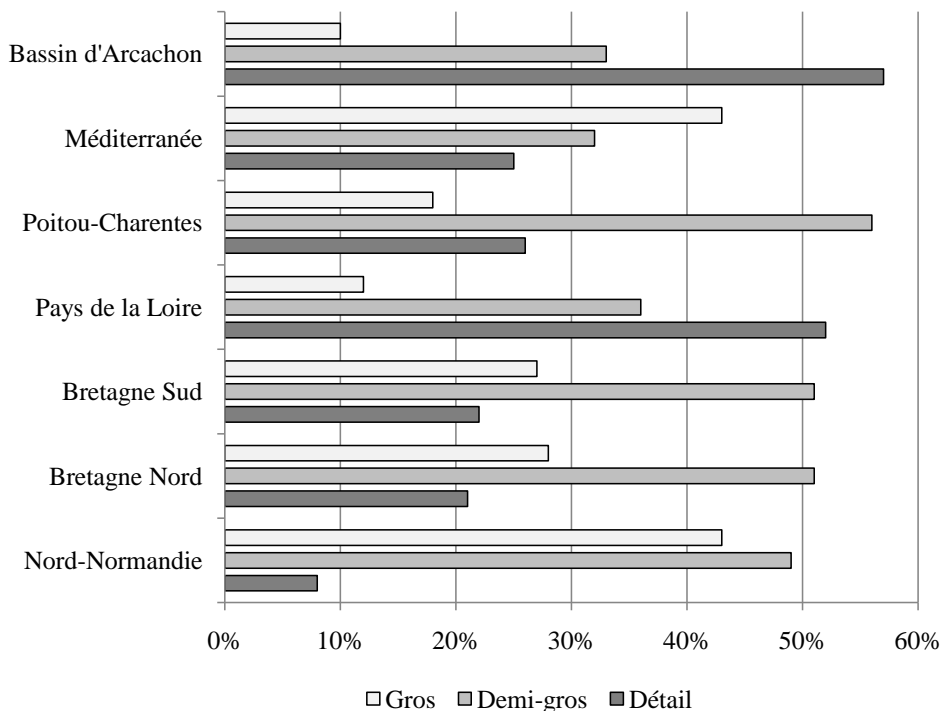
<sup>112</sup> D'après Ansart (1991).

**Figure 3-14 – Part des volumes d’huîtres produits en France vendue au détail selon les régions ostréicoles**



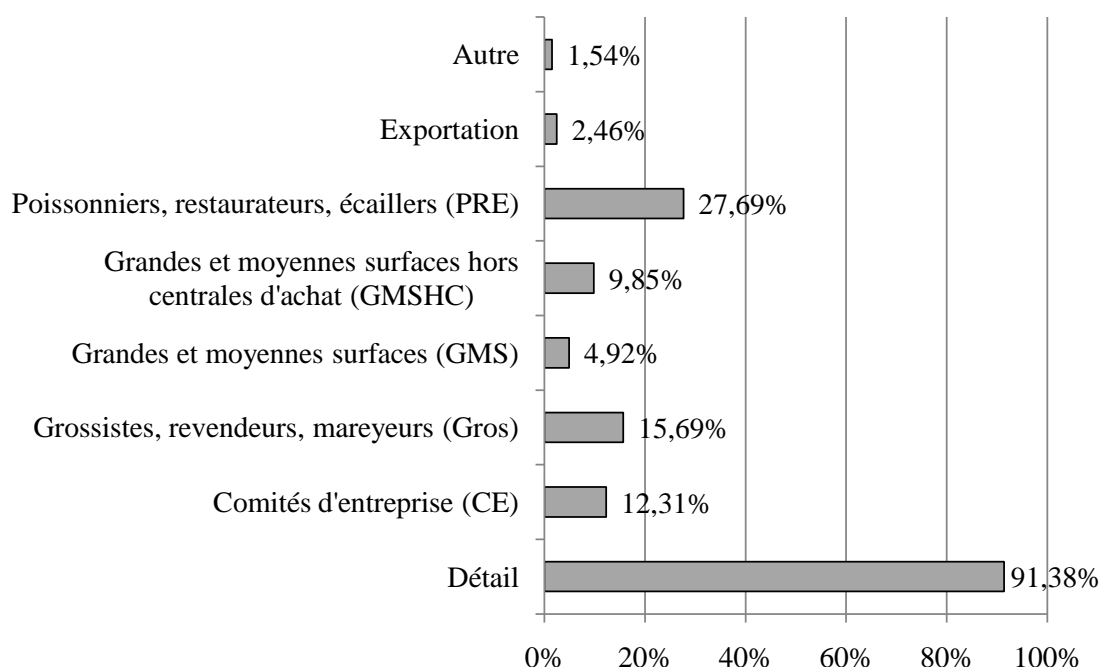
Les autres bassins conchylicoles privilégient principalement la vente en gros. Si l’on regarde en effet la répartition des ventes à la consommation par circuit de commercialisation, seule la région Poitou-Charentes ne privilégie pas la vente en gros par rapport à la vente au détail (Figure 3-15). Elle se tourne davantage vers la vente aux grandes et moyennes surfaces avec 35% des ventes à la consommation par ce biais.

**Figure 3-15 – Part des volumes d’huîtres produits en France vendue au détail, demi-gros et en gros selon les régions ostréicoles**



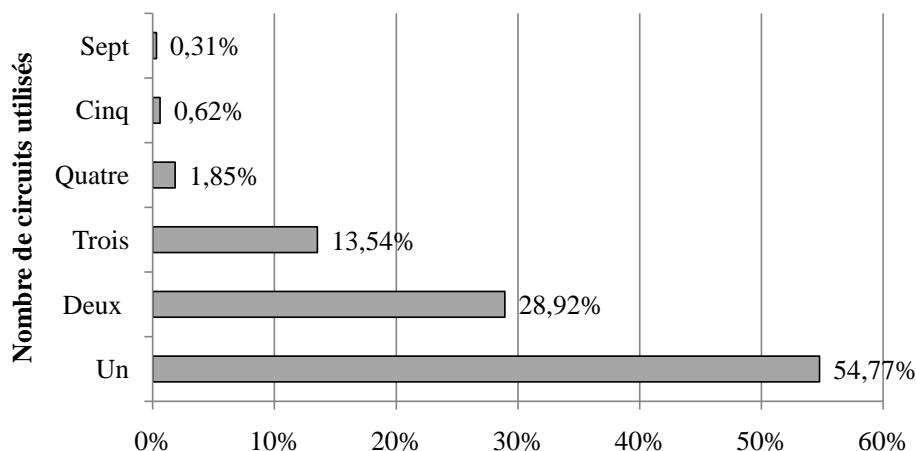
Comme nous l'avons vu précédemment, la vente d'huîtres adultes sous marquage sanitaire concerne 88% des entreprises. Si l'on regarde à présent l'utilisation des différents circuits de commercialisation par les entreprises (Figure 3-16) on peut voir que plus de 9 entreprises sur 10 utilisent la vente au détail des huîtres creuses sous marquage sanitaire. En second lieu, c'est la vente aux poissonniers, restaurateurs et écaillers avec plus de 27% des entreprises utilisant ce circuit de commercialisation. La raison principale de cette importance de la vente aux poissonniers, restaurateurs, écaillers tient au fait que le Bassin d'Arcachon, en plus d'être un bassin ostréicole est un lieu touristique réputé et disposant de nombreux restaurants. Enfin, c'est les ventes à l'exportation ou « autre » qui sont les moins utilisés.

**Figure 3-16 – Part des entreprises arcachonnaises utilisant chacun des circuits de commercialisation pour la vente de leurs huîtres creuses adultes**

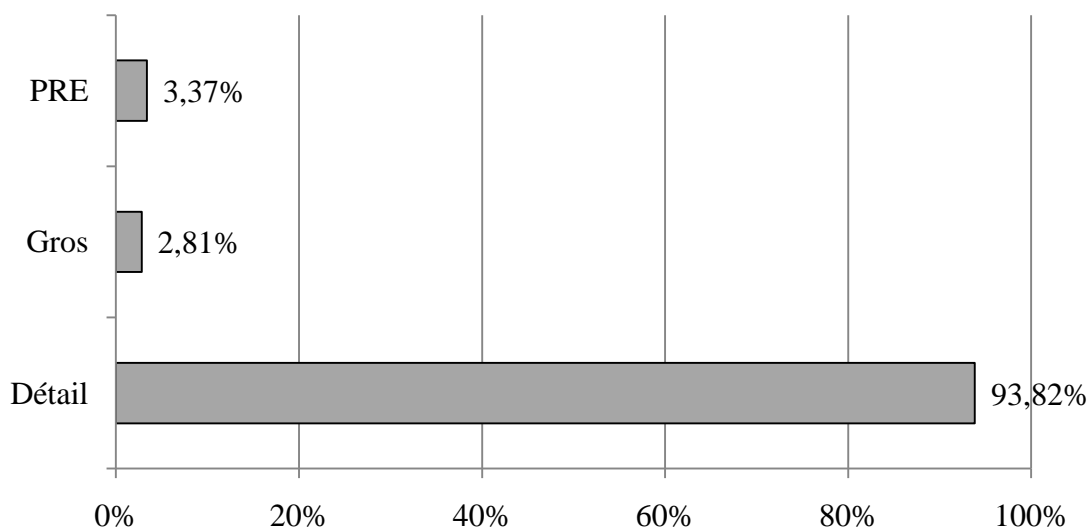


Certaines entreprises diversifient leurs débouchés (Figure 3-17) tandis que d'autres, ne vendent qu'au travers d'un seul circuit de commercialisation (Figure 3-18).

**Figure 3-17 – Répartition des entreprises selon le nombre de circuits utilisés pour la commercialisation des huîtres creuses**



**Figure 3-18 – Part des entreprises ne vendant qu’au travers d’un seul circuit de commercialisation par circuit concerné**



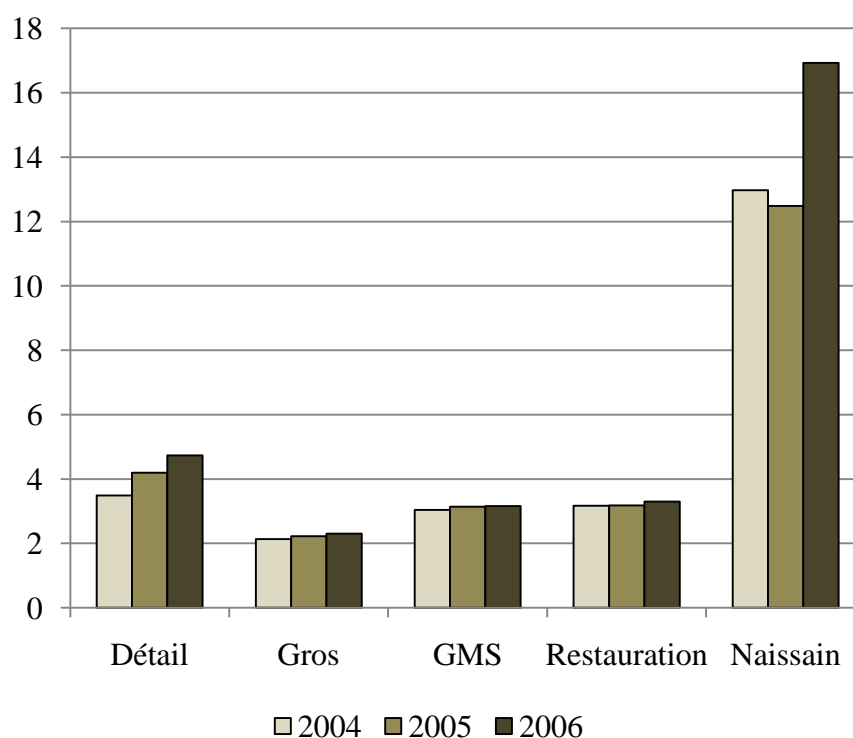
Les entreprises qui ne vendent leur production qu’au travers d’un seul circuit de commercialisation sont assez nombreuses, représentant au total 54,77% des entreprises qui vendent des huîtres adultes. Essentiellement, elles vendent au détail, le nombre de d’entreprises vendant uniquement en gros ou uniquement à des poissonniers, restaurateurs, écaillers étant faible. Un certain nombre d’entreprises tout de même vendent leur production au travers de jusqu’à 7 circuits de commercialisation.

### 2.2.3. Les prix de vente et les coûts de production

S'agissant à présent des prix pratiqués, ils sont différents selon le type de produit et selon les circuits de distribution en ce qui concerne la vente d'huîtres adultes sous marquage sanitaire.

La Figure 3-19 suivante présente l'évolution entre 2004 et 2006 des prix moyens de vente au kilo pour les huîtres marchandes et le naissain tels qu'ils ont été calculés par le Centre de Gestion CER-France dans le cadre de l'Observatoire Socio-économique et Technico-environnemental de la Filière Ostréicole sur le Bassin d'Arcachon <sup>113</sup>.

**Figure 3-19 – Prix moyen de vente des huîtres marchandes et du naissain entre 2004 et 2006 (€/kg)**



Le prix de vente au détail est le plus élevé. Son évolution est également plus importante – même si elle reste limitée – que pour les prix de vente du gros et du demi-gros. Concernant le naissain, on voit que les prix ont fortement augmentés en 2006 ; cela s'explique par une année de mauvais captage en 2005 avec un comptage d'en moyenne 58 naissains par tuile (Auby, *et al.*, 2011).

<sup>113</sup> Nous ne disposons pas d'informations précises quant aux prix de vente du 18 mois et des huîtres adultes sans marquage sanitaire.



Concernant les coûts de production, nous ne disposons que de très peu d'informations. Cependant, d'après les données Nautil Mer et Gestion (2007 ; 2008 ; 2009 ; 2010), on peut voir que les coûts correspondent principalement à la main d'œuvre, la mécanisation et les achats d'huîtres puisqu'ils représentent au total près de 73% en moyenne du coût moyen total de production. Les coûts moyens de production ont globalement augmentés entre 2006 et 2009 (Tableau 3-5) avec une progression de 14,17% alors que le prix de vente a baissé de 4,82% dans le même temps. Principalement, c'est le coût lié à la main d'œuvre qui explique cette hausse avec une progression de 41,53% des charges de main d'œuvre entre 2006 et 2009.

**Tableau 3-5 – Prix de vente et coûts de production moyens entre 2006 et 2009 d'après Nautil Mer et Gestion**

		2006	2007	2008	2009
<b>Prix de vente (€/tonne)</b>		<b>3 150</b>	<b>3 140</b>	<b>3 150</b>	<b>2 998</b>
<b>Coût de production (€/tonne)</b>		<b>2 942</b>	<b>3 150</b>	<b>2 954</b>	<b>3 359</b>
dont	Autres charges <sup>114</sup>	363 (12,34%)	464 (14,73%)	360 (15,71%)	448 (13,34%)
	Approvisionnements	140 (4,76%)	154 (4,89%)	177 (5,21%)	182 (5,42%)
	Bâtiments et concessions	125 (4,25%)	139 (4,41%)	191 (4,71%)	209 (6,22%)
	Mécanisation	775 (26,34%)	732 (23,24%)	767 (24,78%)	801 (23,85%)
	Frais financiers	55 (1,87%)	55 (1,75%)	57 (1,86%)	73 (2,17%)
	Achats d'huîtres	764 (25,97%)	713 (22,63%)	598 (24,14%)	627 (18,67%)
	Main d'œuvre	720 (24,47%)	720 (22,86%)	804 (24,37%)	1 019 (30,34%)

S'agissant du prix de vente moyen à la tonne plus précisément, s'il est resté stable globalement entre 2006 et 2008, il a diminué de 4,83% entre 2009 et 2008. Une des raisons de cette diminution est sans doute liée au fait que l'année 2006 ait été une très bonne année de

<sup>114</sup> Entre parenthèses figure les parts que représente chaque composante du coût dans le coût total.

captage avec 11 600 naissains par collecteur en moyenne (Auby, *et al.*, 2011) et donc que la quantité d'huîtres devenues adultes en 2009 ait été assez importante. L'augmentation des volumes proposés à la vente ont donc fait chuter les prix de vente.

L'étude du cycle de vie de l'huître creuse, aussi bien dans ses aspects reproduction que mortalité nous a permis de mettre en évidence la relation forte qui existait entre l'ostréiculture et le milieu naturel. Cette relation comporte deux aspects : un aspect positif car des conditions favorables de reproduction et de production permettent à l'ostréiculteur d'assurer la pérennité de son activité ; un aspect négatif car des conditions moins favorables se traduisent par des recrutements insuffisant et/ou des mortalités supérieures aux taux « normaux ». La conséquence se traduira dans tous les cas par des pertes économiques pour les ostréiculteurs voire une remise en cause de l'avenir de la profession. Il est possible cependant qu'une même dégradation des conditions de production ne se répercute pas de la même façon pour tous les ostréiculteurs puisque comme nous l'avons vu, il existe différentes catégories d'entreprises – vendant du naissain et/ou du « 18mois » et/ou des huîtres sans marquage sanitaire et/ou des huîtres adultes sous marquage sanitaire – qui ne vont donc pas être impactées de la même façon. Egalement, les entreprises vendant des huîtres sous marquage sanitaire peuvent subir les conséquences d'une dégradation des conditions de production de façon différente selon les circuits de commercialisation qu'elles privilégient et ce, en raison des différences de prix entre les circuits. C'est ce que nous allons étudier dans le chapitre suivant.



## **Chapitre 4 :**

# **Evaluation de la sensibilité des entreprises ostréicoles arcachonnaises à une modification des conditions environnementales de production**

---

Comme nous l'avons vu au chapitre précédent, le milieu naturel contraint toute l'activité ostréicole et plus particulièrement la reproduction des huîtres creuses. Les conditions de reproduction doivent être optimales afin que le captage soit satisfaisant et que les entreprises ostréicoles arcachonnaises, spécialisées dans cette activité, puissent non seulement fournir les autres bassins conchylicoles en naissain issu du captage naturel mais aussi puisse le mettre en élevage et ainsi procéder à la vente d'huîtres de « 18 mois » et/ou sans marquage sanitaire et/ou sous marquage sanitaire. Un mauvais recrutement une année a des répercussions sur les trois années suivantes. Si la faiblesse du captage naturel de naissain peut être compensée par l'achat de naissain issu d'écloserie, les charges liées à ces achats et/ou le manque à gagner lié à l'impossibilité de vendre du naissain pèse sur les entreprises concernées. Chaque entreprise, en fonction de ses spécialités, ne va donc pas subir de la même façon une année de mauvais captage mais également une année de captage pléthorique ; cela va dépendre notamment du type d'activité qu'elle pratique et des circuits de commercialisation qu'elle privilégie. Ainsi, les entreprises ostréicoles ne vont pas avoir la même sensibilité à un changement des conditions de production. C'est cette étude de la sensibilité des entreprises ostréicoles arcachonnaises à une modification des conditions environnementales de production que nous allons réaliser ici.

Pour étudier la sensibilité des entreprises, nous considérons uniquement l'impact d'un changement de température sur l'intensité du captage naturel du naissain d'huître creuse. Nous avons vu en effet que la température est l'un des principaux facteurs influençant cette intensité. Dans ce but, nous allons tout d'abord établir un scénario de référence à partir des résultats de Auby & Maurer (2004) et des données issues du Recensement National de la Conchyliculture (section 1). Nous simulerons ensuite les conséquences d'une variation de la température moyenne de l'eau durant la période de reproduction en termes de *production apparente*<sup>115</sup> afin de déterminer les degrés de sensibilité des entreprises en fonction de leurs

---

<sup>115</sup> La production apparente tiendra compte ici des ventes et achats de naissain, de « 18 mois », d'huîtres sans marquage sanitaire et d'huîtres sous marquage sanitaire. Elle sera exprimée ici en valeur et non en volume comme dans la première partie.

spécialités. Un modèle économétrique sera ensuite estimé afin de mettre en évidence les paramètres susceptibles d'expliquer ces différents degrés de sensibilité (section 2).

## 1. Construction d'un scénario de référence d'un cycle de production : du captage à la commercialisation

Le modèle que nous allons présenter ici a pour but d'estimer la production apparente en valeur des entreprises ostréicoles arcachonnaises à partir du captage naturel de naissain réalisé en 2000<sup>116</sup>.

Pour cela, nous considérons que le naissain est le facteur environnemental dans la fonction de production de naissain. On utilise alors une approche en terme de fonction de production pour évaluer l'impact d'une variation de la quantité de naissain captée sur la production. La particularité ici est que nous ne considérons pas uniquement le cycle de production du naissain mais le cycle de production de l'huître marchande. Nous mesurons donc l'impact d'une variabilité de la quantité de naissain captée sur la production d'huîtres marchandes.

Le modèle construit est ici un modèle simple où le point de départ est la quantité de naissain captée en 2000. Il reproduit ensuite la totalité du cycle de production à savoir les variations de stocks liées aux achats, aux ventes et aux mortalités à chacun des différents stade de croissance des animaux.

### 1.1. Construction du modèle (*scénario de référence*)

Nous allons dans un premier temps présenter la démarche de construction du modèle puis nous exposerons les hypothèses sous-jacentes.

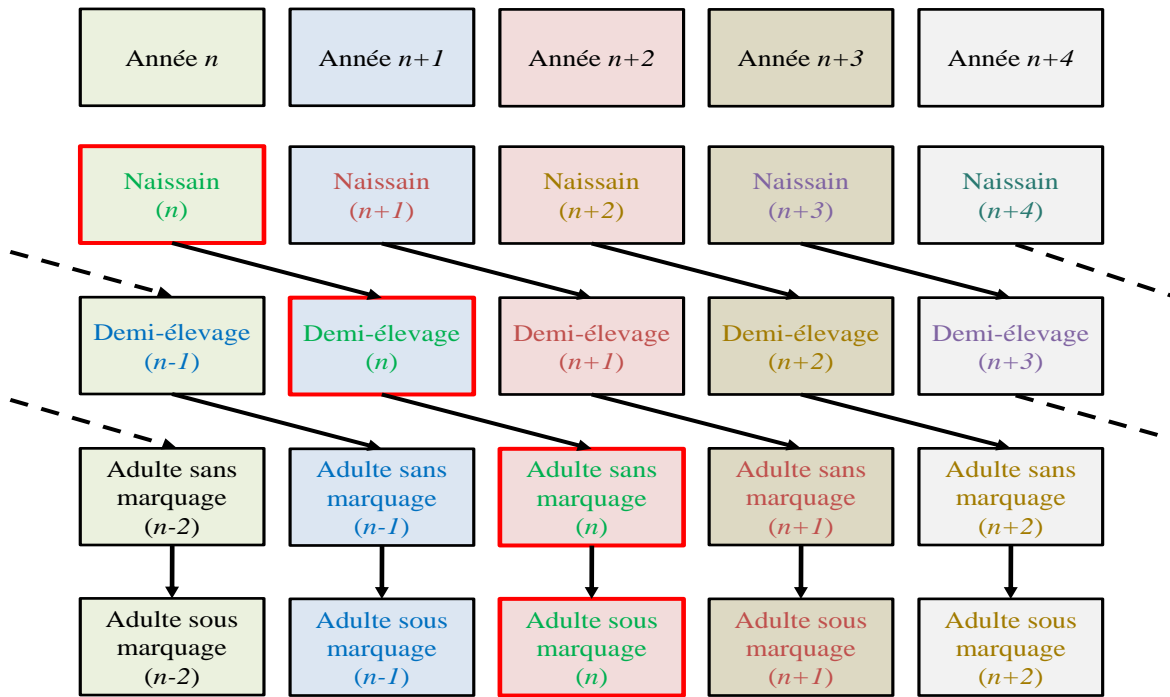
#### 1.1.1. Démarche de construction du modèle

Comme nous l'avons vu précédemment, le cycle de production de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon s'étend sur trois années à partir du captage. La Figure 4-1 suivante présente le cycle dynamique de production de l'huître creuse.

---

<sup>116</sup> Le choix de cette année s'explique uniquement par la disponibilité des données.

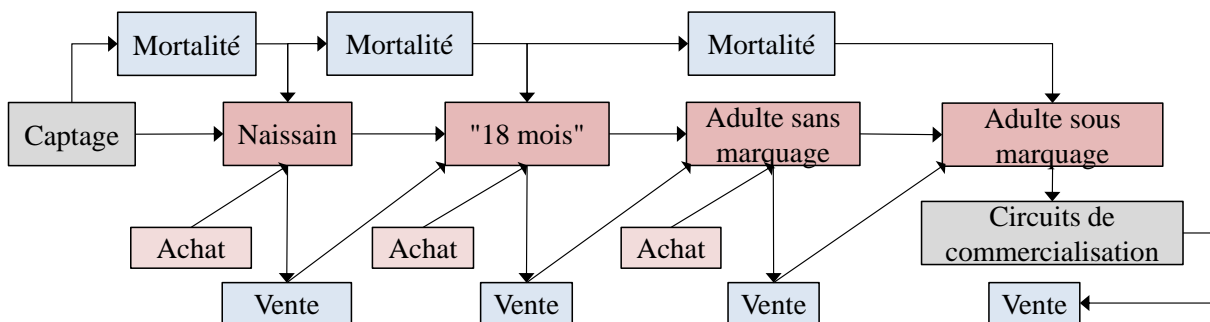
**Figure 4-1 – Cycle dynamique de production de l’huître creuse dans le Bassin d’Arcachon<sup>117</sup>**



Le but de notre modèle étant d’étudier les conséquences d’une variation de la température sur un cycle de production et non sur la production apparente sur une année, nous ne considérons que les populations d’huîtres issues du naissain à la période  $n$  (cadres rouges).

Nous construisons alors un modèle d’estimation de la production apparente des entreprises ostréicoles arcachonnaises à partir du naissain capté lors de la saison 2000 (Figure 4-3 dans sa version simplifiée et Figure 4-2 dans sa version complète).

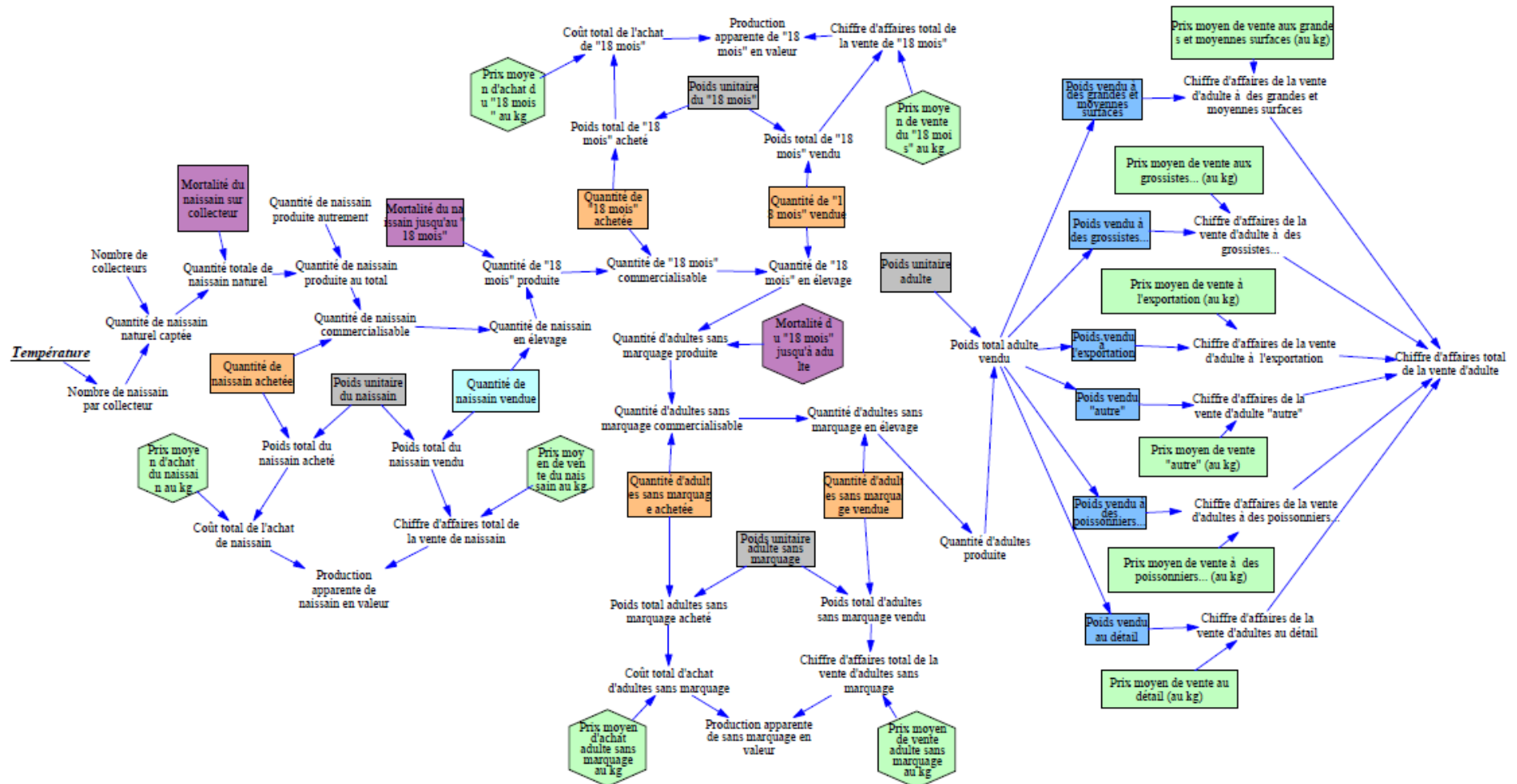
**Figure 4-2 – Schéma simplifié de la structure du modèle utilisé pour la détermination du scénario de référence**



Sur ce schéma, sont représentés en rose les achats d’animaux qui viennent accroître les quantités disponibles tandis qu’en bleu sont représentés les mortalités et les ventes qui diminuent les quantités disponibles.

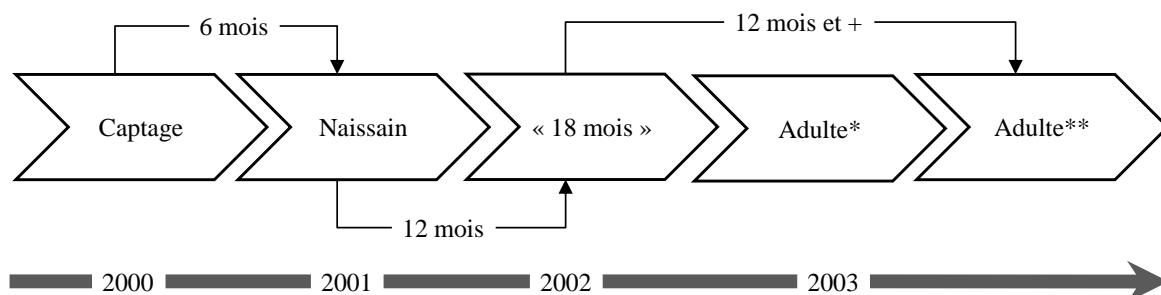
<sup>117</sup> Cette figure se lit comme suit. La quantité d’adultes présentes à l’année  $n+4$  est issue du captage de naissain à l’année  $n+2$ .

Figure 4-3 – Structure du modèle utilisé pour la détermination du scénario de référence



Le modèle dans sa totalité représente un cycle de trois années (Figure 4-4).

**Figure 4-4 – Schéma temporel du cycle de production de l’huître à partir du captage en 2000**



\* Adulte de 30 grammes \*\* Adulte de plus de 30 grammes

Ainsi, dans le Bassin d’Arcachon, à partir du captage réalisé en 2000, l’obtention d’une huître commercialisable pour la consommation ou la transformation aura lieu à partir de 2003 dans des conditions optimales de production.

Puisque nous voulons mettre en évidence les différences sensibilité selon les différentes activités qu’elles pratiquent, nous allons considérer les entreprises ostréicoles arcachonnaises qui font du captage de naissain d’huître creuse selon les différentes activités qu’elles pratiquent. Nous utiliserons donc les 13 catégories d’entreprises dégagées au chapitre précédent (Tableau 4-1)<sup>118</sup>. Les entreprises sont donc distinguées selon les quatre variables suivantes : la pratique de la vente de naissain (VN), la pratique de la vente d’huîtres de « 18 mois » (VD), la pratique de la vente d’huîtres adultes sans marquage sanitaire (VS) et la pratique de la vente d’huîtres adultes sous marquage sanitaire (VA).

**Tableau 4-1 – Différenciation des entreprises selon les différentes activités pratiquées**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
VN	✂	✂	✂	✂	✂	✂	✂						
VD	✂	✂	✂					✂	✂	✂			
VS	✂	✂		✂	✂			✂	✂		✂	✂	
VA	✂		✂	✂		✂		✂		✂	✂		✂
%	3,77	1,03	5,82	4,45	3,08	15,07	2,40	1,71	0,34	4,45	2,74	3,77	51,37

*Note :* Les cases contenant le symbole ✂ correspondent aux activités pratiquées pour chaque catégorie d’entreprises.

<sup>118</sup> Environ 80% des entreprises ostréicoles arcachonnaises sont considérées ici. En effet, la base de données initiale ne renseigne pas les quantités de naissain produites et notamment pour certaines en raison de taux de mortalité du naissain sur collecteur de 100%. Cela explique que les pourcentages de chaque catégorie d’entreprises du Tableau 4-1 ne correspondent pas à ceux du Tableau 3-4 du chapitre précédent.



### 1.1.2. Hypothèses du modèle

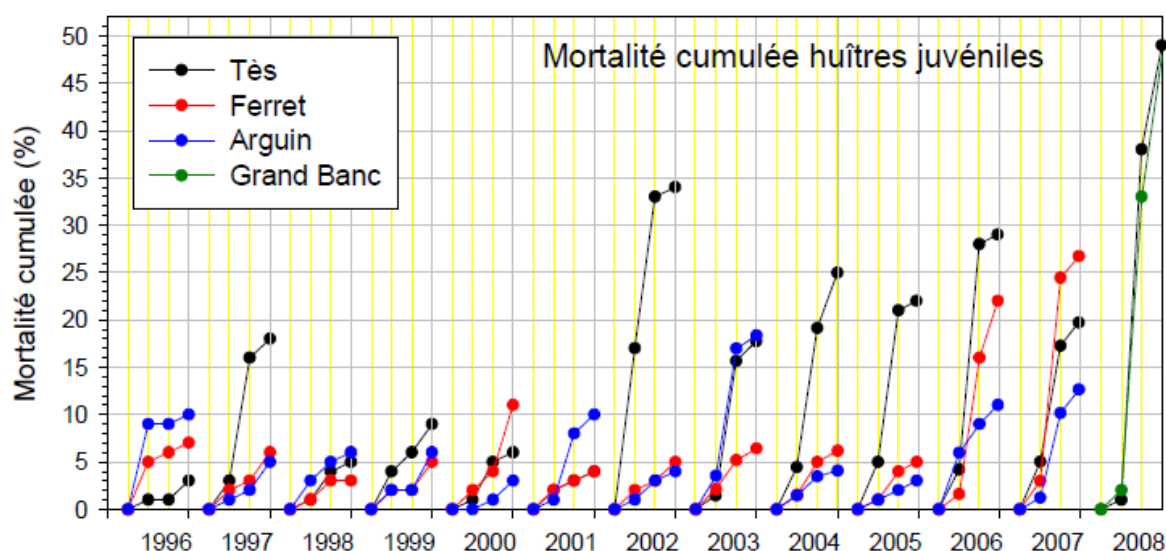
Pour établir le scénario de référence, il est nécessaire de poser un certain nombre d'hypothèses en raison principalement d'une indisponibilité de certaines données.

#### 1.1.2.1. Hypothèses sur les taux de mortalité

La première hypothèse concerne les taux de mortalité. Nous disposons des informations relatives au taux de mortalité du naissain sur collecteur en 2000 uniquement. Concernant ceux des huîtres entre le stade naissain et le stade « 18 mois » et en cours d'élevage, nous ne disposons que de ceux de 2001. Nous posons donc comme hypothèse que les taux de mortalités du « 18 mois » et en élevage sont identiques à ceux de 2001 pour les années 2002 et 2003.

Cette hypothèse, bien que restrictive, peut toutefois être justifiée par le niveau de ces taux de mortalités en 2001. En effet, ils sont en moyenne de 23% pour les huîtres de moins de 18 mois et de 11,6% pour les huîtres en cours d'élevage (du 18 mois jusqu'au stade adulte). Selon les informations issues de l'observation de différents lots en différents points du Bassin d'Arcachon dans le cadre du réseau REMORA, les taux de mortalités des juvéniles et des adultes<sup>119</sup> sont les suivants (Figure 4-5 et Figure 4-6).

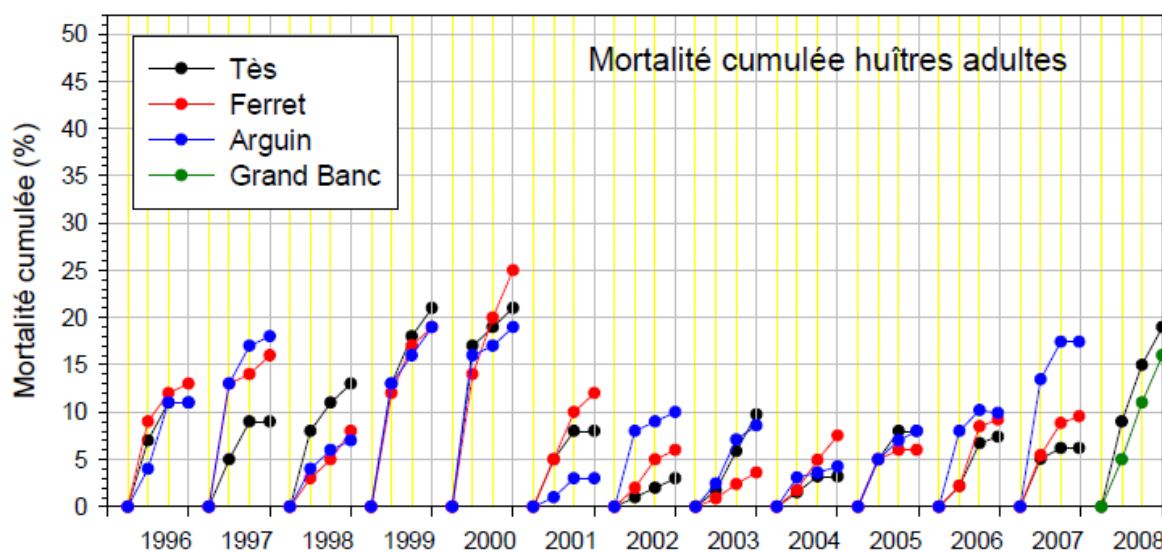
**Figure 4-5 – Taux de mortalités cumulés des juvéniles dans le Bassin d'Arcachon**



Source : REMORA, [www.ifremer.fr/delar/reseaux.htm#REMORA](http://www.ifremer.fr/delar/reseaux.htm#REMORA)

<sup>119</sup> Les lots de juvéniles et d'adultes étudiés par le réseau REMORA correspondent à des huîtres âgées respectivement de 1 et 2 ans (Fleury, *et al.*, 2005).

Figure 4-6 – Taux de mortalités cumulés des adultes dans le Bassin d’Arcachon



Source : REMORA, [www.ifremer.fr/delar/reseaux.htm#REMORA](http://www.ifremer.fr/delar/reseaux.htm#REMORA)

Concernant les juvéniles, on peut voir que les taux de mortalité en 2002 ne dépassent pas 5% sauf pour la station Tès dont les taux atteignent près de 35%. En moyenne ces taux ont été de 14,3%. Pour les adultes, les taux de mortalité en 2003 n’ont pas dépassé 10%. Ils ont été en moyenne de 7,3%. Nous aurions pu utiliser les taux indiqués ci-dessus mais cela serait revenu à considérer un taux de mortalité par stade de développement identique pour toutes les entreprises alors même qu’il peut exister des différences importantes comme nous le montre le Tableau 4-2.

Tableau 4-2 – Taux de mortalités par stade de développement déclarés en 2002 (en %)

	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Naissain sur collecteur (2000)	27,7	21,8	1	90
Du naissain jusqu’au demi-élevage (2001)	23	14,3	1	80
En cours d’élevage (2001)	11,6	10,6	1	70

#### 1.1.2.2. Hypothèses sur les achats et les ventes d’animaux

Concernant les achats et les ventes d’animaux, nous ne disposons des quantités de ces derniers uniquement pour l’année 2001.

Les achats sont effectués afin de compenser les pertes dues aussi bien à des années où l’intensité du captage a été faible ou pour compenser les pertes liées à la mortalité ou à la prédation. On considère que le but de l’entrepreneur est d’acheter un nombre d’animaux lui

permettant de disposer des mêmes volumes commercialisables quelle que soit la quantité de naissain captée et/ou captable.

D'après les données dont on dispose, seule la moitié du naissain capté peut potentiellement parvenir à l'âge adulte. Un évènement particulier augmentant les taux de mortalité par exemple doit être compensé par l'achat d'animaux. De plus, on fait l'hypothèse que l'entreprise n'a aucune contrainte s'agissant des achats, c'est-à-dire qu'elle n'a pas de contraintes de coûts et qu'il n'y a pas de restriction quant aux quantités disponibles à l'achat.

Nous posons comme hypothèse que chaque année, la quantité d'animaux commercialisable à chaque stade de développement est constante jusqu'à un seuil minimal quelle que soit l'année de production ou quel que soit le cycle de production. Autrement dit, l'ostréiculteur va chercher à disposer d'au moins une certaine quantité de naissain, d'huîtres de 18 mois, d'huîtres adultes sans marquage et d'huîtres adultes sous marquage sanitaire. Cela revient donc à considérer que les achats effectués en 2001 sont effectués pour atteindre les seuils minimaux. Le Tableau 4-3 suivant reprend les quantités d'animaux achetées en 2001 pour chaque stade de développement.

**Tableau 4-3 – Quantités d'animaux achetées en 2001 par stade de développement**

	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum	% entreprises concernées
Naissain (en milliers)	359	374	10	1 500	5,5
captage naturel	438	272	90	700	1,4
écloserie	286	247	10	800	3,4
« 18 mois » (en kg)	9 539	17 154	750	65 000	4,8
Sans marquage (en kg)	12 413	23 915	300	152 000	34,9

De la même façon, nous considèrerons que les quantités vendues selon les âges sont constantes et nous utiliserons les informations que nous avons pour l'année 2001 et faisons l'hypothèse que la totalité des huîtres adultes non vendues sans marquage sanitaire seront vendues sous marquage sanitaire. Le Tableau 4-4 suivant reprend les quantités d'animaux vendues en 2001 pour chaque stade de développement.

**Tableau 4-4 – Quantités d’animaux vendues en 2001 par stade de développement**

	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum	% entreprises concernées
Naissain (en milliers)	1 543	2 071	2	14 000	35,3
« 18 mois » (en kg)	5 874	8 882	50	480	17,1
Sans marquage (en kg)	12 826	14 620	685	79 000	20,9
Sous marquage (en kg)	28 860	31 959	1 000	300 000	89,4

### 1.1.2.3. Hypothèses liées à la commercialisation et aux prix

Concernant les circuits de commercialisation nous disposons de leur taux d’utilisation uniquement pour l’année 2001. Nous allons donc poser comme hypothèse pour notre modèle que chaque entreprise commercialise de la même façon ses huîtres creuses adultes sous marquage sanitaire quelle que soit l’année. Le Tableau 4-5 suivant reprend les taux d’utilisation des différents circuits de commercialisation des huîtres creuses adultes sous marquage sanitaire en 2001 pour les entreprises concernées par la vente de ce type d’huîtres et pratiquant le captage naturel de naissain d’huître creuse.

**Tableau 4-5 – Taux d’utilisation des différents circuits de commercialisation des huîtres creuses sous marquage sanitaire (%)**

	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum	Entreprises concernées
Détail	80	31,8	1	100	94,6
Grandes et moyennes surfaces <sup>120</sup>	53	29	2	95	14,2
Grossistes, revendeurs, mareyeurs	43	31	2	100	16,5
Exportation	20	15	1	40	2,7
Poissonniers, restaurateurs, écaillers	33	31	1	100	26,8
Autre	30	15	10	49	1,9

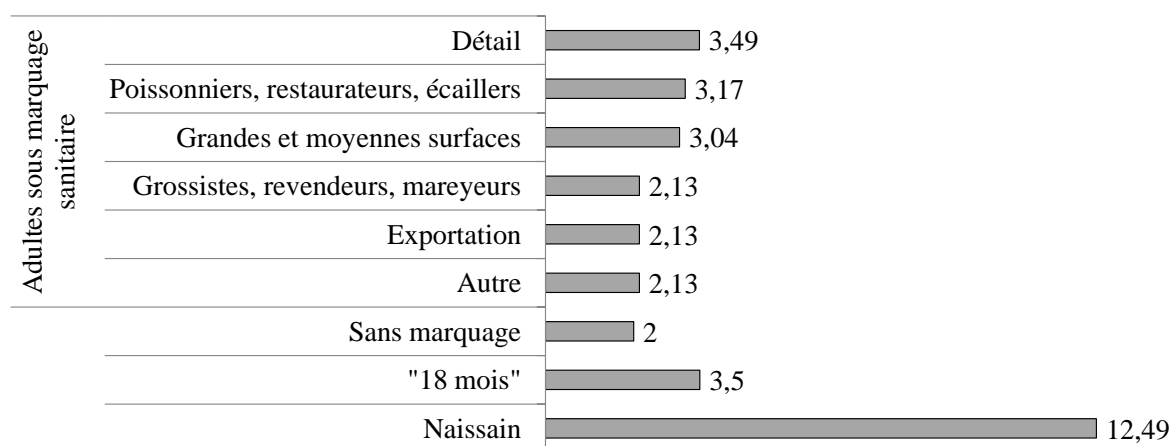
Comme nous l’avons mentionné au chapitre précédent, c’est la vente au détail qui concerne le plus d’entreprises et les volumes vendus par ce biais sont également les plus importants.

<sup>120</sup> Par l’intermédiaire ou non de centrales d’achat.

S'agissant à présent des prix de vente, que ce soit le naissain, le « 18 mois », les adultes sans marquage et les adultes sous marquage selon les circuits utilisés, nous ne disposons pas d'informations relatives aux années que nous étudions. Nous avons fait le choix de considérer les prix mentionnés par l'Observatoire Socio-économique et Technico-environnemental de la Filière Ostréicole sur le Bassin d'Arcachon et de conserver les valeurs moyennes les plus faibles des années 2004 à 2006. On peut supposer en effet qu'entre 2001 et 2006, les prix n'ont pas évolués de façon importante. En ce qui concerne les prix de vente du « 18 mois », et des huîtres adultes sans marquage, nous nous sommes appuyés sur les annonces de ventes ou d'achats des animaux à ces stades de développement publiées sur le site *ostrea.org*<sup>121</sup>. La Figure 4-7 suivante présente les prix utilisés dans notre modèle.

Comme nous l'avons signalé au chapitre précédent, les prix sont plus élevés quand les huîtres sont vendues au travers de circuits courts (au détail, aux poissonniers, aux GMS) que lorsqu'elles sont vendues à des intermédiaires (grossistes...).

**Figure 4-7 – Prix de vente retenus des huîtres par stade de développement et par circuit de commercialisation**



Source : Gauthier & Malfait, (2007), [www.ostrea.org](http://www.ostrea.org)

Une fois posées ces hypothèses, nous allons estimer les valeurs des différents paramètres nécessaires à la détermination de la situation de référence.

## 1.2. Détermination des paramètres du modèle

Il s'agit ici de déterminer les valeurs des paramètres pour lesquels nous ne disposons pas de données.

<sup>121</sup> <http://www.ostrea.org/>.

1.2.1. Température de l'eau en 2000.

Auby & Maurer (2004) ont mis en évidence que 43% de la variabilité de l'intensité du captage de naturel de naissain d'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon pouvait être expliquée par la température moyenne de l'eau durant la saison de reproduction. La relation entre la température de l'eau et l'intensité du captage est la suivante :

$$\ln \text{ captage} = -22,60 + 1,32 \times \text{Température} \quad (4.1)$$

En considérant la quantité de naissain issu du captage naturel produit en 2000 ( $n$ ), le nombre de collecteurs ( $c$ ) utilisés pour ce captage, la quantité de naissain mort sur collecteur ( $m$ ) et l'équation 4.1, on peut déterminer la température moyenne de l'eau en 2000 :

$$\text{Température} = \frac{\ln[(n - m)/c] + 22,60}{1,32} \quad (4.2)$$

Le Tableau 4-6 suivant nous donne la quantité moyenne de collecteurs utilisée pour chaque catégorie d'entreprises exprimée en équivalent-tuile<sup>122</sup>.

**Tableau 4-6 – Nombre moyen de collecteurs en équivalent-tuile utilisé en 2000 pour le captage naturel de naissain d'huître creuse**

CATEGORIE	NOMBRE MOYEN DE COLLECTEURS	CATEGORIE	NOMBRE MOYEN DE COLLECTEURS
Catégorie 1	41 308	Catégorie 8	5 633
Catégorie 2	24 222	Catégorie 9	20 000
Catégorie 3	33 896	Catégorie 10	29 112
Catégorie 4	29 915	Catégorie 11	3 294
Catégorie 5	19 222	Catégorie 12	4 189
Catégorie 6	24 193	Catégorie 13	9 067
Catégorie 7	67 762		

On voit bien ici que ce sont les entreprises de la catégorie 7, celles qui ne commercialisent que du naissain, qui utilisent en moyenne le plus de collecteurs pour le captage avec 67 762 collecteurs équivalent-tuile.

<sup>122</sup> Les entreprises n'utilisant pas un unique type de collecteurs, nous utilisons les correspondances suivantes d'après Gauthier & Malfait (2007) pour exprimer le nombre de collecteurs en équivalent-tuile :

1 coupelle = 1 lamelle = 1/3 tuile, 1 tube = 1/2 tuile, 1 pléno = 10 tuiles et 1 pochon = 4 tuiles

A partir de ces valeurs, des taux de mortalités du naissain sur collecteur, de la quantité de naissain produite et de l'équation (4.2) on peut alors déterminer la température moyenne de l'eau lors de la saison de reproduction en 2000 (Tableau 4-7).

**Tableau 4-7 – Température moyenne de l'eau (en °C) pour chaque catégorie d'entreprises**

CATEGORIE	TEMPERATURE (EN °C)	CATEGORIE	TEMPERATURE (EN °C)
<b>Catégorie 1</b>	20,56	<b>Catégorie 8</b>	20,77
<b>Catégorie 2</b>	20,71	<b>Catégorie 9</b>	21,13
<b>Catégorie 3</b>	20,74	<b>Catégorie 10</b>	20,21
<b>Catégorie 4</b>	20,73	<b>Catégorie 11</b>	21,05
<b>Catégorie 5</b>	20,80	<b>Catégorie 12</b>	20,69
<b>Catégorie 6</b>	20,65	<b>Catégorie 13</b>	20,58
<b>Catégorie 7</b>	20,51		

En moyenne, on a donc une température de 20,70°C. D'après Auby, *et al.* (2011), la quantité moyenne de naissain par collecteur en 2000 était de 323. A partir de l'équation (4.2), on obtient une température moyenne de 21,5°C. Par ailleurs, la température moyenne calculée à partir des données brutes du réseau ARCHYD s'élève à 19,59°C. La température moyenne que nous avons calculée semble donc ne pas être sur ou sous-estimée par rapport à celle qu'elle aurait pu être en réalité sachant que la quantité de naissain par collecteur est une moyenne sur l'ensemble du Bassin ne tenant donc pas compte des éventuelles différences de températures d'un site à un autre.

### 1.2.2. Seuils d'achats d'animaux

La détermination des quantités achetées n'est pas aisée car il faudrait, pour être extrêmement rigoureux, partir de l'observation de séries temporelles et corrélérer les volumes d'achats aux volumes de pertes ou aux volumes commercialisables si on connaît les volumes moyens produits chaque année. Les données dont nous disposons ne nous permettent pas cette rigueur mais n'empêchent tout de même pas d'approximer les volumes achetés.

A partir des quantités connues de naissain produites et achetées, on calcule la quantité de naissain commercialisable. Cette dernière correspond à un premier seuil. La quantité commercialisable de « 18 mois » est ensuite calculée à partir de la quantité de naissain mis en

élevage dont on retranche les ventes ; cela nous permet d’obtenir la quantité de « 18 mois » produite. En y enlevant la mortalité et en ajoutant les achats, on obtient la quantité de « 18 mois » commercialisable qui correspond alors à un deuxième seuil. On procède de la même façon pour obtenir le seuil d’huîtres sans marquage commercialisable.

Les achats correspondront donc à la différence entre les quantités produites et les quantités « seuil » commercialisables. Si les quantités produites sont supérieures aux quantités comemrcialisables, les achats seront nuls. Le Tableau 4-8 nous donne les différents seuils selon les différentes catégories d’entreprises.

**Tableau 4-8 – Seuils d’animaux commercialisables selon les différentes catégories d’entreprises (en milliers)**

	NAISSAIN	18 MOIS	ADULTES
CATEGORIE 1	2 446	929	738
CATEGORIE 2	1 754	310	102
CATEGORIE 3	2 845	977	1 057
CATEGORIE 4	2 468	748	728
CATEGORIE 5	1 825	213	188
CATEGORIE 6	1 935	483	853
CATEGORIE 7	3 167	<i>nc</i>	<i>nc</i>
CATEGORIE 8	726	578	447
CATEGORIE 9	3 564	3 208	2 611
CATEGORIE 10	1 172	828	530
CATEGORIE 11	366	272	252
CATEGORIE 12	384	333	309
CATEGORIE 13	659	540	568

On peut voir ici qu’il existe un lien entre les seuils des quantités d’animaux commercialisables et les activités pratiquées par les entreprises. Ainsi, les entreprises qui vendent du naissain – entreprises des catégories 1 à 7) – ont des seuils bien plus élevés que celles n’en commercialisant pas et parmi celles qui en vendent, les entreprises qui commercialisent également des adultes sous marquage sanitaire ont des seuils de naissain plus élevés (entreprises des catégories 1, 3, 4 et 6). Quant à la catégorie 7, on voit bien ici la particularité des entreprises qui la composent qui ne vendent que du naissain et qui donc ont des exigences de seuils de naissain bien plus élevés la majorité des catégories d’entreprises.

Le Tableau 4-9 suivant regroupe l’ensemble des paramètres du modèle.



## PARTIE 2

Tableau 4-9 – Paramètres du modèle selon les différentes catégories d'entreprises

		CAT 1	CAT 2	CAT 3	CAT 4	CAT 5	CAT 6	CAT 7	CAT 8	CAT 9	CAT 10	CAT 11	CAT 12	CAT 13
MORTALITES	Mortalité du naissain (%)	38,18	36,67	30,06	29,69	26,11	23,93	41,43	16,20	10,00	32,08	37,63	17,36	27,25
	Mortalité jusqu'au 18 mois (%)	21,82	28,33	26,00	19,31	22,22	20,41	9,43	20,40	10,00	29,54	25,63	19,55	21,77
	Mortalité en élevage (%)	9,27	8,33	13,35	11,23	11,89	14,09	<i>nc</i>	14,40	10,00	14,46	12,88	7,36	10,83
SEULS	Naissain (milliers)	2 446	1 754	2 845	2 468	1 825	1 935	3 167	726	3 564	1 172	366	384	659
	« 18 mois » (milliers)	929	310	977	748	213	483	<i>nc</i>	578	3 208	828	272	333	540
	Sans marquage (milliers)	738	102	1 057	728	188	853	<i>nc</i>	447	2 611	530	252	309	568
VENTE	Vente de naissain (%)	51,41	75,36	53,60	63,07	85,49	69,14	100	0	0	0	0	0	0
	Vente de 18 mois (%)	17,23	63,95	15,75	0	0	0	<i>nc</i>	23,47	9,56	38,22	0	0	0
	Vente de sans marquage (%)	81,38	100	0	60,15	100	0	<i>nc</i>	17,20	100	0	55,17	100	0
COMMERCIALISATION	Détail (%)	41,82	<i>nc</i>	60,12	68,54	<i>nc</i>	76,52	<i>nc</i>	60,20	<i>nc</i>	67,54	71,50	<i>nc</i>	81,27
	PRE (%)	17,27	<i>nc</i>	6,59	3,85	<i>nc</i>	7,41	<i>nc</i>	25,40	<i>nc</i>	8,69	3,50	<i>nc</i>	9,13
	Gros (%)	18,55	<i>nc</i>	15,29	14,15	<i>nc</i>	8,00	<i>nc</i>	12,40	<i>nc</i>	15,31	15,00	<i>nc</i>	3,17
	GMS (%)	14,18	<i>nc</i>	16,82	11,92	<i>nc</i>	7,84	<i>nc</i>	0	<i>nc</i>	5,38	10,00	<i>nc</i>	5,76
	Export (%)	3,73	<i>nc</i>	1,18	0	<i>nc</i>	0,23	<i>nc</i>	0	<i>nc</i>	0,77	0	<i>nc</i>	0,40
	Autre (%)	4,45	<i>nc</i>	0	1,54	<i>nc</i>	0	<i>nc</i>	2,00	<i>nc</i>	2,31	0	<i>nc</i>	0,27
	Température (°C)	20,56	20,71	20,74	20,73	20,80	20,65	20,51	20,77	21,13	20,21	21,05	20,69	20,58
	Nombre moyen de collecteurs	41 308	24 222	33 896	29 915	19 222	24 193	67 762	5 633	20 000	29 112	3 294	4 189	9 067

*Note* : Les ventes sont en % du total commercialisable pour chacun des différents stades de développement et le nombre moyen de collecteurs est exprimé en équivalents-tuile.

## 2. Mise en évidence de la sensibilité des entreprises à une variation de la température et détermination des facteurs expliquant cette sensibilité

La démarche consiste ici à calculer dans un premier temps pour chaque catégorie d'entreprises le montant de la production apparente en valeur pour chaque stade de développement des animaux et le montant de la production apparente en valeur totale. Nous faisons ensuite varier la température – de  $-2^{\circ}\text{C}$  à  $+2^{\circ}\text{C}$  par rapport à la température de 2000 – et comparons les niveaux de production apparente en valeur pour chaque catégorie par rapport à celui de 2000. La comparaison des différentes catégories d'entreprises nous permet d'établir une hiérarchie de sensibilité à une modification de la température. Nous verrons ensuite, à l'aide d'une modélisation économétrique, quelles paramètres influencent cette sensibilité.

### 2.1. *Simulation de la situation en 2000 et des conséquences d'une variation de la température*

#### 2.1.1. Résultats selon les catégories d'entreprises à partir des conditions de 2000

Le Tableau 4-10 suivant présente les résultats tels que l'on suppose qu'ils aient été en 2000 dans les conditions de température de cette année-là et exprimés en unités ou en euros par collecteur.

L'année 2000 est une année très moyenne en terme de captage de naissain d'huître creuse (Auby & Maurer, 2004). En effet, en 1999 et en 2001, le nombre moyen de naissain par tuile était respectivement 17 et 10 fois plus élevé (Auby, *et al.*, 2011). On peut donc considéré que les résultats estimés ci-dessous sont inférieurs à ce qu'ils sont d'habitude, dans des conditions optimales de production.

## PARTIE 2

Tableau 4-10 – Résultats des entreprises selon les conditions de captage de l'année 2000

	CAT 1	CAT 2	CAT 3	CAT 4	CAT 5	CAT 6	CAT 7	CAT 8	CAT 9	CAT 10	CAT 11	CAT 12	CAT 13	
<b>Température (°C)</b>	20,56	20,71	20,74	20,73	20,80	20,65	20,51	20,77	21,13	20,21	21,05	20,69	20,58	
<b>NAISSAIN</b>	<b>Production</b>	57,89	72,42	83,32	82,50	94,96	79,97	46,73	104,06	178,20	40,25	111,09	91,67	69,56
	<b>Achat</b>	1,32	0	0,62	0	0	0	0	24,85	0	0	0	0	3,01
	<b>Vente</b>	30,44	54,58	45	52,03	81,19	55,29	46,73	0	0	0	0	0	0
	<b>CA (€)</b>	3,04		4,50					0	0	0	0	0	0
	<b>PA (€)</b>	2,91	5,45	4,43	5,20	8,11	5,52	4,67	-2,48	0	0	0	0	-0,30
<b>« 18 MOIS »</b>	<b>Production</b>	22,49	12,79	28,82	24,58	10,71	19,64	0	102,61	160,38	28,36	82,62	73,76	56,88
	<b>Achat</b>	0	0	0	0,43	0,39	0,31	0	0	0	0,07	0	5,79	2,64
	<b>Vente</b>	3,87	8,19	4,54	0	0	0	0	24,08	15,33	10,86	0	0	0
	<b>CA (€)</b>				0	0	0	0			1,14	0	0	0
	<b>PA (€)</b>	0,41	0,86	0,48	-0,04	-0,04	-0,03	0	2,53	1,61	1,13	0	-0,61	-0,28
<b>SANS MARQUAGE</b>	<b>Production</b>	16,89	4,23	21,04	22,20	9,78	17,14	0	67,22	130,54	15,02	71,99	73,69	53,08
	<b>Achat</b>	0,98	0	10,14	2,13	0	18,13	0	12,17	0	3,19	4,66	0	9,56
	<b>Vente</b>	14,55	4,23	0	14,63	9,78	0	0	13,65	130,54	0	42,29	73,69	0
	<b>CA (€)</b>	1,31		0	1,32		0	0	1,23		0	3,81		0
	<b>PA (€)</b>	1,22	0,38	-0,91	1,13	0,88	-1,63	0	0,13	11,75	-0,29	3,39	6,63	-0,86
<b>ADULTE</b>	<b>Production</b>	3,33	0	31,18	9,70	0	35,27	0	65,74	0	18,21	34,36	0	62,63
	<b>CA=PA (€)</b>	0,65	0	6,42	2,02	0	7,61	0	13,73	0	3,77	7,21	0	16,06
<b>CA total (€)</b>	5,41		11,39	8,54	8,99	13,13		17,49		4,91	11,02	6,63	16,06	
<b>PA totale (€)</b>	5,19	6,69	10,42	8,30	8,95	11,47	4,67	13,91	13,36	4,62	10,60	6,02	14,62	

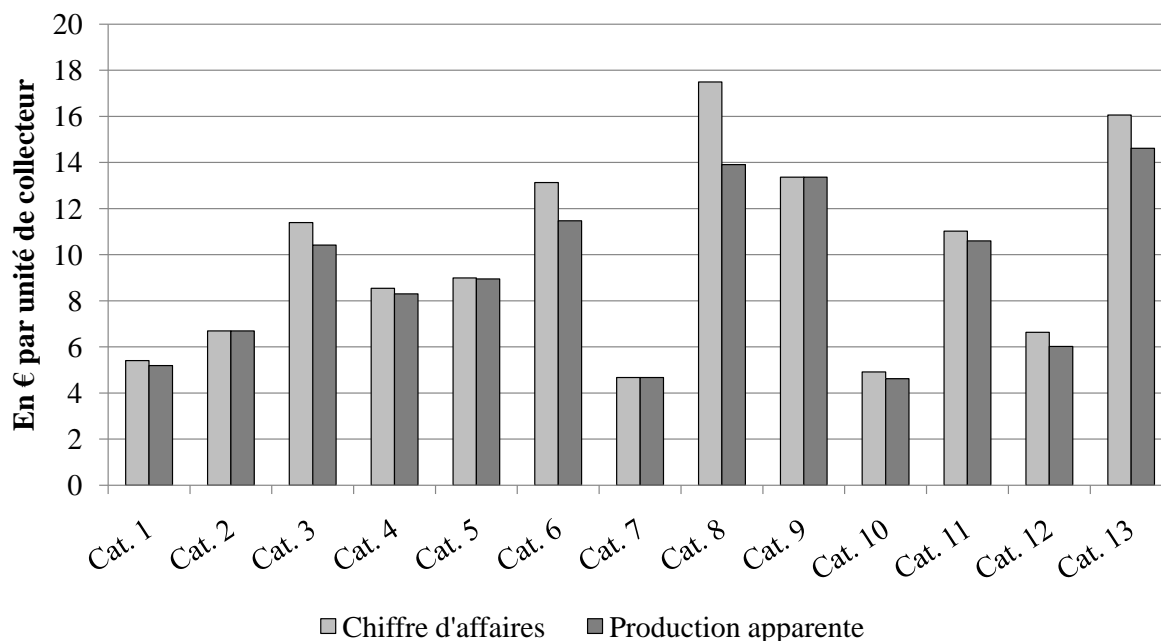
Note : CA et PA correspondent respectivement aux chiffres d'affaires et productions apparentes

Production de naissain : il s'agit uniquement de la production issue du captage naturel

Production d'huîtres adultes : elle correspond également aux quantités vendues puisque nous avons fait l'hypothèse que la totalité des huîtres sous marquage sanitaire est vendue, d'où CA=PA.

La Figure 4-8 compare les estimations des chiffres d'affaires et les productions apparentes en valeur engendrés par le captage de naissain d'huîtres creuses en 2000 des différentes catégories d'entreprises.

**Figure 4-8 – Comparaison des chiffres d'affaires et des productions apparentes des différentes catégories d'entreprises**



On voit ici que la catégorie 8, alors même qu'elle fait partie de celles dont la production de naissain par collecteur est la plus importante, a l'écart le plus élevé entre le chiffre d'affaires et la production apparente. Cela s'explique par la quantité de naissain achetée qui est de 8 à 40 fois plus élevée que les autres catégories d'entreprises achetant du naissain. Néanmoins, c'est aussi la catégorie d'entreprises, juste après la catégorie 13, qui a le chiffre d'affaires et la production apparente les plus élevés. Elle bénéficie également d'un niveau de température parmi les plus élevés.

A l'inverse, la catégorie 7 est celle dont les chiffre d'affaires et production apparente sont les plus faibles. Cela s'explique sans doute par le fait que les entreprises qui la composent ne vendent que du naissain et que le prix de vente à l'unité est le plus faible avec 0,1€ par unité de naissain. Egalement, cette catégorie bénéficie d'un niveau de température parmi les plus faibles.

Au moins pour les catégories 1, 7 et 10, on identifie bien la relation entre la température de l'eau et le chiffre d'affaires et production apparente. En effet, ces trois catégories ont les températures les plus basses et les chiffre d'affaires et production apparente également les plus faibles. Les catégories d'entreprises ayant des températures inférieures à la

moyenne globale mais dont les chiffre d'affaires et production apparente ne sont pas les plus faibles – catégories 6 et 13 – ont en commun de vendre au détail plus des trois quarts de leur production d'huîtres adultes sous marquage sanitaire.

Il semble cependant difficile de dégager une logique type qui nous permettrait d'expliquer les différences de niveaux de chiffres d'affaires et de productions apparentes.

### 2.1.2. Mise en évidence du degré de dépendance des différentes catégories d'entreprises à une variation de la température

Nous avons donc dans un premier temps déterminé les différents niveaux de référence. A présent, nous faisons varier, la température de  $-2^{\circ}\text{C}$  à  $+2^{\circ}\text{C}$ . Le Tableau 4-11 reprend un extrait des valeurs des différentes productions apparentes selon la température<sup>123</sup>.

**Tableau 4-11 – Productions apparentes en valeur selon différents niveaux de température (en €)**

	Variation de température par rapport à la température de référence de 2000 (en °C)										
	-2,0	-1,5	-1,0	-0,5	- 0,1	Réf.	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0
<b>Cat. 1</b>	-0,18	0,20	0,95	2,39	4,47	<b>5,19</b>	5,91	10,03	19,40	37,53	72,62
<b>Cat. 2</b>	-0,03	0,46	1,39	3,20	5,80	<b>6,69</b>	7,64	12,95	25,05	48,47	93,78
<b>Cat. 3</b>	2,69	3,24	4,32	6,40	9,39	<b>10,42</b>	11,39	17,87	34,58	66,90	129,44
<b>Cat. 4</b>	0,65	1,20	2,26	4,32	7,28	<b>8,30</b>	9,35	15,86	30,68	59,36	114,84
<b>Cat. 5</b>	0,14	0,77	2,00	4,37	7,78	<b>8,95</b>	10,23	17,34	33,55	64,91	125,58
<b>Cat. 6</b>	4,05	4,58	5,61	7,61	10,48	<b>11,47</b>	12,47	18,06	34,31	66,38	128,43
<b>Cat. 7</b>	0,33	0,64	1,25	2,41	4,09	<b>4,67</b>	5,33	9,03	17,48	33,82	65,43
<b>Cat. 8</b>	4,25	4,95	6,29	8,88	12,62	<b>13,91</b>	15,38	23,73	45,91	88,83	171,86
<b>Cat. 9</b>	-3,18	-1,99	0,31	4,76	11,16	<b>13,36</b>	15,24	25,85	50,01	96,75	187,20
<b>Cat. 10</b>	0,89	1,15	1,67	2,68	4,12	<b>4,62</b>	4,97	8,21	15,89	30,74	59,47
<b>Cat. 11</b>	0,29	1,03	2,46	5,24	9,23	<b>10,60</b>	11,81	20,02	38,74	74,96	145,03
<b>Cat. 12</b>	-2,48	-1,87	-0,69	1,60	4,89	<b>6,02</b>	7,02	11,90	23,02	44,54	86,17
<b>Cat. 13</b>	5,88	6,34	7,24	8,98	11,47	<b>12,33</b>	13,13	20,67	39,96	77,30	149,54

<sup>123</sup> Le tableau dans son intégralité est porté en annexe.

On remarque ici que certaines catégories d'entreprises voient leur production apparente devenir négative à mesure que la température diminue. C'est le cas des catégories 1, 2, 9 et 12 dont la production apparente devient négative entre respectivement -1,7 et -1,8, -1,9 et -2, -1 et -1,1, -0,8 et -0,9 alors même qu'elles ne correspondent pas aux productions apparentes les plus faibles. Cela s'explique par les quantités d'animaux que ces entreprises ont eu à acheter et qui n'ont pas été compensées par les ventes. Ces catégories d'entreprises sont donc les plus sensibles à une baisse de la température comme nous le montre le Tableau 4-12 qui reprend quelques variations de production apparente selon les niveaux de températures<sup>124</sup>.

**Tableau 4-12 – Taux de variation des productions apparentes en valeur selon différents niveaux de température (en %)**

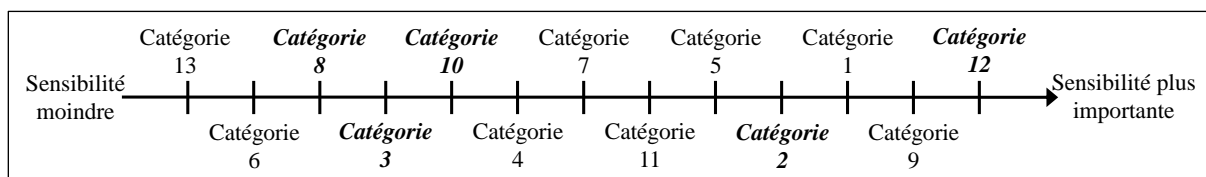
	Variation de température par rapport à la température de référence de 2000 (en °C)					
	-1,5	-1,0	-0,5	0,5	1,0	1,5
<b>Cat. 1</b>	-96	-82	-54	93	274	624
<b>Cat. 2</b>	-93	-79	-52	93	274	624
<b>Cat. 3</b>	-69	-59	-39	72	232	542
<b>Cat. 4</b>	-86	-73	-48	91	269	615
<b>Cat. 5</b>	-91	-78	-51	94	275	625
<b>Cat. 6</b>	-60	-51	-34	57	199	479
<b>Cat. 7</b>	-86	-73	-48	93	274	624
<b>Cat. 8</b>	-64	-55	-36	71	230	539
<b>Cat. 9</b>	-115	-98	-64	93	274	624
<b>Cat. 10</b>	-75	-64	-42	78	244	565
<b>Cat. 11</b>	-90	-77	-51	89	265	607
<b>Cat. 12</b>	-131	-111	-73	98	282	639
<b>Cat. 13</b>	-49	-41	-27	68	224	527

On peut voir ici que la variation de température n'a pas un effet de même ampleur à la baisse ou à la hausse. En effet, toutes catégories confondues, une baisse de 1,5°C diminue en moyenne la production apparente de 85% environ tandis qu'une hausse de la température de

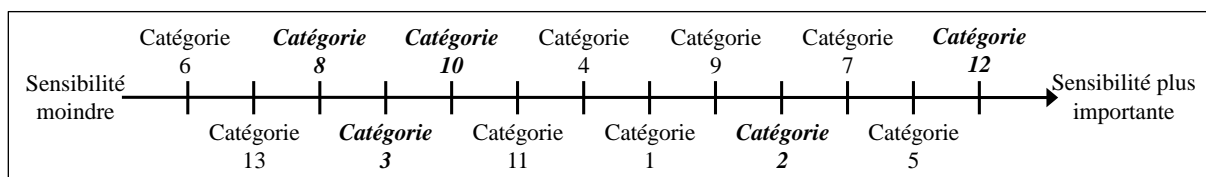
<sup>124</sup> L'intégralité du tableau est portée en annexe.

1,5°C augmente en moyenne la production apparente de près de 7 fois plus. De plus, la sensibilité des entreprises n'est pas identique à la baisse ou à la hausse. Ainsi, les entreprises de la catégorie 6 ont la hausse la plus faible de la production apparente lorsque la température augmente alors que ce sont les entreprises de la catégorie 13 qui voient leur production apparente diminuer le moins lorsque la température baisse. Deux échelles de sensibilité doivent donc être considérées (Figure 4-9 et Figure 4-10)<sup>125</sup>.

**Figure 4-9 – Echelle de sensibilité à une baisse de la température**



**Figure 4-10 – Echelle de sensibilité à une hausse de la température**



La comparaison des deux échelles nous indique que la catégorie 7, qui présente un degré de sensibilité relativement moyen à une baisse de la température a par contre une sensibilité à la hausse parmi les plus élevées. Cela s'explique par le fait que cette catégorie d'entreprises est celle dont il n'est vendu que du naissain. Si une baisse de l'intensité du captage n'a pas un important impact sur le production apparente de cette catégorie, une hausse de l'intensité se traduit par une hausse très importante de la production apparente. Le même phénomène mais en sens inverse concerne également les catégories 1, 5 et 9. Enfin, parmi les catégories d'entreprises les moins sensibles à une baisse ou à une hausse, on retrouve les cinq mêmes à savoir les catégories 3, 6, 8, 10 et 13.

Néanmoins, comme précédemment, il ne nous est pas possible de déterminer quelles sont les paramètres qui déterminent le degré de sensibilité. C'est pourquoi nous allons utiliser une modélisation économétrique à cette fin.

<sup>125</sup> Les catégories en italique sont celles dont le degré de sensibilité est le même que ce soit dans le cas d'une baisse ou d'une hausse de la température.

## 2.2. Modélisation économétrique de la sensibilité des catégories d'entreprises à une variation de la température

Il va s'agir ici de mettre en évidence les caractéristiques des entreprises selon leur degré de sensibilité. Nous choisissons donc un modèle adapté aux variables qualitatives. De plus, notre variable expliquée étant hiérarchisée, ce modèle sera un modèle ordonné<sup>126</sup>. Deux modèles vont être réalisés, un premier afin de mettre en évidence les caractéristiques des entreprises selon leur degré de sensibilité lors d'une variation négative de la température, le second afin de mettre en évidence les caractéristiques des entreprises selon leur degré de sensibilité lors d'une variation positive de la température.

### 2.2.1. Structure du modèle

A partir des deux échelles de sensibilités, nous créons deux variables *sensib* et *sensih* composées chacune de 4 modalités ordonnées par ordre croissant de sensibilité. La détermination des modalités a été réalisée en comparant le pourcentage de variation moyen de la production apparente pour une variation de température de -1°C et +1°C par rapport à de 2000<sup>127</sup>. Les modalités de ces deux variables sont présentées dans le Tableau 4-13.

**Tableau 4-13 – Modalités des variables *SENSIB* et *SENSIH***

Modalités	Variation moyenne de la production apparente (%)	Effectif (%)	Catégories correspondantes
<b><i>SENSIB</i></b>			
1	Moins de 30	51,37	Cat. 13
2	]30 ; 40]	22,60	Cat. 3 – Cat. 6 – Cat. 8
3	]40 ; 50]	11,64	Cat. 4 – Cat. 7 – Cat. 10
4	50 et plus	14,38	Cat. 2 – Cat. 5 – Cat. 9 – Cat. 11 – Cat. 12
<b><i>SENSIH</i></b>			
1	Moins de 90	15,07	Cat. 6
2	]90 ; 100]	58,90	Cat. 3 – Cat. 8 – Cat. 13
3	]100 ; 120]	11,64	Cat. 4 – Cat. 10 – Cat. 11
4	120 et plus	14,38	Cat. 1 – Cat. 2 – Cat. 5 – Cat. 7 – Cat. 9 – Cat. 12

<sup>126</sup> Le type de modèle utilisé ici étant le même que celui utilisé dans le Chapitre 2, nous ne présentons que les résultats des estimations.

<sup>127</sup> Les taux de variation moyens de la production apparente suivant une progression quasiment identique pour toutes les catégories d'entreprises, le choix d'un intervalle de variation de la température en particulier ne modifie pas la répartition au sein des classes.



Etant donné que la sensibilité reflète l'ampleur de la variation de la production apparente en valeur, la non-sensibilité des entreprises à une variation positive de la température doit être considérée comme un aspect négatif puisque malgré la hausse de la production de naissain, les entreprises retirent de cette hausse moins de bénéfices.

A contrario, une faible sensibilité des entreprises à une variation négative de la température doit être considéré comme un aspect positif puisque cela signifie qu'une diminution de la production de naissain a moins de conséquences négatives pour ces entreprises que pour les autres.

Concernant les variables susceptibles d'expliquer les différences de sensibilité, nous ne retenons que des variables correspondant aux paramètres du modèle sauf pour la variable *patot* qui correspond à la typologie de notre première partie (Tableau 4-14).

**Tableau 4-14 – Variables explicatives et modalités correspondantes**

VARIABLES	MODALITES	EFFECTIF
MORTN Taux de mortalité du naissain sur collecteur	1 : ] 0% ; 10% ]	0,34%
	2 : ] 10% ; 20% ]	5,48%
	3 : ] 20% ; 30% ]	73,97%
	4 : ] 30% ; 40% ]	17,47%
	5 : plus de 40%	2,74%
MORTND Taux de mortalité du stade naissain jusqu'à 18 mois	1 : ] 0% ; 10% ]	3,08%
	2 : ] 10% ; 20% ]	8,22%
	3 : ] 20% ; 25% ]	74,66%
	4 : ] 25% ; 30% ]	14,04%
MORTELV Taux de mortalité en élevage	1 : Non concerné	2,74%
	2 : moins de 10%	8,22%
	3 : [10% ; 15% ]	89,04%
PCOMN <sup>128</sup> Part du naissain produit commercialisé	1 : 0%	64,38%
	2 : 51,41%	3,42%
	3 : 53,60%	5,82%
	4 : 63,07%	4,45%
	5 : 69,14%	15,07%
	6 : 75,36%	1,03%
	7 : 85,49%	3,08%
	8 : 100%	2,74%

<sup>128</sup> Concernant les parts commercialisés, il n'a pas été créé de classes à proprement parler. En effet, garder les valeurs précises de chaque type permet de bien différencier les entreprises selon leurs pratiques alors que la création de classes aurait nécessité de regrouper des types d'entreprises avec des écarts de taux bien trop importants ou encore aurait limité la variabilité des informations.

VARIABLES	MODALITES	EFFECTIF
PCOMD Part du « 18 mois » produit commercialisé	1 : 0% 2 : 9,56% 3 : 15,75% 4 : 17,23% 5 : 23,47% 6 : 38,22% 7 : 63,95%	83,22% 0,34% 5,82% 3,42% 1,71% 4,45% 1,03%
PCOMA Part des huîtres adultes non marquées sanitaire­ment produites commercialisées	1 : 0% 2 : 17,2% 3 : 55,17% 4 : 60,15% 5 : 81,38% 6 : 100%	79,45% 1,71% 2,74% 4,45% 3,42% 8,22%
PATOT <sup>129</sup> Production apparente en volume	1 : Moins de 10 tonnes 2 : De 10 à 30 tonnes 3 : Plus de 30 tonnes	8,22% 69,86% 21,82%

La relation que nous allons estimer pour chaque sens de variation de la température est la suivante :

$$sensi_i = \beta_1 mortn + \beta_2 mortnd + \beta_3 mortelv + \beta_4 pcomn + \beta_5 pcomd + \beta_6 pcoma + \beta_7 patot + \varepsilon_i \quad (4.3)$$

### 2.2.2. Estimation et résultats

La première démarche à effectuer est de contrôler la présence ou non de multicolinéarité. Le Tableau 4-15 présente les coefficients de corrélation ainsi que les *VIF* de chaque variable indépendante.

**Tableau 4-15 – Coefficients de corrélations et *VIF* des variables indépendantes**

	<i>VIF</i>	1/ <i>VIF</i>	MORTN	MORTND	MORTELEV	PCOMN	PCOMD	PCOMA	PATOT
MORTN	2,97	0,17	1,00						
MORTND	4,15	0,14	0,25	1,00					
MORTELEV	4,33	0,18	-0,39	0,56	1,00				
PCOMN	1,49	0,23	0,32	-0,29	-0,34	1,00			
PCOMD	2,11	0,25	0,41	0,48	-0,15	-0,04	1,00		
PCOMA	1,67	0,23	-0,13	-0,26	-0,41	0,23	0,17	1,00	
PATOT	1,20	0,76	0,13	0,26	0,22	-0,17	0,21	-0,21	1,00
<i>Mean VIF</i>	2,56								

<sup>129</sup> Cette variable correspond à celle construite à partir de l'analyse de données effectuée au Chapitre 2.

La comparaison des critères d'informations nous conduit dans les deux cas à retenir l'hypothèse que les erreurs suivent une loi logistique (Tableau 4-16).

**Tableau 4-16 – Comparaison des critères d'information**

		Akaike (AIC)	Schwarz (SC)
Modèle <i>sensib</i>	<i>Probit</i> ordonné	517,272	543,009
	<i>Logit</i> ordonné	474,669	500,406
Modèle <i>sensih</i>	<i>Probit</i> ordonné	474,362	503,776
	<i>Logit</i> ordonné	434,178	463,592

Afin d'éviter tout problème d'hétéroscédasticité lié à une distribution des erreurs qui ne se conforme pas avec l'hypothèse de distribution logistique, nous avons eu recours à une estimation rendue robuste par la méthode Huber-White<sup>130</sup>.

Les résultats de l'estimation sont les suivants.

**Tableau 4-17 – Résultats de la régression logistique ordonnée – Modèle *sensib***

<i>sensib</i>	Coef. ( $\beta$ )	Odds ratios ( $e^\beta$ )	<i>z</i> -stat
MORTN	-2,1007 **	0,1224	-2,34
MORTELV	-2,5549 ***	0,0777	-4,01
PCOMN	0,8647 ***	2,3742	6,18
PCOMD	1,3954 ***	4,0365	4,09
cutpoint1 ( $u_1$ )	-9,8669 ***		3,66
cutpoint2 ( $u_2$ )	-7,5436 *		3,42
cutpoint3 ( $u_3$ )	-6,2917 †		3,25
LR Test		244,57***	
$R^2$ de McFadden		0,35	
$R^2$ ajusté		0,33	
$R^2$ de dénombrement		0,801	
$R^2$ de dénombrement ajusté		0,592	

Niveaux de significativité : †  $p < 0,1$  \*  $p < 0,05$  \*\*  $p < 0,01$  \*\*\*  $p < 0,001$

<sup>130</sup> Rappelons que cette procédure ne change pas la valeur des coefficients de régression mais produit une valeur du Khi-deux de Wald plus faible.

**Tableau 4-18 – Résultats de la régression logistique ordonnée – Modèle *sensih***

<i>sensih</i>	Coef. ( $\beta$ )	Odds ratios ( $e^\beta$ )	<i>z-stat</i>
PATOT	-1,5382 ***	0,2148	-4,78
MORTN	4,3913 ***	80,7470	6,42
MORTND	-5,6487 ***	0,0035	-7,12
PCOMN	-0,7871 ***	0,4551	-4,14
PCOMD	1,0904 ***	2,9753	6,03
cutpoint1 ( $u_1$ )	-9,4276 ***		-4,97
cutpoint2 ( $u_2$ )	-4,7714 **		-2,97
cutpoint3 ( $u_3$ )	-3,1739 *		-2,02
LR Test		239,54***	
$R^2$ de McFadden		0,36	
$R^2$ ajusté		0,34	
$R^2$ de dénombrement		0,825	
$R^2$ de dénombrement ajusté		0,575	

Niveaux de significativité : †  $p < 0,1$  \*  $p < 0,05$  \*\*  $p < 0,01$  \*\*\*  $p < 0,001$

Les *LR Test* des modèles *sensib* et *sensih* étant respectivement égaux à 244,57 (p-value < 1%) et 239,54 (p-value < 1%), on rejette l'hypothèse nulle  $H_0$ . Quant aux  $R^2$  de McFadden, ils sont égaux à respectivement 0,35 et 0,36 tandis que les  $R^2$  ajustés sont égaux à respectivement 0,33 et 0,34. On peut donc dire que les deux modèles sont globalement correctement spécifiés ce qui est confirmé par les valeurs des  $R^2$  de dénombrement qui indique pour le premier modèle que 80,1% des observations ont été correctement prédites et 82,5% l'ont été pour le second modèle<sup>131</sup>.

Les variables explicatives retenues dans les deux modèles ne sont pas identiques<sup>132</sup>. Néanmoins, les deux variables *sensib* et *sensih* ont en commun d'être expliquées par le taux de mortalité du naissain sur collecteur et les parts de la production de naissain et d'huîtres de « 18 mois » commercialisées. Cependant, le signe des coefficients associées à ces variables – qui nous indiquent le sens du lien entre ces variables et la variable expliquée – ne sont pas identiques pour les deux modèles. Ainsi pour le premier modèle, le signe négatif associé à variable *mortn* nous indique que les entreprises les plus sensibles sont caractérisées par des taux de mortalité du naissain moins élevés et inversement. Cela signifie donc que la mortalité du naissain sur collecteur affecte dans une moindre mesure la production apparente en valeur des entreprises les moins sensibles comparativement à celles qui le sont davantage lors d'une variation négative de la température. A l'inverse, le signe positif du coefficient associé à la

<sup>131</sup> Les  $R^2$  de dénombrement ajustés confirment également cela puisque dans les deux cas, près de 60% des observations ont été correctement prédites.

<sup>132</sup> Celles n'ayant pas été retenues ne l'ont pas été en raison de leur non-significativité.

variable *mortn* dans le modèle *sensih*, indique que les entreprises les plus sensibles sont aussi celles dont les mortalités du naissain sur collecteur sont les plus élevés. Ici encore, cela signifie que les taux de mortalité du naissain affectent dans une moindre mesure le production apparente en valeur des entreprises les plus sensibles comparativement à celles qui le sont davantage lors d'une variation positive de la température.

Egalement, le lien entre le pourcentage de naissain commercialisé et la sensibilité n'est pas le même pour une variation négative ou positive de la température. En effet, lorsque la variation de la température est négative, la sensibilité – l'ampleur de la diminution de la production apparente en valeur – augmente lorsque les taux de commercialisation du naissain sont parmi les plus importants, tandis que lorsque la variation de température est positive, des taux plus importants de commercialisation de naissain diminue la sensibilité. Dans ce dernier cas, cela signifie que lorsque les entreprises ont des taux de commercialisation de naissain élevés, le surplus de production de naissain commercialisé augmente la production apparente en valeur moins que pour des entreprises ayant des taux de commercialisation de naissain plus faibles.

Concernant le lien entre le pourcentage de « 18 mois » commercialisé et la sensibilité, il est identique que la température diminue ou augmente. Cela signifie que plus ce taux est élevé et plus la sensibilité des entreprises est importante. Cela est favorable lorsque l'on considère une variation positive de température mais défavorable lorsque l'on considère une variation négative de la température. Dans ce dernier cas, des taux élevés de commercialisation du « 18 mois » se traduisent par des variations de production apparente plus importantes.

S'agissant de la variable relative aux taux de mortalité des huîtres creuses en cours d'élevage, elle ne présente un lien qu'avec la variable *sensib*. Le coefficient associé à cette variable négatif indique que les entreprises les plus sensibles se caractérisent par des taux de mortalité en cours d'élevage moins importants tandis que les entreprises les moins sensibles se caractérisent par des taux de mortalité en cours d'élevage moins élevés. Cela signifie que les baisses de production apparente sont moins importantes pour des taux de mortalité en cours d'élevage élevés que pour des taux moins élevés. Ainsi, les entreprises les moins sensibles à une variation négative de température sont moins impactées par les niveaux des taux de mortalité des huîtres en cours d'élevage.

La variable relative à la mortalité du « 18 mois » ne présente quant à elle un lien qu'avec la variable *sensih*. Ce lien est négatif indiquant que les entreprises les plus sensibles

se caractérisent par des taux de mortalité du « 18 mois » moins importants et inversement, les entreprises dont la variation de production apparente en valeur est la moins importante se caractérisent par des taux de mortalité du « 18 mois » plus importants.

Enfin, la variable *patot* présente un lien uniquement avec la variable *sensih*. Le signe du négatif du coefficient associée à cette variable indique que les entreprises les plus sensibles se caractérisent par le fait qu'elles appartiennent à la catégorie des entreprises ayant une production apparente en volume moins élevée. Les entreprises les plus « grosses » sont donc celles dont la variation de production apparente sera moins importante et ce malgré la hausse de la quantité de naissain produit liée à une variation positive de la température.

Pour connaître l'ampleur de l'influence de chaque paramètre sur la sensibilité, il nous faut à présent regarder les *odds ratios* qui vont mesurer l'importance du lien entre les variables explicatives et la variable dépendante (Tableau 4-19).

**Tableau 4-19 – Classement des variables explicatives par valeur décroissante des *odds ratios***

<i>SENSIB</i>		<i>SENSIH</i>	
VARIABLES	ODDS RATIOS	VARIABLES	ODDS RATIOS
PCOMD	4,0365	MORTN	80,747
PCOMN	2,3742	PCOMD	2,9753
MORTN	0,1224	PCOMN	0,4551
MORTELV	0,0777	PATOT	0,2148
		MORTND	0,0035

Pour le modèle *sensib* la variable qui a le plus d'influence sur le degré de sensibilité est le pourcentage de « 18 mois » commercialisé. En effet, le *odd ratio* associé à cette variable est le plus élevé et indique qu'une entreprise ayant commercialisant des huîtres de « 18 mois » voit sa probabilité d'être considérée comme plus sensible multipliée par 4. De la même façon mais dans une moindre mesure, une entreprise commercialisant du naissain voit sa probabilité d'être considérée comme plus sensible à une variation négative de la température par plus de 2. Les autres variables explicatives de ce modèle – relatives toutes deux aux mortalités – ont une influence plus limitée sur la sensibilité avec des *odds ratios* inférieurs à 1 indiquant ainsi que les taux de mortalité des animaux pèsent relativement peu sur la sensibilité des entreprises à une variation négative de la température.

Pour le modèle *sensih*, c'est la variable relative au taux de mortalité du naissain sur collecteur qui présente le *odd ratio* le plus élevé, indiquant que la probabilité pour une entreprise caractérisée par des taux de mortalité élevés du naissain voit sa probabilité d'appartenir à la catégorie des entreprises les plus sensibles multipliée par plus de 80. Cela signifie que même des taux de mortalité du naissain sur collecteur élevés permettent à ces entreprises d'accroître leur niveau de production apparente lorsque la quantité de naissain captée est plus importante à la suite d'une variation positive de la température. Cet effet est similaire concernant le taux de commercialisation des huîtres de « 18 mois » mais dans des proportions bien moins importantes. Ainsi, une entreprise qui commercialise des huîtres de « 18 mois » voit sa probabilité d'avoir une production apparente en valeur augmenter de façon importante multipliée par près de 3. Les autres variables explicatives de ce modèle ont une influence limitée sur la sensibilité avec des *odds ratios* inférieurs à 1.

A partir des élasticités de chaque variable en fonction des probabilités associées à chaque modalité de la variable dépendante (Tableau 4-20), on peut voir que dans le cas d'une variation négative de la température, il est plus probable pour une entreprise ayant des taux de mortalité du naissain sur collecteur élevés de se trouver dans la catégorie des entreprises les moins sensibles. La probabilité est en effet multipliée par environ 3,5 si l'entreprise a des taux de mortalité du naissain supérieurs à 10% et à l'inverse, la probabilité qu'une entreprise présentant des taux de mortalité du naissain supérieurs à 10% d'être parmi les plus sensibles est divisée par 6,5, ce qui confirme que les taux de mortalité du naissain – même élevés, ont un impact limité sur la production apparente en valeur dans le cas d'une variation négative de la température. Il en est de même concernant les taux de mortalité des huîtres en élevage.

A l'inverse, ne pas commercialiser de naissain divise par 1,05 la probabilité pour une entreprise d'être parmi les plus sensibles. Le fait de commercialiser du naissain accroît donc la probabilité pour une entreprise de voir sa production apparente varier négativement dans des proportions importantes. Il en est de même pour la commercialisation d'huîtres de « 18 mois ».

**Tableau 4-20 – Tableau des élasticités pour le modèle *sensib***

	$Pr(y_i = 1)$ = 0,4756		$Pr(y_i = 2)$ = 0,4269		$Pr(y_i = 3)$ = 0,0675		$Pr(y_i = 4)$ = 0,0300	
	<i>ey/ex</i>	z-stat	<i>ey/ex</i>	z-stat	<i>ey/ex</i>	z-stat	<i>ey/ex</i>	z-stat
MORTN	3,49	2,15 *	-2,52	-2,32 *	-5,81	-2,18 *	-6,46	-2,28 *
MORTELEV	3,84	3,39 **	-2,77	-4,14 ***	-6,38	-3,62 ***	-7,10	-3,88 ***
PCOMN	-1,05	-5,08 ***	0,76	4,91 ***	1,75	4,92 ***	1,94	5,73 ***
PCOMD	-1,15	-3,53 ***	0,83	3,77 ***	1,92	3,54 ***	2,13	3,89 ***

Niveaux de significativité : †  $p < 0,1$  \*  $p < 0,05$  \*\*  $p < 0,01$  \*\*\*  $p < 0,001$

**Tableau 4-21 – Tableau des élasticités pour le modèle *sensih***

	$Pr(y_i = 1)$ = 0,0465		$Pr(y_i = 2)$ = 0,7905		$Pr(y_i = 3)$ = 0,1251		$Pr(y_i = 4)$ = 0,0379	
	<i>ey/ex</i>	z-stat	<i>ey/ex</i>	z-stat	<i>ey/ex</i>	z-stat	<i>ey/ex</i>	z-stat
MORTN	3,13	4,67 ***	0,38	2,94 **	-2,63	-4,56 ***	-3,16	-4,75 ***
MORTND	-13,26	-6,06 ***	-1,62	-4,05 ***	11,12	5,08 ***	13,38	5,95 ***
PCOMN	16,14	6,63 ***	1,97	5,82 ***	-13,53	-5,05 ***	-16,28	-6,38 ***
PCOMD	1,74	3,99 ***	0,21	4,68 ***	-1,46	-3,42 **	-1,75	-3,91 ***
PATOT	-1,63	-5,78 ***	-0,20	-5,44 ***	1,37	4,67 ***	1,65	5,65 ***

Niveaux de significativité : †  $p < 0,1$  \*  $p < 0,05$  \*\*  $p < 0,01$  \*\*\*  $p < 0,001$

Le Tableau 4-21 présente les élasticités pour le modèle *sensih*. Concernant les taux de mortalité du naissain sur collecteurs lorsque la température varie positivement, les entreprises ayant des taux élevés voient leur probabilité d'appartenir au groupe des entreprises les moins sensibles multipliée par plus de 3 tandis que la probabilité d'appartenir aux deux catégories d'entreprises les plus sensibles cette probabilité est divisée par 2,6 et 3,2. Cela signifie que des taux de mortalités élevés ont un impact faible sur la sensibilité ce qui n'est pas le cas en ce qui concerne les taux de mortalité des huîtres de « 18 mois ». Par contre, la commercialisation du naissain multiplie par plus de 16 la probabilité pour une entreprise d'être considérée comme plus sensible. De la même façon, une entreprise présentant une production apparente en volume plus importante a une probabilité d'être parmi les plus sensibles divisée par 1,6.



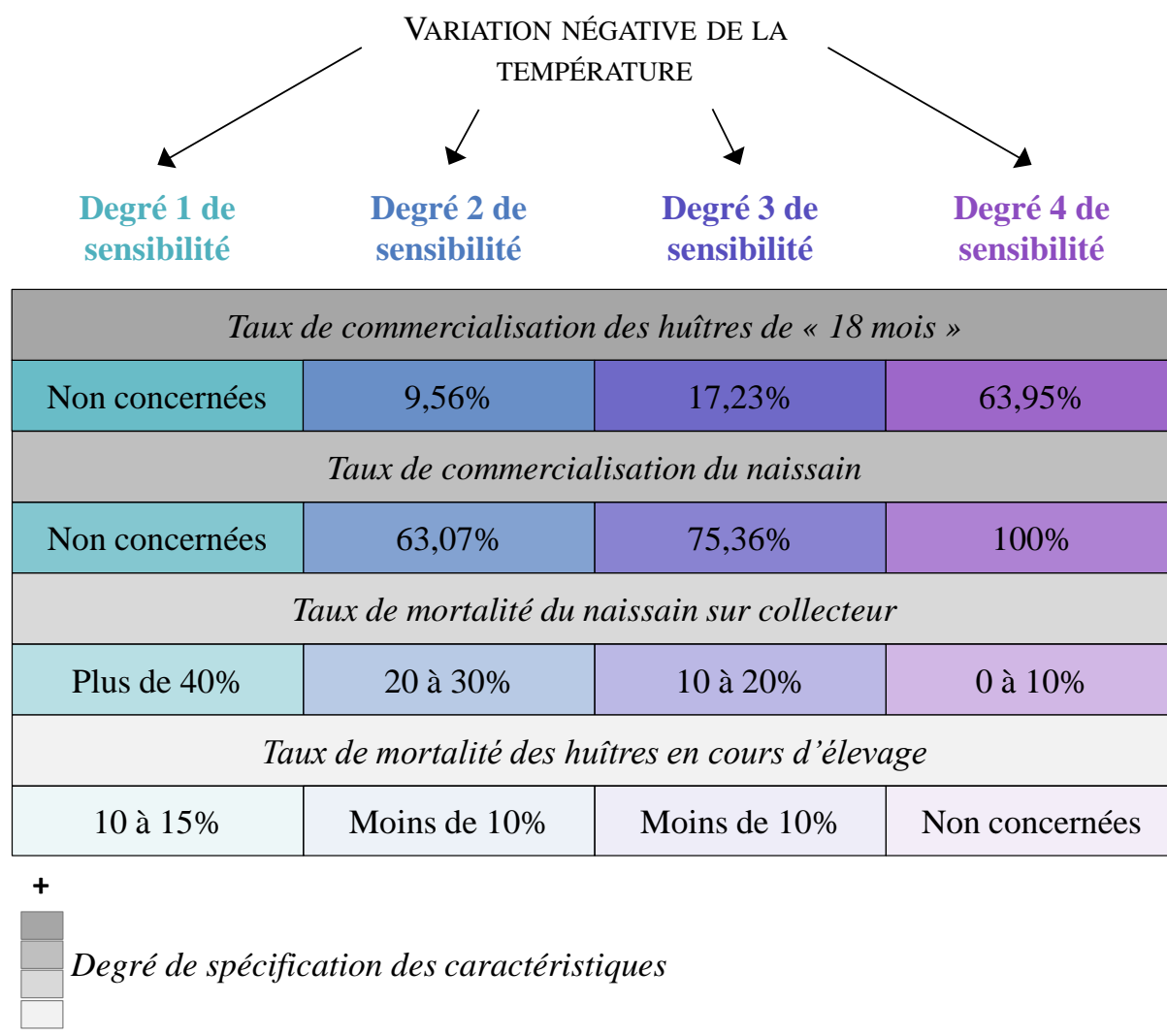
**Tableau 4-22 – Probabilités selon les différentes modalités des variables explicatives (modèles *sensib* et *sensih*)**

	<i>SENSIB</i>					<i>SENSIH</i>			
	Pr( $y_i = 1$ )	Pr( $y_i = 2$ )	Pr( $y_i = 3$ )	Pr( $y_i = 4$ )		Pr( $y_i = 1$ )	Pr( $y_i = 2$ )	Pr( $y_i = 3$ )	Pr( $y_i = 4$ )
<b><i>MORTN</i></b>					<b><i>MORTN</i></b>				
1	0,0095	0,0794	0,1654	0,7458	1	0,9985	0,0015	0,0000	0,0000
2	0,0724	0,3710	0,2925	0,2642	2	0,8917	0,1072	0,0009	0,0002
3	0,3893	0,4775	0,0911	0,0421	3	0,0925	0,8222	0,0667	0,0185
4	0,8390	0,1426	0,0131	0,0053	4	0,0013	0,1160	0,2790	0,6037
5	0,9771	0,0207	0,0016	0,0007	5	0,0000	0,0016	0,0064	0,9919
<b><i>PCOMN</i></b>					<b><i>PCOMN</i></b>				
1	0,7388	0,2278	0,0237	0,0098	1	0,0170	0,6289	0,2542	0,0999
2	0,5436	0,3804	0,0530	0,0230	2	0,0367	0,7636	0,1516	0,0481
3	0,3341	0,5026	0,1105	0,0529	3	0,0772	0,8208	0,0795	0,0225
4	0,1744	0,5088	0,1997	0,1170	4	0,1553	0,7956	0,0388	0,0104
5	0,0817	0,3943	0,2846	0,2394	5	0,2877	0,6893	0,0182	0,0047
6	0,0361	0,2406	0,2956	0,4276	6	0,4701	0,5193	0,0084	0,0022
7	0,0155	0,1233	0,2217	0,6395	7	0,6609	0,3342	0,0039	0,0010
8	0,0066	0,0570	0,1283	0,8081	8	0,8107	0,1871	0,0018	0,0004
<b><i>PCOMD</i></b>					<b><i>PCOMD</i></b>				
1	0,6694	0,2845	0,0325	0,0136	1	0,0837	0,8221	0,0736	0,0206
2	0,3340	0,5026	0,1105	0,0529	2	0,0298	0,7339	0,1774	0,0589
3	0,1105	0,4487	0,2569	0,1840	3	0,0102	0,5105	0,3223	0,1571
4	0,0299	0,2092	0,2845	0,4764	4	0,0035	0,2640	0,3759	0,3567
5	0,0076	0,0647	0,1418	0,7860	5	0,0012	0,1081	0,2681	0,6226
6	0,0019	0,0170	0,0443	0,9368	6	0,0004	0,0392	0,1297	0,8307
7	0,0005	0,0043	0,0117	0,9836	7	0,0001	0,0135	0,0504	0,9359
<b><i>MORTELV</i></b>					<b><i>MORTND</i></b>				
1	0,0077	0,0658	0,1437	0,7828	1	0,000	0,0001	0,0003	0,9997
2	0,0909	0,4143	0,2760	0,2188	2	0,0002	0,0179	0,0654	0,9165
3	0,5628	0,3665	0,0494	0,0213	3	0,0474	0,7922	0,1231	0,0372
					4	0,9339	0,0654	0,0005	0,0001
					<b><i>PATOT</i></b>				
					1	0,0084	0,4634	0,3434	0,1847
					2	0,0380	0,7682	0,1474	0,0464
					3	0,1554	0,7955	0,0388	0,0103

L'étude des probabilités associées à chaque modalité de la variable dépendante selon les différentes modalités des variables explicatives nous permet de connaître plus précisément les caractéristiques les plus probables des entreprises selon leur degré de sensibilité<sup>133</sup> (Tableau 4-22). La Figure 4-11 résume ces informations.

<sup>133</sup> On dira que la sensibilité est faible, peu élevée, élevée et très élevée.

Figure 4-11 – Synthèse des résultats du modèle *sensib*



Les entreprises considérées comme les moins sensibles à une variation négative de la température se caractérisent donc par le fait qu'elles ne pratiquent pas la vente d'huîtres de « 18 mois » ni de naissain ce qui explique en partie le fait que des taux de mortalité élevés du naissain sur collecteur ne fasse pas varier dans des proportions importantes leur production apparente en valeur. Elles se caractérisent également par des taux de mortalité des huîtres en cours d'élevage plus importants mais ces taux ne sont pas suffisamment élevés pour que leur production apparente soit fortement impactée.

S'agissant des entreprises dont le degré de sensibilité est peu élevé, elles sont caractérisées par le fait qu'elles commercialisent des huîtres de « 18 mois » dans de faibles proportions tandis que le taux de commercialisation du naissain est plus élevé. La diminution de la quantité de naissain captée suite à la variation de la température a ici davantage de conséquences que pour les entreprises de la catégorie précédente mais ces conséquences sont

toutefois limitées en raisons de taux de mortalité du naissain relativement élevés mais moins élevés que pour les entreprises précédentes. Quant aux taux de mortalité des huîtres en élevage pour cette catégorie d'entreprises, ils sont parmi les plus faibles.

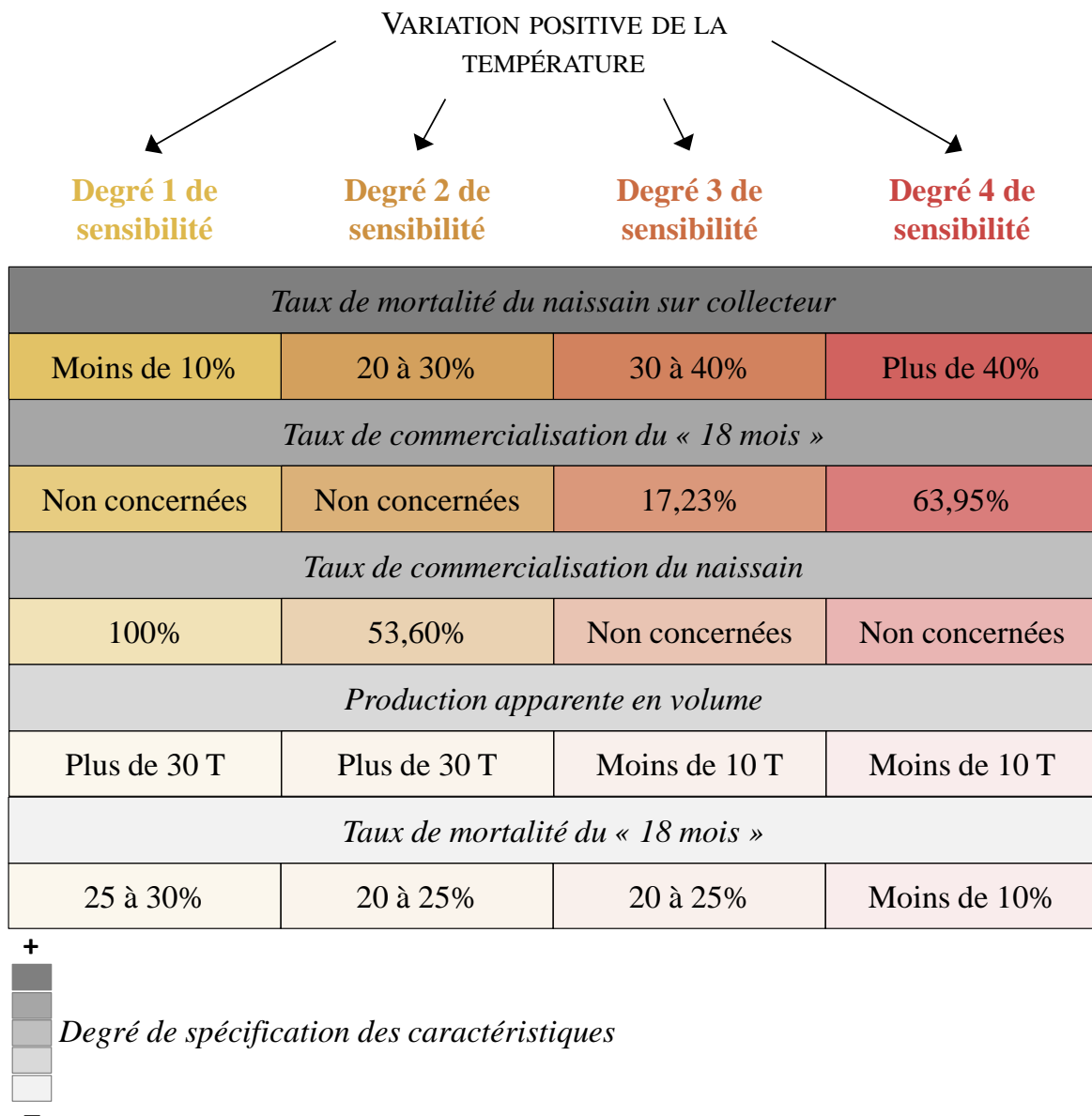
Les entreprises dont le degré de sensibilité est élevé se caractérisent quant à elles par des taux de commercialisation d'huîtres de « 18 mois » et de naissain plus importants que pour des entreprises moins sensibles. Cela signifie qu'une diminution de la quantité de naissain captée suite à une variation négative de la température se traduira par des pertes de production apparente en valeur plus importantes que les deux catégories précédentes et ce, même si elles ont des taux de mortalité du naissain et des huîtres en cours d'élevage peu élevés.

Enfin, les entreprises dont le degré de sensibilité est très élevé se caractérisent par des taux de commercialisation des huîtres de « 18 mois » et de naissain très élevés. Même des taux de mortalité faibles du naissain sur collecteur ne diminuent pas cette sensibilité.

La Figure 4-12 résume les informations du Tableau 4-22 pour une variation positive de la température.

Ainsi on peu voir que les entreprises ayant une faible sensibilité à une variation positive de la température se caractérisent principalement par un taux de mortalité du naissain sur collecteur faible ce qui signifie que malgré l'augmentation de la quantité de naissain captée et des taux de mortalité assez faibles, elles ne voient pas leur production apparente en valeur augmenter dans des proportions importantes. Cela s'explique par le fait que dans cette catégorie d'entreprises, les taux de commercialisation du naissain sont extrêmement élevés. Également, ce sont des entreprises qui en grande partie sont de grande taille – la production apparente en volume est supérieure à 30 T, mais cette caractéristique n'a que peu de poids dans la détermination du degré de sensibilité. Cependant, pour une partie de ces entreprises, une plus faible augmentation de la production apparente s'explique par des taux de mortalité des huîtres de « 18 mois » plus élevés que pour les autres catégories d'entreprises dont la sensibilité est supérieure.

Figure 4-12 – Synthèse des résultats du modèle *sensih*



Les entreprises dont la sensibilité peut être considérée comme peu élevée se caractérisent par des taux de mortalité du naissain sur collecteur un peu plus élevés que pour les entreprises de la catégorie précédente. La différence cependant est qu'elles ne commercialisent pas autant de naissain. L'augmentation de la quantité de naissain captée ne semble donc pas faire varier de façon importante la production apparente en valeur de ces entreprises mais tout de même davantage que pour les entreprises précédentes. De plus, ne commercialisant pas de « 18 mois », la quantité de naissain supplémentaire augmentant la quantité de « 18 mois » disponible finie par n'avoir que peu d'impact sur la production d'adultes sans et sous marquage et ce d'autant plus que les taux de mortalité du « 18 mois » pour ces entreprises sont parmi les plus élevés expliquant ainsi que malgré le fait qu'une

partie de ces entreprises puissent être considérées comme de grande taille avec une production apparente en volume supérieure à 30 T, elles n'augmentent pas leur production apparente en valeur de façon importante.

Concernant les entreprises dont la sensibilité est élevée lors d'une variation positive de la température, elles se caractérisent par des taux de mortalité du naissain relativement importants compensés par le fait qu'elles ne commercialisent pas de naissain. Le surplus de naissain captée pour ces entreprises se traduit donc par une forte augmentation de leur production apparente que les taux de mortalité du naissain affectent relativement peu. De plus, pour la plupart, ces entreprises sont de petite taille avec une production apparente en volume de moins de 10 tonnes.

C'est le cas également des entreprises très sensibles à une variation positive de la température. Elles sont pour une partie d'entre elles de petite taille avec une production apparente en volume de moins de 10 tonnes. Elles parviennent à compenser les taux importants de mortalité du naissain en ne pratiquant pas la vente de naissain mais en pratiquant celle de « 18 mois » dans des proportions élevées dont les taux de mortalité sont relativement faibles.

Ce chapitre nous a permis de mettre en évidence qu'une dégradation des conditions de production et une amélioration des conditions de production n'ont pas les mêmes conséquences ; une entreprise peu sensible à une variation négative de la température peut l'être davantage lors d'une variation positive de la température et inversement. Ainsi, nous avons montré par exemple que les entreprises de la catégorie 7, qui ne vendent que du naissain, seront moyennement affectées par une variation négative de la température tandis qu'elles verront leur production apparente en valeur augmenter de façon importante lors d'une variation positive de la température. Par ailleurs, si les résultats relatifs aux conséquences d'une variation négative de la température semble intuitivement cohérents, ils peuvent cependant ne pas l'être dans le cas d'une variation positive de la température. Il peut en effet paraître paradoxal ici que les entreprises les plus grosses soient celles qui tirent moins de *bénéfice*<sup>134</sup> de l'augmentation de la quantité de naissain captée et inversement que les entreprises les plus petites soient celles qui en tirent des *bénéfices* plus importants. Cependant, cela peut toutefois se justifier par le fait que les entreprises les plus grosses commercialisent

---

<sup>134</sup> Il s'agit du bénéfice dans le sens d'une augmentation de la production apparente et non dans le sens comptable.

beaucoup de naissain et peu de « 18 mois » contrairement aux plus petites et que les prix ramenés à l'unité sont inférieurs pour le naissain à celui du « 18 mois ». L'augmentation du volume de naissain vendu génère moins de *bénéfices* que l'augmentation du volume de « 18 mois » vendu.

Egalement, si la vente d'huîtres adultes est plus intéressante économiquement, elle nécessite 18 mois de travail supplémentaires. Durant ces 18 mois, les huîtres vont devoir être placées dans des parcs favorisant le grossissement des huîtres afin qu'elles atteignent une taille commercialisable. Ces parcs sont généralement très convoités et rares. De plus, la vente d'adultes est soumise à des contraintes sanitaires qui imposent pour pouvoir expédier des huîtres sous marquage, de disposer d'équipement adaptés. Ces équipements peuvent être coûteux. Aussi, en ne terminant pas le cycle de production pour une part de leurs animaux, les ostréiculteurs s'assurent un certain chiffre d'affaires pour des coûts de production « limités ».



## CONCLUSION DE LA PARTIE 2

---

Cette deuxième partie a été l'occasion d'étudier le déroulement de l'activité ostréicole dans le Bassin d'Arcachon, de la reproduction de l'huître et de la production de naissain jusqu'à la commercialisation des huîtres adultes.

Aussi, nous avons vu que le milieu naturel induit des contraintes assez fortes sur tout le cycle de vie de l'huître. La température de l'eau est un élément déterminant de l'obtention de juvéniles. Elle est un facteur déclenchant du frai mais intervient aussi sur la survie larvaire dont le taux déterminera l'ampleur du captage. Elle est de plus mise en cause dans les phénomènes de surmortalités estivales des huîtres. A cela s'est ajouté depuis les trois dernières des taux de mortalité du naissain très élevés, pouvant aller jusqu'à 90% ; les premiers résultats des recherches menées pour expliquer la survenance de ces mortalités chez les jeunes huîtres ont mis en évidence le rôle prépondérant de l'herpès virus OsHV-1. Les ostréiculteurs sont donc amenés à devoir composer avec une variabilité interannuelle du recrutement mais également des épisodes de surmortalité du naissain et des huîtres plus âgées.

Comme nous l'avons vu, le cycle de production de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon s'étend sur trois années. Des surmortalités estivales peuvent donc anéantir trois années de travail et remettre sérieusement en cause l'avenir de la profession. De même, plusieurs années de faible captage peuvent compromettre l'avenir de la filière car les surmortalités de naissain observées actuellement touchent aussi bien le naissain issu du captage naturel que le naissain d'écloserie.

Néanmoins, toutes les entreprises ostréicoles ne vont pas être affectées de la même façon par ces événements. Nous avons vu en effet qu'il existait 13 profils d'entreprises différents selon les stades de développement auxquels sont vendues les huîtres. La simulation par rapport à l'année 2000 des conséquences d'une variation positive et négative de la température de l'eau sur le captage et donc sur le cycle de production tout entier a mis en évidence des différences de sensibilité. Les entreprises qui pratiquent la vente de naissain vont être plus sensibles à une variation négative de la température qu'à une variation positive de cette dernière tandis que celles qui commercialisent des huîtres de « 18 mois » vont être sensibles à la fois à une variation négative et à une variation positive de la température. L'influence des taux de mortalité dépendra essentiellement des activités pratiquées. Les activités pratiquées contraignent donc un peu plus les entreprises. Cela est vrai aussi en ce qui



concerne les circuits de commercialisation utilisés pour la vente des huîtres creuses sous marquage sanitaire notamment en raison des différences de prix de vente selon les circuits. Les huîtres vendues en gros le sont en effet à un prix plus faible que s'ils elles le sont au détail. Cela explique l'évolution des stratégies de commercialisation des huîtres sous marquage depuis les années 1970. Les ostréiculteurs sont devenus alors expéditeurs et non plus seulement producteurs. Les parts des volumes d'huîtres commercialisés en gros n'ont cessées de diminuer depuis lors, la vente de détail devenant ainsi le circuit privilégié dans le Bassin d'Arcachon, ce qui n'est pas nécessairement le cas dans d'autres bassins de production.

La contrainte environnementale qui pèse sur la vie de l'huître dans le Bassin d'Arcachon peut toutefois ne pas s'exercer uniformément dans tout le Bassin. La partie suivante va donc s'attacher à montrer, à partir de l'étude du foncier ostréicole, qu'il existe des zones dans le Bassin plus propices à l'activité que d'autres.

## **PARTIE 3**

# **EVALUATION ECONOMIQUE DE LA DEPENDANCE DE L'OSTREICULTURE ARCACHONNAISE LIEE A L'UTILISATION DU DOMAINE PUBLIC MARITIME COMME FACTEUR DE PRODUCTION**



## INTRODUCTION DE LA PARTIE 3

---

Nous avons vu précédemment que la dépendance de l'ostréiculture au milieu naturel était liée en partie aux conditions du milieu qui déterminent la reproduction des huîtres creuses dans le Bassin d'Arcachon. Cette dépendance est plus ou moins forte selon par exemple le type d'activité pratiqué – vente de naissain et/ou de « 18 mois », etc.

Mais la dépendance de l'ostréiculture est également liée au fait que l'activité s'exerce dans le milieu naturel. En effet, tout le cycle de production est réalisé sur des concessions du Domaine Public Maritime. Les « terres » n'appartiennent donc pas aux ostréiculteurs de part leur nature de concession. De plus, outre les règles d'exploitation du Domaine Public Maritime, une réglementation particulière s'applique aux concessions propres à l'activité ostréicole. Ces règles ont pour objectif notamment de maintenir un niveau de productivité des parcelles permettant une exploitation durable. Cela passe notamment par une limitation de la densité d'animaux en élevage. En effet, les conditions naturelles optimales pour la reproduction, la croissance et la survie des huîtres – comme par exemple les teneurs en nutriments, la température, etc. – ne sont pas réparties uniformément sur le Bassin et donc il existe des zones du Bassin plus productives que d'autres. Sur les zones les plus productives, les ostréiculteurs seraient tentés de surcharger les parcs afin de produire davantage. Cependant, une surcharge des parcs peut avoir l'effet inverse et diminuer la productivité des parcs notamment parce que les ressources trophiques par exemple ne seront plus suffisantes. La limitation de la densité d'élevage est donc une façon de permettre une exploitation durable des parcs.

Une autre particularité de la réglementation est de permettre aux ostréiculteurs concessionnaires de s'échanger des parcelles en contrepartie d'une indemnité appelée *indemnité de substitution*. Cela confère donc une sorte de droit de propriété à l'ostréiculteur sur les parcelles dont il est concessionnaire alors même que les règles qui régissent les usages du Domaine Public Maritime interdit toute appropriation privée des concessions. Ce droit est toutefois encadré par des décrets spécifiques. Le montant de l'indemnité de substitution correspond en fait à la productivité de la parcelle concernée. En effet, une parcelle très productive sera estimée plus chère qu'une parcelle qui l'est moins. Et ce qui détermine la productivité d'une parcelle est les conditions environnementales dont elle bénéficie. Comme nous l'avons évoqué, les conditions ne sont pas uniformes sur l'ensemble du Bassin et il

existe donc une influence de la localisation de la parcelle sur le montant de l'indemnité qui lui est estimé.

Le chapitre 5 va donc s'intéresser à l'utilisation du Domaine Public Maritime par l'ostréiculture dans le Bassin d'Arcachon. Ainsi, nous verrons quelles sont les règles qui régissent les utilisations privatives du Domaine Public Maritime en général mais aussi dans le cas particulier de l'ostréiculture. Nous verrons également ce que cette particularité d'utilisation a comme conséquence pour l'ostréiculteur en termes de règles d'exploitation. Nous montrerons aussi qu'il existe un lien entre la localisation de la parcelle et le montant de l'indemnité de substitution.

La mise en évidence au chapitre 5 d'un lien entre la localisation et le montant de l'indemnité de substitution nous permet ensuite, au chapitre 6, de déterminer les composantes du montant de cette indemnité en tenant compte de la localisation des parcelles à travers un modèle de prix hédoniques qui nous permettra, en intégrant, outre des variables de localisation – des variables liées d'une part aux concessions elles-mêmes et d'autre part, des variables liées aux conditions du milieu. Ainsi nous pourrons une nouvelle fois d'évaluer l'importance du milieu naturel et le lien de dépendance qu'il existe entre ce dernier et l'ostréiculture arcachonnaise.

## **Chapitre 5 :**

# **L'utilisation du Domaine Public Maritime par la conchyliculture sur le Bassin d'Arcachon**

---

Nous avons vu dans la première partie que les surfaces utilisées pour l'activité ostréicole avaient une importance non négligeable dans la caractérisation des entreprises. En effet, les surfaces sont un facteur caractérisant de la taille des entreprises.

Egalement, il a été abordé que la dépendance d'une activité économique telle que l'ostréiculture au milieu naturel vient aussi du fait du statut des lieux où s'exerce cette activité. Les « terres » ostréicoles – considérées comme un facteur de production – sont en fait des concessions d'occupation du Domaine Public Maritime et donc leur propriété et leur exploitation sont soumises à des règles particulières (section 1). Contrairement à la plupart des concessions accordées sur le Domaine Public, les concessions ostréicoles peuvent faire l'objet de transactions sans pour autant qu'un droit de propriété ne soit reconnu au concessionnaire. Ces transactions sont valorisées au travers d'une indemnité de substitution qui est comme nous le verrons par la suite évaluée en regard de sa productivité notamment. Cette dernière est déterminée à la fois par les règles d'exploitation imposées par les schémas des structures mais également les conditions du milieu naturel dont elles bénéficient, ces dernières dépendant de leur localisation géographique (section 2).

### **1. Réglementation applicable aux concessions conchyloles**

Nous allons nous intéresser dans un premier temps au Domaine Public Maritime (DPM) de façon générale<sup>135</sup> puis nous présenterons dans un second temps le régime juridique de l'utilisation du DPM par la conchyliculture.

#### *1.1. Le Domaine Public Maritime*

Après avoir défini le Domaine Public Maritime, nous nous intéressons aux utilisations privatives de ce dernier.

---

<sup>135</sup> Les informations relatives au Domaine Public sont issues d'un cours de droit administratif des biens à destination des étudiants de 3<sup>ème</sup> année de licence Administration Economique et Sociale mention *Administration Générale et Territoriale* dispensé en 2003/2004 par Bernard Noyer, Maître de Conférences à l'Université Montesquieu Bordeaux IV.

### 1.1.1. Définition du Domaine Public Maritime

Le Domaine Public Maritime est un sous-ensemble du Domaine de l'administration. Cette notion de Domaine est très ancienne puisqu'elle remonte à l'Ancien Régime où les biens appartenant au monarque constituaient le Domaine de la Couronne et faisaient l'objet, en vertu d'une loi fondamentale du royaume confirmée ensuite par l'Edit de Moulins en 1566, d'un principe d'inaliénabilité. Ce principe correspond à l'impossibilité de vente ou de cession de quelque manière que ce soit des biens appartenant au Domaine. Cependant, ce principe est écarté dans quelques cas exceptionnels tels que les nécessités de guerre. Ce principe s'explique par le fait que l'on considérait alors que les biens de la Couronne étaient un patrimoine commun de la collectivité et qu'il fallait donc éviter qu'ils soient dilapidés. Ce Domaine de la Couronne est devenu sous la Révolution le Domaine de la Nation et une loi de 1790 est venue réaffirmer ce principe d'inaliénabilité tout en apportant des assouplissements ; à cette époque est également apparue une distinction entre Domaine Public (DP) et Domaine Privé (Dp) de l'administration. Ainsi, des critères d'appartenance au DP ou au Dp ont été dégagés. Dans l'état actuel de notre droit, l'appartenance d'un bien au DP de l'administration est subordonnée à deux conditions cumulatives : le bien doit appartenir à une personne publique (Etat, collectivité territoriale ou établissement public) et doit être affecté à un usage d'utilité publique. Dans le Domaine Public, on distingue le Domaine Public Maritime, le Domaine Public Fluvial, le Domaine Public Terrestre et le Domaine Public Aérien.

Le DPM est la propriété exclusive de l'Etat. Il ne comprenait initialement que les rivages de la mer, ce qui était suffisant pour permettre à l'Etat de contrôler les quelques activités liées à la proximité de la mer. Il a été progressivement étendu tant vers le large pour permettre de contrôler de nouvelles activités exigeant cette extension, que vers l'intérieur pour permettre à l'Etat de contrôler les conditions d'utilisation des sols disponibles en bordure de mer qui se font de plus en plus rares. Cette politique d'extension du DPM s'est accompagnée d'une politique de protection du littoral qui est une notion plus large que celle de DPM puisque dans l'état actuel de notre droit, ce littoral recouvre le territoire des communes dites littorales<sup>136</sup>.

---

<sup>136</sup> La loi n°86-2 du 3 janvier 1986 (dite loi littoral) relative à l'aménagement, à la protection et à la mise en valeur du littoral, s'applique aux communes littorales de métropole et des départements d'outre-mer - c'est-à-dire « *aux communes riveraines des mers et océans, des étangs salés et des plans d'eau intérieurs d'une superficie supérieure à 1000 hectares* » - et depuis le décret du 29 mars 2004, « *aux communes riveraines des estuaires et des deltas...* ». Elle admet une extension de son champ d'action aux communes rétro-littorales qui ne disposent pas de façade maritime mais qui participent aux « *équilibres économiques et écologiques littoraux* ».

### 1.1.2. L'utilisation du Domaine Public Maritime

L'utilisation du Domaine Public est dominée par un principe fondamental qui peut être énoncé comme suit : « toute dépendance du domaine public doit être utilisée d'une façon conforme à son affectation – ou tout au moins compatible avec cette affectation – et l'administration est tenue d'utiliser les pouvoirs dont elle dispose pour faire respecter cet impératif ».

Ceci étant, pour présenter les règles qui régissent le Domaine Public, il faut distinguer les utilisations collectives<sup>137</sup> du Domaine Public des utilisations privatives de celui-ci. Les utilisations privatives du Domaine Public concernent les dépendances du Domaine Public sur lesquelles certaines personnes se voient accorder des droits personnels et spéciaux pour les besoins de leur activité. Il s'agit donc de l'occupation d'une dépendance domaniale par une personne déterminée à l'exclusion de toute autre, ce qui est contradictoire avec le critère d'utilité publique du Domaine Public. Selon l'article L. 2124-29 du Code Général de la Propriété des Personnes Publiques : « Sur le Domaine Public Maritime ou Fluvial, Naturel ou Artificiel, géré directement par l'Etat, l'autorisation d'exploitation de cultures marines délivrée en application des lois et règlements en vigueur en matière de pêches maritimes et de cultures marines vaut autorisation d'occupation domaniale ». Les concessions ostréicoles sont donc des autorisations d'utilisation privatives du Domaine Public naturel<sup>138</sup> de l'Etat. Pendant longtemps ces utilisations privatives ont été considérées comme anormales car contraires au principe d'affectation à un usage d'utilité publique mais cette conception très restrictive est aujourd'hui abandonnée. Le régime juridique encadrant ces autorisations privatives correspond à trois grands principes : le principe de soumission à autorisation préalable, le principe de l'assujettissement au paiement d'une redevance et le principe de précarité. S'agissant en particulier de la contrepartie financière à l'occupation privative du Domaine Public, c'est la jurisprudence qui lui a reconnu un caractère de redevance et qui donc a normalement vocation à financer des projets dans le même domaine que celui où elle a été prélevée. Concernant son montant, celui-ci doit être proportionné au service rendu, c'est-à-dire en l'occurrence, à la valeur des avantages que l'occupant retire du Domaine Public. Ceci permet à l'administration de tenir compte de la valeur locative de l'emplacement occupé mais

---

<sup>137</sup> Par exemple le stationnement sur la voie publique.

<sup>138</sup> Le Domaine Public Naturel est composé des biens immobiliers qui ne sont pas le résultat d'une intervention de l'homme mais le résultat d'un phénomène naturel par opposition au Domaine Public Artificiel qui lui est composé des biens immobiliers qui sont le résultat d'une intervention de l'homme sans laquelle ils n'existeraient pas ou du moins pas sous la même forme.



également, le cas échéant, des autres avantages procurés à l'occupant en se fondant notamment sur les bénéfices qu'il réalise s'il exerce une activité lucrative.

Concernant le principe de précarité, ce dernier a pour but de permettre à l'administration de retrouver – en principe en tout cas – quand elle le désire, la disposition de la dépendance occupée.

Les concessions conchylicoles – en tant qu'autorisations d'occupation privative du Domaine Public – sont donc régies par les principes d'imprescriptibilité (impossibilité de revendiquer un droit de propriété sur un bien en raison d'une possession prolongée) et d'inaliénabilité (impossibilité de vente ou de cession de quelque manière que ce soit des biens appartenant au domaine) comme tout bien appartenant au domaine de l'Etat mais également par les principes de précarité, d'autorisation préalable et d'assujettissement à une redevance. D'ailleurs, le décret du 9 janvier 1852 sur l'exercice de la pêche maritime interdisait la présence d'activités économiques sur le Domaine Public Maritime sans autorisation préalable. Malgré cela, se sont développés des échanges informels de concessions donnant lieu à des transactions financières ayant conduit à l'adoption en 1983 d'un décret fixant le régime de l'autorisation des exploitations de cultures marines (Mongruel, *et al.*, 2008b).

## 1.2. *Le régime administratif de l'utilisation privative du Domaine Public Maritime par la conchyliculture*

L'utilisation du Domaine Public Maritime par la conchyliculture (ou par l'ostréiculture dans le cas qui nous intéresse) est régit par deux décrets datant de 1983 et 1987.

### 1.2.1. Le décret du 22 mars 1983

Le régime juridique qui encadre actuellement les concessions ostréicoles est fixé par un décret du 22 mars 1983 « décret fixant le régime de l'autorisation des exploitations de cultures marines »<sup>139</sup>.

Auparavant, le régime des concessions sur le DPM pour l'ostréiculture était fixé par deux décrets, un du 21 décembre 1915 et un du 28 mars 1919. Les critères liés à l'octroi de concessions et à la gestion du DPM étaient alors quelque peu déconnectés de la réalité puisque les inscrits maritimes<sup>140</sup> étaient prioritaires et de petites surfaces étaient octroyées

---

<sup>139</sup> Décret n° 83-228.

<sup>140</sup> Statut qui disparut en 1967.

sans recherche de rentabilité ou encore sans tenir compte de l'existence d'activités concurrentes sur un espace déjà limité. Selon Beurier(1983), ce sont ces éléments qui ont conduit à l'émergence de pratiques financières « regrettables » lors de cessions de parcelles. C'est à la suite notamment de la proposition par la profession en 1975 d'élaborer un schéma directeur national de la conchyliculture et de l'aquaculture pour permettre la protection des zones conchylicoles mais aussi en raison de la volonté du Ministre de la Mer en 1981 de réformer le régime des concessions qu'est né le décret de 1983. Il avait pour ambition de « mettre en valeur le domaine public maritime, éviter la sélection par l'argent et le « gel » des surfaces disponibles, maintenir les principes de la domanialité publique et assurer la viabilité de l'exploitation familiale » (Beurier, 1983). Pour Beurier(1983), même si le décret n'atteint pas tous ces objectifs, il parvient tout de même à améliorer quelque peu le cadre juridique des cultures marines. Dans un premier temps, il définit ce que sont les exploitations cultures marines à savoir des « établissements destinés à des fins de productions biologiques, comprenant notamment captage, élevage, affinage, traitement, entreposage, conditionnement et expédition de produits de la mer » (article 1<sup>er</sup>). Auparavant, il s'agissait de concessions d'établissement de pêche dont la nature juridique et la définition n'apparaissaient pas clairement. Désormais, ce sont donc des autorisations d'occupation accordées à des exploitations de cultures marines pour une longue durée. En effet, l'article 7 du décret précise que la durée de la concession passe de 25 à 35 ans au maximum – même s'il est prévu une possibilité de renouvellement de l'autorisation – durée qui selon Beurier (1983) couvre une durée d'activité professionnelle moyenne.

Une exploitation correspond à l'ensemble des parcelles attribuées à un même exploitant sous la forme d'actes de concession (art. 2 du décret n°83-228). Ces actes fixent le montant de la redevance domaniale due à l'Etat en contrepartie de la concession<sup>141</sup>. Egalement, il est précisé que l'acte de concession « ne vaut pas engagement de l'Etat sur la capacité productive de la concession ». Il doit aussi fixer la durée de l'autorisation réaffirmant ainsi les principes d'inaliénabilité et d'imprescriptibilité régissant tous les biens du Domaine Public de l'Etat et répondant au principe de précarité. Il est fait de plus obligation au concessionnaire de déclarer annuellement « la production et [...] la situation des cultures en cours ».

---

<sup>141</sup> C'est l'arrêté du 14 juillet 1989 modifiant l'arrêté du 28 décembre 1983 modifié pris en application de l'article 2 (3°) du décret du 22 mars 1983 fixant le régime de l'autorisation des exploitations des cultures marines qui détermine le montant de la redevance domaniale qui est versée aux Affaires Maritimes en contrepartie d'une concession conchylicole. Cette redevance annuelle est, sauf cas particuliers mentionnés par le décret, fixée à 1,89€/are pour l'élevage au sol et le captage et 2,31€/are pour l'élevage en surélevé.

Concernant le demandeur, ce dernier peut être une personne physique ou une personne morale de droit privé (art. 5). Il doit être de nationalité française et doit remplir une condition de capacité professionnelle<sup>142</sup>. Lorsqu'il existe une pluralité de demandes pour une même parcelle l'article 6 du décret de 1983 dresse un ordre de priorité dans l'examen des demandes par la Commission des Cultures Marines<sup>143</sup> qui feront ensuite l'objet d'une enquête administrative et d'une enquête publique (art. 8). Le décret de 1983 apporte ici une nouveauté par rapport au régime antérieur. Auparavant en effet ce qui primait dans la classification des demandes concurrentes était le statut d'inscrit maritime et des critères sociaux. Aujourd'hui, même si les critères sociaux ne sont pas complètement abandonnés, la qualification professionnelle, l'innovation technique ou technologique sont mises en avant allant dans le sens d'une volonté d'exploitation optimale du DPM ce qui tranche avec le régime antérieur qui morcelait le Domaine.

Selon Beurier(1983), un changement notable par rapport au régime antérieur concerne les cessions et les mutations de parcelles. L'article 12 du décret précise ainsi que sont autorisés les transferts uniquement au conjoint ou descendant(s) à la condition qu'ils remplissent les conditions liées à la capacité professionnelle. Toute cession à des tiers est donc impossible et cela au motif que le concessionnaire n'est pas habilité à disposer du DPM à son gré. Cependant selon Mongruel, *et al.*, (2008b) cette interprétation du décret doit être relativisée, les cessions à des tiers étant toujours possibles dans le cadre de l'article 16. En effet, si la vacance d'une concession est déclarée par le chef du quartier des Affaires Maritimes, une procédure de publicité est mise en œuvre, identique à celle faite lors de la création d'une concession. Cette publicité comporte entre autre une estimation de l'indemnité qui sera perçue par l'ancien concessionnaire ou ses ayants-droits et acquittée par le nouveau. Il est précisé par ailleurs que cette indemnité tiendra compte « de la valeur des locaux d'exploitation [...] ainsi que des aménagements fonciers et hydrauliques effectués [par le concessionnaire] sur le domaine public ». Il s'agit donc bien de ne pas supprimer les transmissions mais de les encadrer (Mongruel, *et al.*, 2008b). Mais le changement majeur apporté par le décret de 1983 est la reconnaissance de la valeur du foncier conchylicole au-delà d'un simple support de l'activité par la reconnaissance d'une valeur marchande au travers de l'indemnité de cession alors même que le Ministre de la Mer avait refusé la création d'un

---

<sup>142</sup> Lorsque le demandeur est une personne morale de droit privé ces conditions s'appliquent aux personnes détenant la majorité du capital social.

<sup>143</sup> La Commission des Cultures Marines a été créée par l'article 3 du décret du 25 mars 1983. Elle a pour rôle de donner un avis sur les demandes de concessions, sur les aménagements des zones conchylicoles ou encore sur les schémas des structures des exploitations de cultures marines.

« fonds conchylicole » analogue à un fonds de commerce (Beurier, 1983). Pour Mongruel, *et al.*, (2008b) la procédure permise par l'article 16 revenait à reconnaître aux transmissions le caractère d'acte de vente puisqu'une compensation monétaire y était associée. Ils considèrent ainsi que la différence avec un acte de vente immobilier classique est que la procédure est strictement encadrée par l'administration, qui se conserve la possibilité alors de fixer le montant des transactions<sup>144</sup> mais également de désigner le nouveau concessionnaire en supprimant le droit de présentation du repreneur institué par le décret du 21 décembre 1915. Par la suite, le décret du 14 septembre 1987 modifiant celui du 22 mars 1983 qui va officialiser les transactions libres de concessions.

### 1.2.2. Les modifications apportées par le décret du 14 septembre 1987

Selon Mongruel, *et al.*, (2008b), le décret de 1987 marque un « retour au pragmatisme en matière de gestion du DPM » après que le décret de 1983 soit venu réaffirmer la « primauté du pouvoir de l'administration fondé sur le principe d'inaliénabilité et d'imprescriptibilité du DPM » en interdisant le transfert direct de concessions entre professionnels.

Une première nouveauté apportée par ce décret est la nécessité de mettre en place par secteur géographique, un schéma des structures (article 4.1). Ce schéma des structures est établi sur proposition des sections régionales conchylicoles et sur avis de la Commission des Cultures Marines. Auparavant, seules les dimensions minimales et maximales des entreprises faisaient l'objet d'un arrêté pris par le ou les Commissaires de la République. Désormais, le schéma des structures doit indiquer la dimension de première installation, la dimension minimale de référence dont doit disposer une exploitation familiale moyenne, la dimension maximale que peut atteindre une exploitation ainsi que « en tant que de besoin, des dispositions propres à favoriser une meilleure répartition des eaux salées nécessaires aux productions biologiques » (article 4.1, 4<sup>ème</sup> alinéa).

La modification du régime de l'autorisation des exploitations de cultures marines la plus importante est celle de l'article 12. En effet, auparavant le transfert de concession ne pouvait se faire que dans le cadre familial alors que désormais il peut être demandé une substitution envers un tiers. Cette substitution vaut jusqu'à échéance de la concession mais un nouveau transfert par le concessionnaire repreneur peut être effectué. Certaines conditions

---

<sup>144</sup> Les indemnités sont estimées par le concessionnaire cédant mais c'est la Commission Technique d'Evaluation (CTE) qui fixe son montant. Le décret de 1987 viendra par la suite encadrer un peu plus la fixation de ce montant.

sont cependant requises à savoir que le concessionnaire cédant doit détenir la concession depuis au moins 10 ans et le repreneur quant à lui doit remplir les conditions de capacité professionnelle. L'article 12.5 précise en outre que « la demande de substitution doit être accompagnée d'une copie du contrat conclu [...] entre le concessionnaire et le tiers souhaitant bénéficier de la substitution. Le contrat comporte l'indication de l'indemnité due par le nouveau concessionnaire à l'ancien. » S'agissant de l'indemnité elle-même, cette dernière « tient compte d'une part de la valeur des locaux d'exploitation, et des aménagements fonciers et hydrauliques réalisés par le concessionnaire sur le Domaine Public, d'autre part des améliorations de potentiel de production qu'il a apportées à sa concession ». Cependant, le montant de l'indemnité est plus ou moins encadré par une Commission Technique d'Evaluation qui examine le montant de l'indemnité en se référant à la valeur moyenne des transactions effectuées les deux années précédentes tout en tenant compte notamment des améliorations apportées entre temps par le cédant et lorsqu'il est constaté un écart non justifié entre la moyenne constatée et le montant de l'indemnité proposé, le préfet peut décider de soumettre la substitution à concurrence. Ce recours à la concurrence correspond alors à un appel d'offres avec possibilité d'enchères, la mise à prix correspondant alors à la moyenne de référence. Au final, comme le soulignent Mongruel, *et al.*, (2008b), une transaction peut correspondre à trois niveaux de prix : le prix de référence, le prix figurant au contrat si celui-ci est jugé comme ne s'écartant pas du niveau de référence et le prix « réel », qui peut être supérieur au prix figurant au contrat si la transaction est réalisée suite à un appel d'offres.

Si l'on voit bien ici que l'on a affaire à des transactions marchandes, la loi ne reconnaît un marché des concessions que de façon implicite<sup>145</sup> en gardant le terme *d'indemnité de substitution* alors que les transactions donnent lieu à l'établissement d'un contrat et au versement d'un prix. Cela permet à l'administration, selon Mongruel, *et al.*, (2008b), de « préserver en apparence le principe d'inaliénabilité du DPM ».

Nous allons à présent nous intéresser au foncier conchylicole arcachonnais.

## 2. Le foncier conchylicole arcachonnais

Après avoir décrit le foncier conchylicole arcachonnais, nous procédons à une analyse spatiale de la distribution des indemnités de substitution.

---

<sup>145</sup> Pour davantage d'informations relatives « au marché des concessions » voir notamment Mongruel, *et al.*, (2008a).

## 2.1. Description

Nous présentons dans un premier temps le cadastre ostréicole puis nous abordons la réglementation applicable aux concessions arcachonnaises issue du schéma des structures.

### 2.1.1. Présentation

Le foncier conchylicole arcachonnais<sup>146</sup> représente une surface totale d'environ 700 hectares en 2006. Cette surface n'a cessée de diminuer comme on peut le voir en introduction générale.

L'analyse des données du Recensement de 2001 faisait par ailleurs apparaître que près d'un quart des parcelles concédées n'étaient pas exploitées. De plus, près de 4% des parcelles disponibles sur le Bassin ne sont pas concédées. La Figure 5-1 représente le cadastre ostréicole. On peut voir ici que les parcelles se répartissent autour des chenaux. Elles sont situées principalement dans le sud du Bassin, à proximité des passes.

Figure 5-1 – Cadastre ostréicole 2010



Source : Auteur, d'après DDAM33 (2010)

<sup>146</sup> Nous limitons notre analyse du foncier conchylicole aux parcelles intra-bassin ; les parcelles du Banc d'Arguin et celles situées dans les ports ne sont pas considérées.

Concernant les indemnités de substitution<sup>147</sup>, selon la localisation des parcelles, le prix moyen à l'are est plus ou moins élevé. Egalement, pour un même secteur, l'écart entre l'indemnité minimale et l'indemnité maximale peut être très important. Cela s'explique notamment parce que les parcs « de première ligne », ceux situés à proximité des chenaux, sont souvent plus valorisés que ceux de « seconde ligne », les premiers étant souvent plus productifs.

### 2.1.2. Schéma des structures

Nous avons vu précédemment que le décret de 1987 faisait obligation aux Commissions de Cultures Marines d'établir un schéma des structures pour fixer les dimensions minimales et maximales mais également pour prendre toutes les dispositions qui seront nécessaires afin de « favoriser une meilleure répartition des eaux salées nécessaires aux productions biologiques » (article 4.1, 4<sup>ème</sup> alinéa). C'est ainsi que l'arrêté du 30 novembre 1987 *portant schéma des structures des exploitations de Cultures Marines pour le Bassin d'Arcachon* a fixé la dimension minimale de première installation à 45 ares, la dimension minimale de référence pour une exploitation familiale moyenne à 1,20 hectares et la dimension maximale d'une exploitation familiale à 2 hectares sachant que cette dimension maximale peut être augmentée de 50% par unité de main d'œuvre supplémentaire jusqu'à 7 hectares. Egalement, il est fait obligation à tout nouvel exploitant d'atteindre dans un délai de 5 ans la dimension minimale de première installation. Ce premier schéma des structures se contente donc de fixer les différentes dimensions. Par la suite, l'arrêté du 16 novembre 1992 *portant schéma des structures des exploitations des cultures marines pour le Bassin d'Arcachon* va venir renforcer l'encadrement de l'utilisation des parcelles concédées en complétant celui de 1987. Cet arrêté comporte deux parties. La première, d'ordre général, concerne la gestion des déchets ostréicoles ainsi que le balisage des parcelles (article 2) ; elle limite également à 25% de la surface totale concédée destinée au captage pour chaque exploitation. La deuxième correspond à des dispositions particulières propres à certains secteurs, chacun des secteurs concernés n'étant par ailleurs pas soumis aux mêmes règles. Cependant, ces dispositions particulières tendent toutes à limiter l'activité sur les parcelles sur lesquelles elles s'appliquent. Cette différenciation des parcelles selon les secteurs s'explique par le fait que les parcelles en question sont les plus productives et donc les professionnels ont

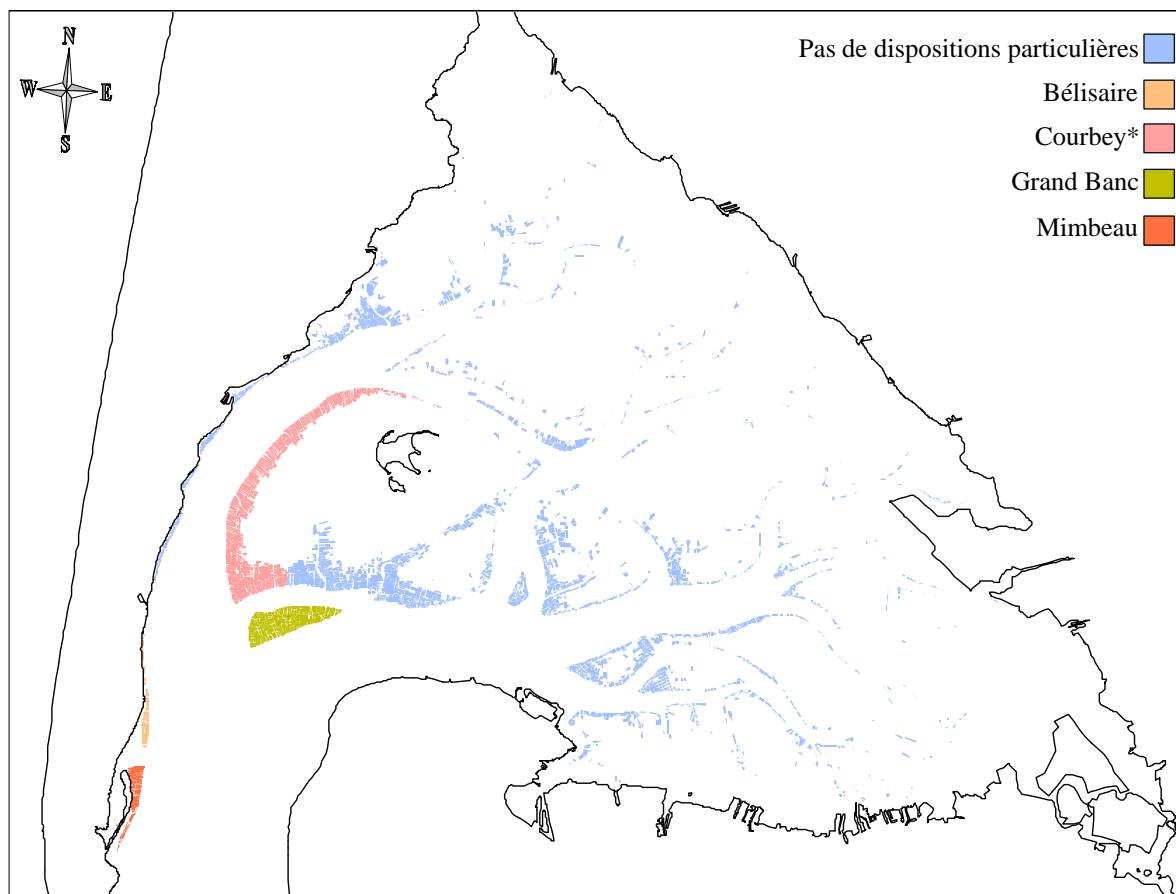
---

<sup>147</sup> On parle également d'indemnité de cession.

tendance à surcharger<sup>148</sup> les parcs. Quant aux parcelles non concernées, ce sont généralement celles qui sont les moins productives.

La Figure 5-2 fait apparaître les zones concernées par des dispositions particulières et celles qui ne le sont pas.

**Figure 5-2 – Zones concernées et non concernées par des dispositions particulières**



\* Il s'agit du secteur du Courbey aux Jalles

Source : Auteur, d'après DDAM33 (2010)

Les dispositions particulières les plus importantes concernent les densités maximales pour l'élevage et le captage ainsi que des restrictions sur la surface exploitable par concession.

Concernant le secteur de Bélisaire, la densité maximale à l'are pour les huîtres marchandes est d'une tonne et les poches ne doivent pas occuper plus de 50% du terrain. Pour le secteur du Grand Banc aussi les poches ne doivent pas occuper plus de 50% du terrain et

<sup>148</sup> La surcharge des parcs entraînerait une baisse des rendements (Le Roux & Boncoeur, 2006). Ainsi, dans les années 1980 sur le Bassin Marennes Oléron, la surcharge expliquerait que la durée pour obtenir une huître commercialisable soit passée de 2 à 4 ans. Egalement, de nombreux auteurs ont démontré que la croissance est fonction de la densité en élevage (Héral, 1989). Héral (1989) prend l'exemple de la baie d'Hiroshima où l'augmentation de la production de 54 000 à 110 000 tonnes entre 1955 et 1970 due au développement rapide du nombre de radeau en élevage a eu pour conséquence, du fait de l'augmentation de la biomasse cultivée, d'allonger le temps de croissance des huîtres – qui est passé de 1 à 2 ans – ce qui a eu pour effet d'amener des complications dans les rotations des élevages et d'augmenter les coûts de production.



s'agissant de l'élevage à plat, la densité ne doit pas dépasser le seuil d'une tonne à l'are ; cette restriction concerne aussi le secteur du Mimbeau<sup>149</sup>. Egalement sur le secteur du Grand Banc, le captage ne soit pas dépasser 50% d'occupation de la surface (sur tables). Enfin, pour le secteur du Courbey, la restriction concernant l'élevage à plat est portée à 800 kg par are avec toujours un maximum de 50% d'occupation de la surface en surélevé.

Par la suite, l'arrêté du 26 avril 2001 vient à nouveau modifier celui du 30 novembre 1987 portant schéma des structures des exploitations des cultures marines pour le Bassin d'Arcachon. Il porte la dimension minimale de référence correspondant à la superficie d'une exploitation familiale moyenne à 90 ares au lieu de 120 ares auparavant.

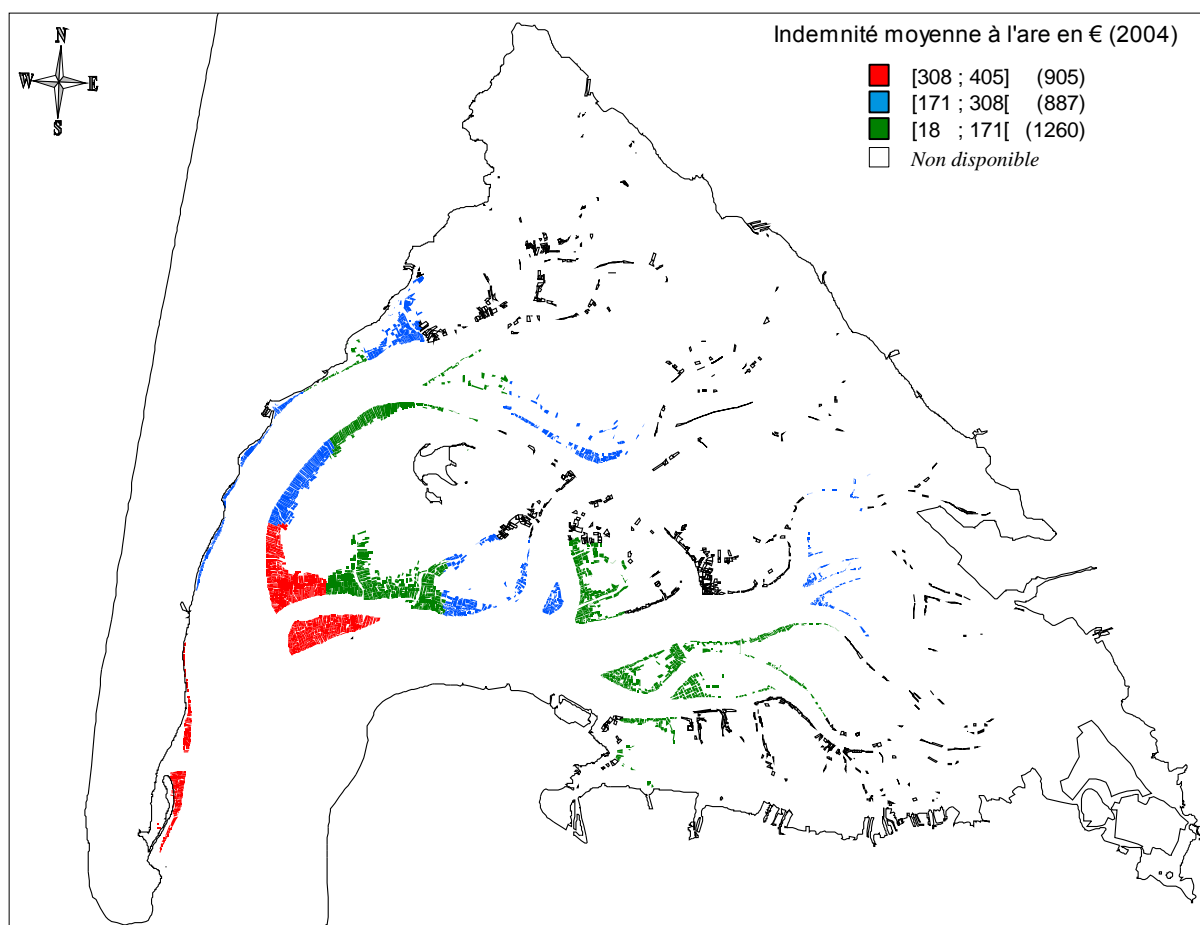
Les dispositions générales seront par la suite modifiées en 2009 par l'arrêté du 24 février. Les changements sont importants, portant à la fois sur des restrictions de densité d'élevage au sol et en surélevé mais également sur des restrictions quant au nombre de collecteurs pouvant être utilisés. Ces nouvelles dispositions ne concernent que les parcelles non soumises à des dispositions particulières. Ainsi, pour l'élevage en surélevé, la densité maximale est portée à 100 poches à l'are. Pour l'élevage à plat, la densité maximale est d'une tonne à l'are. S'agissant du captage, les surfaces qui y sont consacrées ne peuvent être supérieures à 40% de l'ensemble de la surface des parcs concédés à un exploitant et l'exploitant ne pourra déposer plus de 1 000 tuiles ou 22 000 coupelles ou 170 plénos à l'are.

Tous ces éléments ne sont pas sans influencer la valeur qui peut être attribuée à une concession. En effet, comme nous le verrons par la suite, l'emplacement géographique des concessions – et donc les dispositions particulières qui peuvent les concerner – ainsi que les potentiels productifs vont avoir une incidence sur le niveau de l'indemnité de chaque parcelle. La Figure 5-3 permet d'étayer un peu plus cette hypothèse.

---

<sup>149</sup> Il s'agit en fait du secteur du Ferret.

Figure 5-3 – Indemnité moyenne par zone conchylicole en 2004 (en €)



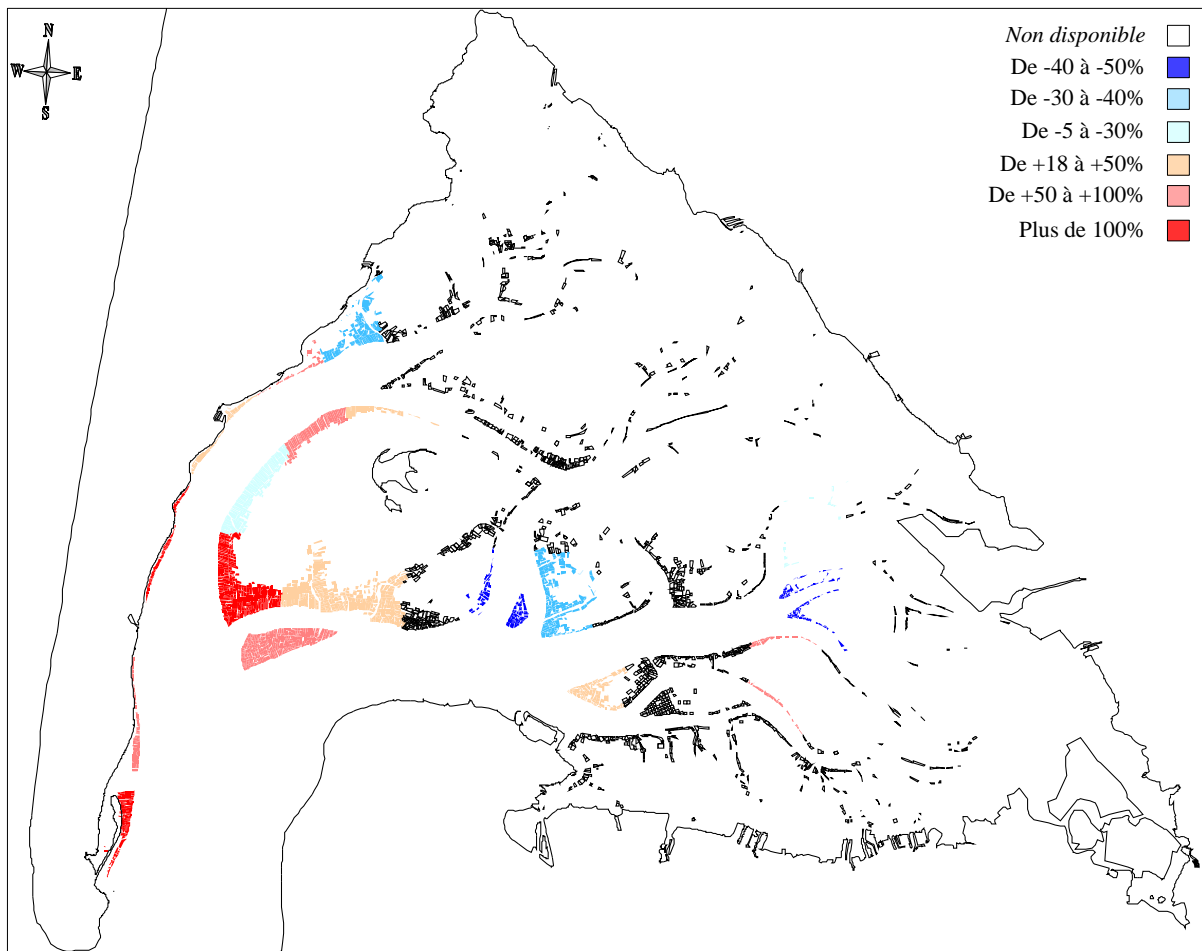
Source : Auteur, d'après DDAM33 (2010)

Concernant les indemnités de substitution en 2004<sup>150</sup>, en fonction d'où sont situées les parcelles, le prix moyen à l'are est plus ou moins élevé. Pour un même secteur, l'écart entre l'indemnité minimale et l'indemnité maximale peut être très important. On voit en effet que les parcelles dont l'indemnité à l'are est la plus élevée sont situées principalement à proximité des côtes. Néanmoins, si la situation en 2006 était comparable (Gauthier & Malfait, 2007), certains secteurs ont vu leurs indemnités de substitution augmenter considérablement. Ainsi en 2010<sup>151</sup>, les Affaires Maritimes de la Gironde ont mis en évidence que les secteurs tels que celui du Courbey avaient vu leur indemnité moyenne à l'are multipliée par plus de 2 entre 2004 et 2010 ou encore par plus de 3 pour le secteur de L'Herbe, deux secteurs bénéficiant des apports océaniques directs puisque situés à proximité des passes ou des chenaux principaux du Bassin, ou encore des côtes pour le secteur de L'Herbe (Figure 5-4).

<sup>150</sup> Nous disposons aussi d'informations sur les indemnités moyennes en 2010 mais pas sur toutes les zones du Bassin c'est pourquoi nous avons préféré ne faire figurer que les informations relatives à l'année 2004.

<sup>151</sup> L'évolution calculée par les Affaires Maritimes était en euros courants. Nous avons donc actualisé les indemnités de 2004 pour les exprimer en euros 2010.

Figure 5-4 – Evolution de l'indemnité moyenne à l'are entre 2004 et 2010



Source : Auteur, d'après DDAM33 (2010)

De la même façon, l'indemnité moyenne à l'are a été multipliée par près de 2 s'agissant des secteurs du Ferret, de Piquey ou encore de Bélisaire et du Grand Banc. Eux aussi bénéficient des apports océaniques presque directement. Il est à noter que quasiment tous les secteurs ayant connu une évolution positive majeure de leur indemnité moyenne de substitution sont des secteurs concernés par des dispositions particulières. S'agissant des secteurs ayant connu une baisse de leur indemnité moyenne de substitution entre 2004 et 2010, ils sont situés surtout à l'est du Bassin ou au nord du Bassin, secteurs considérés généralement comme moins productifs. Le secteur Canelon a toutefois connu une baisse alors que les parcelles situées à proximité ont connu une hausse ; mais cette baisse est relativement limitée puisque qu'elle est de -6%.

Pour approfondir l'idée que la position géographique des parcelles concédées a une influence sur le niveau de l'indemnité, nous allons utiliser les méthodes de l'analyse spatiale afin de détecter la présence éventuelle d'autocorrélation spatiale.

## 2.2. *Analyse spatiale*

Nous allons en premier lieu exposer les méthodes de l'analyse spatiale que nous mobilisons puis en deuxième lieu, nous appliquons ces méthodes à nos données.

### 2.2.1. Les méthodes

Les méthodes de l'analyse exploratoire des données spatiales – ou *ESDA*<sup>152</sup> – permettent d'identifier l'existence d'un lien géographique entre les observations appelé autocorrélation spatiale. L'autocorrélation spatiale est une mesure de la dépendance entre les valeurs d'une variable aléatoire mesurées sur des unités spatiales, dépendance qui s'explique par leur degré de proximité. Il n'est pas nécessaire que le lien géographique soit associé à une interaction entre les observations. En effet, il peut être question uniquement des caractéristiques d'une localisation par rapport à une autre. L'ESDA permet d'intégrer dans le champ de l'analyse exploratoire des données, qui repose sur une logique d'observation, la première loi géographique de Tobler (1979) selon laquelle « tout interagit avec tout, mais deux objets proches ont plus de chance de le faire que deux objets éloignés »<sup>153</sup>. L'ESDA permet donc de détecter la présence d'autocorrélation spatiale sur un espace donné ce qui correspond en fait à mettre en évidence une interdépendance entre observations géographiques. L'existence de cette interdépendance nous indique que la valeur constatée d'une variable aléatoire en un point donné de l'espace dépend de la valeur observée de cette variable en d'autres points de l'espace.

On distingue deux formes d'autocorrélation spatiale : une autocorrélation spatiale globale et une autocorrélation spatiale locale. La première analyse les observations en considérant l'espace absolu<sup>154</sup> et permet de mettre en évidence si, au sein de cet espace, la concentration géographique de données similaires est significative ou non tandis que la seconde considère l'espace relatif<sup>155</sup> et permet de mettre en évidence, au sein du schéma global précédent, des concentrations géographiques significatives de valeurs similaires et si certaines observations et leurs voisines se détachent de cette tendance.

---

<sup>152</sup> Exploratory Spatial Data Analysis

<sup>153</sup> “*Everything is related to everything else, but closer things more so.*”

<sup>154</sup> Sur l'ensemble de l'espace considéré.

<sup>155</sup> Espace considérant la position des observations les unes par rapport aux autres.

2.2.1.1. La détection de l'autocorrélation spatiale globale.

Généralement, la statistique utilisée pour mesurer la présence d'une autocorrélation spatiale dans une distribution est la statistique de Moran<sup>156</sup> (1948). La statistique  $I$  de Moran (1948) s'écrit de la manière suivante :

$$I = \frac{N \sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (5.1)$$

avec :  $N$ , le nombre total d'observations ;

$i$ , l'unité de référence et  $j$ , l'unité voisine du point  $i$  ;

$x_i$ , l'observation dans l'unité spatiale  $i$  et de moyenne  $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_i x_i$  ;

et  $S_0 = \sum_i \sum_j w_{ij}$ , un facteur d'échelle avec  $w_{ij}$  un élément de la matrice de poids  $W$ . Si  $W$  est standardisée alors  $S_0 = N$ .

Le numérateur correspond à la covariance entre unités voisines et le dénominateur à la variance totale observée. Sous forme matricielle, la statistique  $I$  de Moran (1948) s'écrit :

$$I = \frac{N z' W z}{S_0 z' z} \quad (5.2)$$

où  $z$  est la variable standardisée.

Une matrice de poids spatiale est une matrice carrée d'ordre  $N$ , notée  $W$ , où chaque terme  $w_{ij}$  représente la façon dont la localisation  $i$  et la localisation  $j$  sont connectées spatialement. Elle est posée de façon exogène mais sa spécification conditionne les résultats d'estimation et d'inférence des modèles spatiaux. Il est donc nécessaire d'une part, que la structure spatiale que l'on cherche à mettre en évidence dans les données soit connue avant l'estimation du modèle et d'autre part, que plusieurs matrices de poids soient testées et que les statistiques  $I$  de Moran (1948) associées soient comparées afin de retenir la forme de la matrice de poids qui apporte le plus d'informations sur l'autocorrélation spatiale globale. Ainsi, la matrice de poids qui sera choisie sera celle dont, compte tenu de la structure spatiale des données, la valeur du  $I$  de Moran standardisée<sup>157</sup> associée est la plus élevée (Dall'Erba, 2004).

Il existe plusieurs catégories de matrices de poids spatiales dont les principales sont les matrices de contiguïté, les matrices de distance et les matrices des  $k$  plus proches voisins.

<sup>156</sup> Il existe également la statistique de Geary mais cette dernière est souvent délaissée au profit de la statistique de Moran qui est généralement plus stable (Upton & Fingleton, 1985).

<sup>157</sup> La valeur standardisée de la statistique  $I$  de Moran est égale à  $I - E(I)/\sigma(I)$ .

Dans les matrices de contiguïté, deux unités spatiales sont contiguës si elles possèdent une frontière commune. On aura alors  $w_{ij} = 1$  si les unités spatiales sont contiguës à l'ordre 1 et  $w_{ij} = 0$  sinon. Une unité spatiale ne pouvant pas être contiguë avec elle-même, la diagonale de la matrice de poids  $W$  ne contient que des valeurs nulles. De façon plus générale, deux unités spatiales  $i$  et  $j$  sont contiguës à l'ordre  $k$  si  $k$  est le nombre de frontières à traverser pour aller de  $i$  à  $j$ . Parmi ces matrices de contiguïté, on distingue trois catégories. Le critère de différenciation est un critère de déplacement dont la terminologie a été empruntée au jeu d'échecs (Cliff & Ord, 1981) : le déplacement selon le critère de la tour consiste à considérer comme voisines deux unités spatiales représentées par des polygones partageant un même côté ; le déplacement selon le critère du fou consiste à considérer comme voisines deux unités spatiales représentées par des polygones partageant un même sommet ; le déplacement selon le critère de la reine consiste à considérer comme voisines deux unités spatiales représentées par des polygones partageant un même sommet ou un même côté. Ce type de matrices nécessite donc qu'il n'y ait pas d'unité spatiale isolée au sein de l'espace étudié.

Dans le cas où au sein de l'espace étudié il y a des unités spatiales isolées, les matrices de distance seront utilisées. Dans ce cas, on supposera que l'intensité des interactions entre deux unités spatiales dépend de la distance entre les centroïdes de ces unités spatiales. La matrice de poids  $W$  sera alors construite à partir d'une fonction décroissante de la distance entre les observations. Plusieurs indicateurs peuvent être utilisés selon la définition de la distance – distance à vol d'oiseau par exemple, ou encore des indices d'accessibilité. Quant aux formes fonctionnelles, les plus utilisées sont la fonction exponentielle inverse, une fonction de l'inverse de la distance (Le Gallo, 2002b) ou encore une combinaison d'une mesure de distance et de la longueur relative de la frontière commune entre deux unités spatiales pour tenir compte de l'irrégularité du zonage comme l'ont proposé Cliff & Ord (1981).

Egalement lorsqu'il y a des unités spatiales isolées au sein de l'espace étudié, on peut utiliser les matrices des  $k$  plus proches voisins qui sont basées sur une notion de distance également mais qui contrairement aux matrices de distance ne sont pas symétriques. On aura alors  $w_{ij} = 1$  si le centre de la zone  $j$  est l'un des  $k$  plus proches voisins de  $i$  et  $w_{ij} = 0$  sinon. Le paramètre  $k$  est fixé a priori. Cette méthode est notamment adaptée lorsque les tailles des unités spatiales sont très hétérogènes.

Le test de l'autocorrélation globale avec la statistique  $I$  de Moran repose sur l'hypothèse nulle d'absence d'autocorrélation. Pour réaliser ce test, on utilise généralement la procédure de permutation (Anselin, 1995b). Cette procédure consiste à générer empiriquement une distribution de référence pour le  $I$  de Moran en permutant les valeurs observées sur toutes les localisations et en recalculant les statistiques pour chaque nouvel échantillon. Cela permet d'obtenir des pseudos-niveaux de significativité et par là-même de conclure sur le test.

Dans le cas d'une acceptation de l'hypothèse nulle, c'est-à-dire en l'absence d'autocorrélation spatiale, la valeur attendue du  $I$  de Moran est (Moran, 1950 ; Cliff & Ord, 1981) :

$$E(I) = -\frac{1}{N-1} \quad (5.3)$$

Si  $I \neq E(I)$  alors on est en présence d'autocorrélation spatiale. Cette dernière sera positive et traduira un regroupement spatial de valeurs semblables si  $I > E(I)$  tandis qu'elle sera négative et traduira un regroupement spatial de valeurs dissemblables si  $I < E(I)$ .

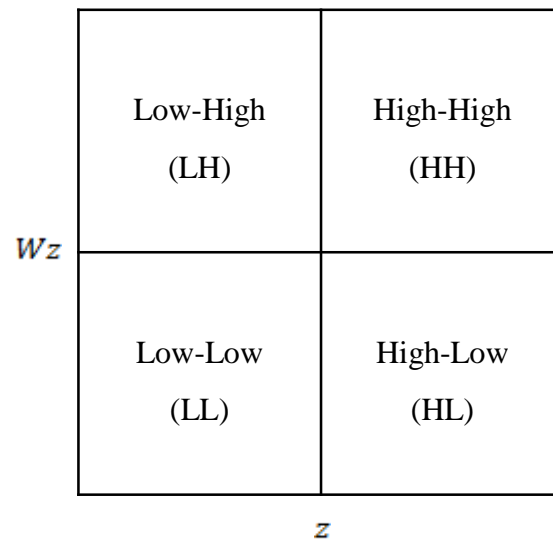
#### 2.2.1.2. La détection de l'autocorrélation spatiale locale

Les méthodes généralement utilisées pour la détection de l'autocorrélation spatiale locale sont le diagramme de Moran (Anselin, 1996) et les indicateurs locaux d'association spatiale ou *LISA*<sup>158</sup>(Anselin, 1995b).

Le diagramme de Moran permet de visualiser les formes d'autocorrélation spatiale locale, d'analyser l'instabilité locale spatiale et de détecter des localisations atypiques. Sur ce diagramme la valeur standardisée de la variable (notée  $z$ ) figure en abscisses et son décalage spatial standardisé (noté  $Wz$ ) figure en ordonnées.  $Wz$  correspond en fait à la moyenne des valeurs de la variable étudiée des unités spatiales voisines. Ce diagramme partage le plan en quatre quadrants, chacun des quadrants correspondant à une catégorie d'association spatiale locale pouvant exister entre une unité spatiale et ses unités spatiales voisines. Il se présente comme suit (Figure 5-5) :

<sup>158</sup> *Local Indicators of Spatial Association.*

Figure 5-5 – Diagramme de Moran



- le quadrant *High-High* (HH) contient les unités spatiales associées à des valeurs élevées entourées d'unités spatiales voisines associées elles aussi à des valeurs élevées ;
- le quadrant *Low-Low* (LL) contient les unités spatiales associées à des valeurs faibles entourées d'unités spatiales voisines associées elles aussi à des valeurs faibles ;
- le quadrant *Low-High* (LH) contient les unités spatiales associées à des valeurs faibles entourées d'unités spatiales voisines associées à des valeurs élevées ;
- le quadrant *High-Low* (HL) contient les unités spatiales associées à des valeurs élevées entourées d'unités spatiales voisines associées à des valeurs faibles.

Les quadrants *HH* et *LL* indiquent donc une autocorrélation spatiale positive puisque qu'ils correspondent à un regroupement spatial de valeurs semblables tandis que les quadrants *HL* et *LH* indiquent une autocorrélation spatiale négative puisqu'ils correspondent à un regroupement spatial de valeurs dissemblables. Ces derniers permettent ainsi de visualiser les localisations atypiques.

Le diagramme de Moran ne fournissant pas d'informations sur la significativité des regroupements spatiaux, il est nécessaire de compléter l'analyse à l'aide d'indicateurs locaux d'association spatiale.

Selon Anselin (1995b), un indicateur local d'association spatiale est toute statistique satisfaisant les deux conditions suivantes :

- l'indicateur local d'association spatiale donne une indication sur le regroupement spatial significatif de valeurs similaires autour de chaque observation ;



- la somme des statistiques de LISA associées à toutes les observations est proportionnelle à un indicateur global d'association spatiale.

La combinaison de l'information obtenue par le diagramme de Moran et la significativité des LISA, nous permet d'obtenir des cartes de significativité montrant les unités spatiales associées à un LISA significatif. Chaque quadrant du diagramme de Moran est reporté sur ces cartes où les unités spatiales sont différenciées par un code couleur selon le quadrant concerné (Anselin & Bao, 1997). On utilise alors une version locale de la statistique mesurant l'autocorrélation spatiale globale. La version locale du  $I$  de Moran est, pour chaque unité spatiale  $i$  la suivante (Anselin, 1995b) :

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{m_0} \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad \text{avec} \quad m_0 = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}{N} \quad (5.4)$$

La statistique globale  $I$  sera égale à la moyenne des statistiques locales  $I_i$  si  $W$  est standardisée.

Une valeur positive de la version locale du  $I$  de Moran indique un regroupement spatial de valeurs similaires (autocorrélation spatiale locale positive) tandis qu'une valeur négative indique un regroupement spatial de valeurs dissemblables (autocorrélation spatiale locale négative) entre une unité spatiale et ses voisines. De plus, la distribution pour ces statistiques ne pouvant être approximée par une loi normale, l'inférence statistique doit être basée sur l'approche de permutation conditionnelle<sup>159</sup> (Anselin, 1995b). Les probabilités critiques ainsi obtenues pour les statistiques locales de Moran correspondent à des pseudo-niveaux de significativité.

### 2.2.2. Application

Avant de procéder à l'analyse spatiale de nos données, nous décrivons la distribution des indemnités de substitution et déterminons la matrice de poids qui sera utilisée.

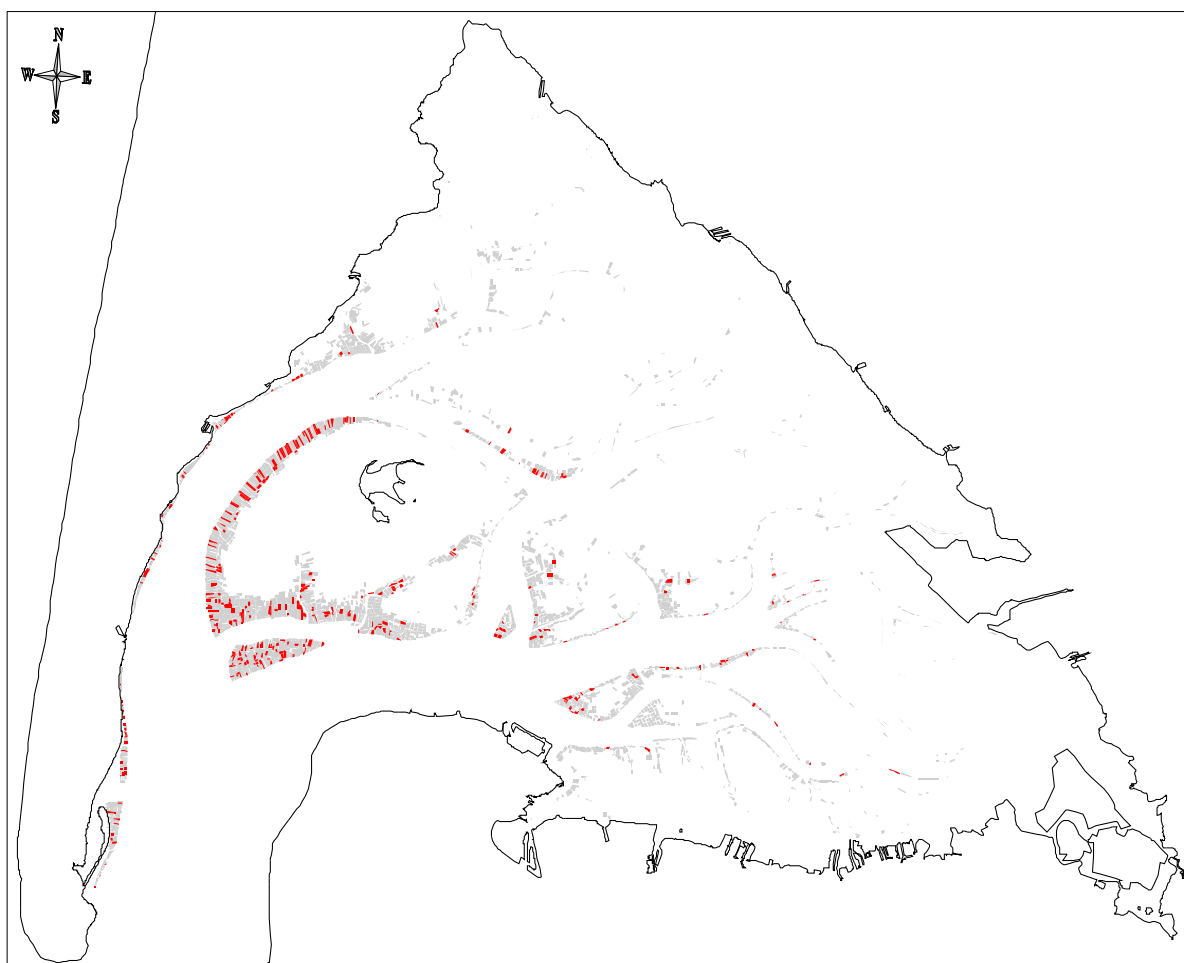
---

<sup>159</sup> La valeur de  $x_i$  pour la localisation  $i$  est maintenue fixée tandis que les valeurs restantes sont permutées sur toutes les autres unités spatiales.

## 2.2.2.1. Description de la distribution des indemnités de substitution

Les transactions que nous étudions sont au nombre de 425 (Figure 5-6). Elles ont eu lieu entre 1979 et 2010<sup>160</sup>. L'indemnité de substitution la plus faible<sup>161</sup> est de 69 € tandis que la plus élevée est de 41 108 €. La valeur moyenne des indemnités est de 5 712 €.

**Figure 5-6 – Transactions de substitution sur le Bassin d'Arcachon entre 1979 et 2010**



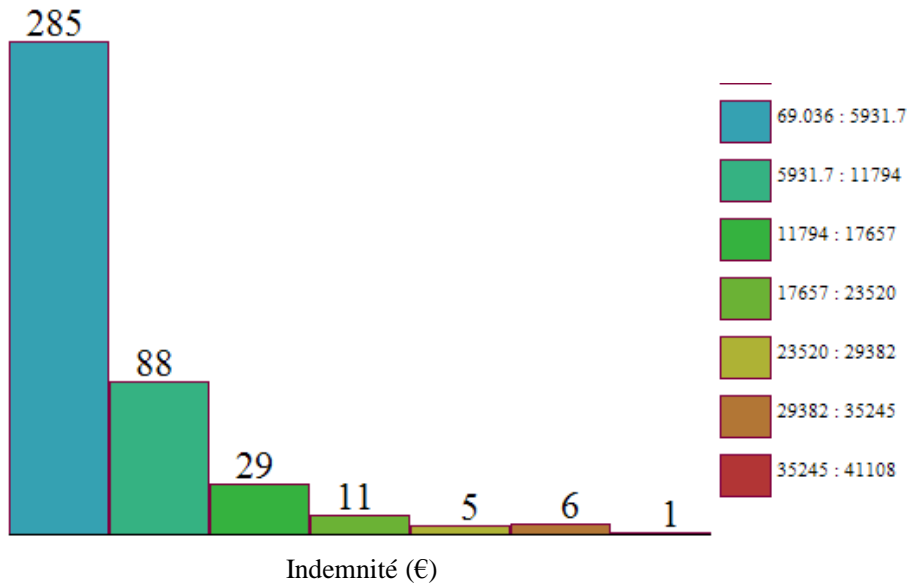
Source : Auteur, d'après DDAM33 (2010)

L'histogramme suivant (Figure 5-7) nous montre la répartition des indemnités de substitution en euros. L'indemnité médiane est de 3 661 € et l'écart-type de 6 229 €.

<sup>160</sup> En raison du nombre d'années considérées, les valeurs des indemnités ont été actualisées. Elles sont donc exprimées en euros 2010.

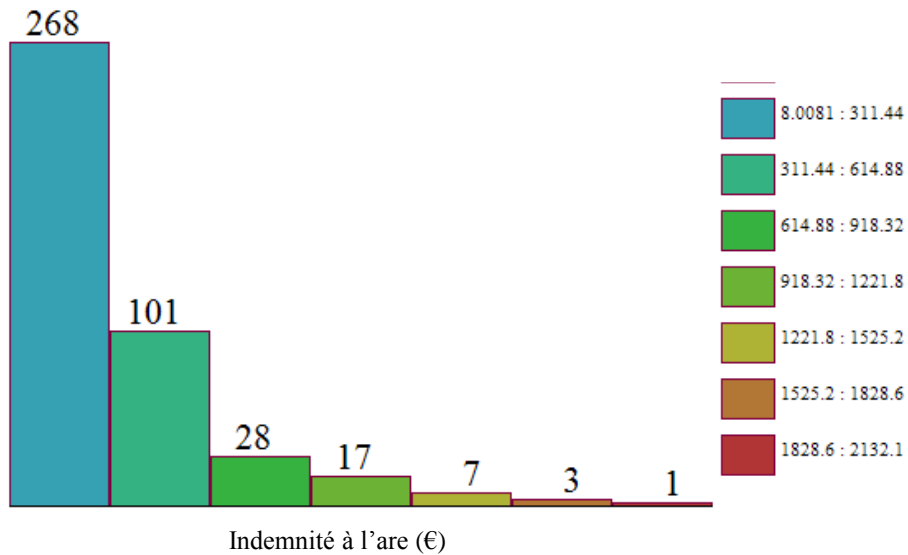
<sup>161</sup> Notre base initiale contenait des transactions dont le montant était inférieur à 69 € et plus précisément elles se montaient à 0 ou 1 €. Comme il s'agit de cas particuliers de transactions, nous avons fait le choix de ne pas les inclure dans l'analyse.

Figure 5-7 – Histogramme des indemnités de substitution (en €)



Ainsi on peut voir que près de 67% des transactions ont une valeur inférieure à 5 931 euros. Si on regarde à présent la répartition des indemnités à l'are, elle est similaire (Figure 5-8).

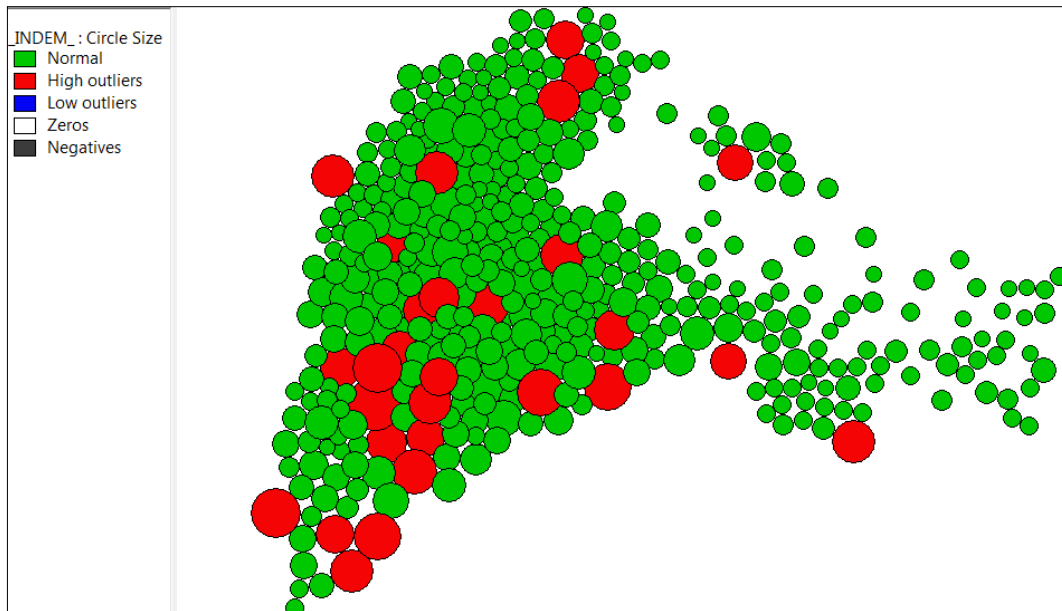
Figure 5-8 – Histogramme des indemnités de substitution à l'are (en €)



En moyenne, l'indemnité à l'are est de 324 €, l'indemnité médiane à l'are est de 206 € et l'écart-type de 316 €. 63% des transactions ont une indemnité inférieure à 311 €. La Figure 5-9 suivante présente le cartogramme des indemnités de substitution. Un cartogramme permet de mettre en évidence les valeurs extrêmes sur une carte, que l'on appelle également valeurs aberrantes ou *outliers*. Les unités spatiales initiales sont remplacées par des cercles dont l'aire est proportionnelle à la valeur de la variable étudiée (Anselin, 1995a). Les valeurs extrêmes

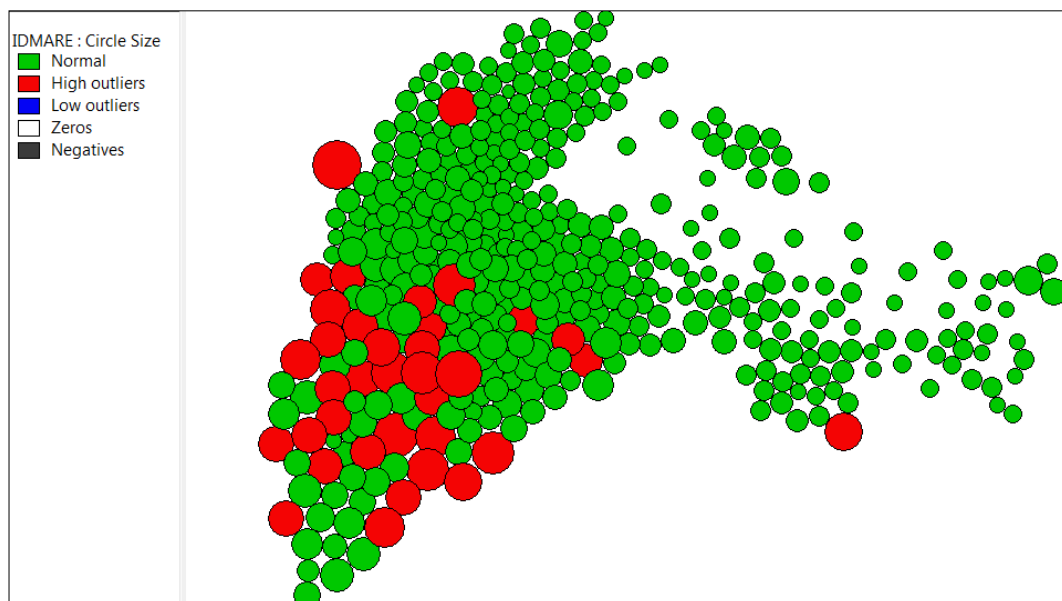
peuvent permettre de mettre en évidence l'existence d'une rupture dans la structure des données ce qui est caractéristique des régimes spatiaux.

**Figure 5-9 – Cartogramme des indemnités de substitution**



On peut y voir la présence d'*outliers* qui correspondent donc à des valeurs extrêmes dans la distribution des indemnités de substitution. Elles sont au nombre de 29 et correspondent à des indemnités de substitution d'au moins 15 953 €. La majorité des *outliers* est située au sud du Bassin. Elles correspondent à des valeurs bien supérieures d'indemnités et des surfaces importantes également c'est pourquoi il convient de regarder le cartogramme des indemnités à l'are (Figure 5-10).

**Figure 5-10 – Cartogramme des indemnités de substitution à l'are**



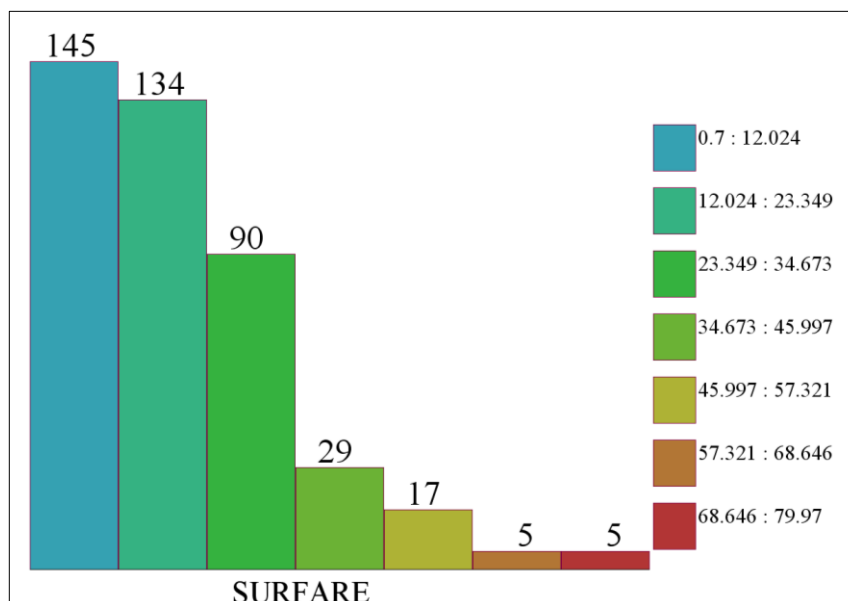
Les *outliers* sont au nombre de 36 et correspondent à une indemnité à l'are de minimum 899 €. Le cartogramme des indemnités à l'are (Figure 5-10) confirme donc la conclusion précédente selon laquelle les parcelles les plus chères sont situées au sud du Bassin d'Arcachon.

La visualisation cartographique de la distribution des indemnités de substitution, même si elle nous permet de penser que les parcelles les plus chères semblent se concentrer au sud du Bassin d'Arcachon, ne nous permet pas de juger de la présence ou non de dépendance spatiale. Pour cela, il est nécessaire de recourir aux outils de détection de l'autocorrélation spatiale globale et locale. Mais auparavant, nous devons déterminer quelle sera la matrice de poids utilisée.

#### 2.2.2.2. Détermination de la matrice de poids

Comme nous l'avons évoqué plus haut, la matrice de poids qui sera choisie sera celle dont, compte tenu de la structure spatiale des données, la valeur du  $I$  de Moran standardisé associée est la plus élevée (Dall'Erba, 2004). Etant en présence d'unités spatiales isolées, nous ne pouvons utiliser des matrices de contiguïté. De plus, les unités spatiales que sont nos parcelles sont très hétérogènes en termes de taille. En moyenne les parcelles font un peu plus de 20 ares. Cependant, la plus petite mesure 0,7 are tandis que la plus grande mesure près de 80 ares. La surface médiane est de 17,18 ares tandis que l'écart type est de 14,17 ares. La Figure 5-11 présente la distribution des parcelles selon la surface en ares.

**Figure 5-11 – Histogramme des surfaces des parcelles (en ares)**



Le Tableau 5-1 suivant présente les statistiques  $I$  de Moran pour différentes matrices de poids basées sur la méthode des  $k$  plus proches voisins et sur la distance.

**Tableau 5-1 – Statistiques  $I$  de Moran pour différentes matrices de poids**

Matrice de poids	$I$ de Moran	Espérance de $I$ $E(I)$	Moyenne	Ecart-type $\sigma(I)$	Pseudo-niveaux de significativité	Valeur standardisée du $I$ de Moran
<i>k</i> plus proches voisins						
2 voisins	0,2853	-0,0024	-0,0020	0,0435	0,0010	6,6138
3 voisins	0,3141	-0,0024	-0,0013	0,0366	0,0010	8,6475
4 voisins	0,3025	-0,0024	-0,0019	0,0322	0,0010	9,4689
5 voisins	0,2816	-0,0024	-0,0008	0,0301	0,0010	9,4352
6 voisins	0,2699	-0,0024	-0,0028	0,0266	0,0010	10,2368
7 voisins	0,2683	-0,0024	-0,0031	0,0238	0,0010	11,3740
8 voisins	0,2626	-0,0024	-0,0023	0,0219	0,0010	12,1006
9 voisins	<b>0,2500</b>	-0,0024	-0,0020	<b>0,0207</b>	0,0010	<b>12,1932</b>
10 voisins	0,2341	-0,0024	-0,0026	0,0197	0,0010	12,0051
11 voisins	0,2237	-0,0024	-0,0023	0,0199	0,0010	11,3618
12 voisins	0,2193	-0,0024	-0,0027	0,0191	0,0010	11,6073
Distance euclidienne						
Distance	0,1913	-0,0024	-0,0028	0,0163	0,0010	11,8834

La valeur standardisée de la statistique  $I$  de Moran étant la plus élevée pour la matrice des 9 plus proches voisins, c'est cette dernière qui nous servira à mener l'analyse spatiale.

La forme générale de la matrice de poids des  $k$  plus proches voisins est la suivante :

$$\begin{cases} w_{ij}^* = 0 \text{ si } i = j \forall k \\ w_{ij}^* = 1 \text{ si } d_{ij} \leq d_i(k) \text{ et } w_{ij} = w_{ij}^*(k) / \sum_j w_{ij}^*(k) \\ w_{ij}^* = 0 \text{ si } d_{ij} > d_i(k) \end{cases} \quad (5.5)$$

où  $w_{ij}^*(k)$  est un élément de la matrice de poids,  $w_{ij}(k)$  est un élément de la matrice standardisée en lignes,  $d_i(k)$  est la valeur seuil définie pour chaque unité spatiale  $i$ , c'est-à-dire la plus petite distance d'ordre  $k$  entre les unités spatiales  $i$  et  $j$ , telle que l'unité spatiale  $i$  possède exactement  $k$  unités spatiales voisines.

### 2.2.2.3. Détection de l'autocorrélation spatiale globale dans la distribution des indemnités de substitution

Les résultats de l'inférence statistique réalisée avec 999 permutations (Figure 5-12) avec une matrice de poids des neuf plus proches voisins sont présentés dans le Tableau 5-2 suivant.

Figure 5-12 – Test sur la valeur  $I$  de Moran par permutation

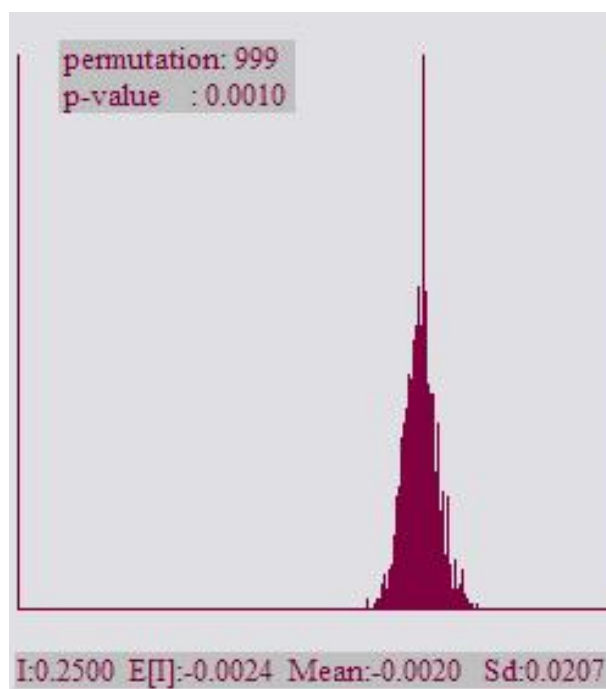


Tableau 5-2 – Résultats du test d'autocorrélation spatiale globale du  $I$  de Moran

$I$ de Moran	Espérance de $I$	Moyenne	Ecart-type	Pseudo-niveaux de significativité
0,2500	-0,0024	-0,0020	0,0207	0,0010

Les résultats nous indiquent que nous sommes en présence d'une autocorrélation spatiale positive puisque  $E(I) < I$ . En effet, la statistique  $I$  de Moran est significativement positive avec une probabilité de 0,0010. Cette probabilité étant inférieure à 5%, nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle d'absence d'autocorrélation spatiale. Cette statistique nous montre donc que les parcelles dont l'indemnité de substitution est élevée ont tendance à être entourées de parcelles dont l'indemnité de substitution est également élevée et inversement, les parcelles dont l'indemnité de substitution est faible ont tendance à être entourées de

parcelles dont l'indemnité de substitution est également faible et ce, de manière plus fréquente que si la localisation était purement aléatoire.

Toutefois, la mise en évidence de la structure locale de l'autocorrélation spatiale et son amplitude ne peut pas être réalisée sur la base de la statistique  $I$  de Moran et des tests de détection de l'autocorrélation spatiale globale en général. Il pourrait en effet exister des concentrations locales de valeurs élevées ou faibles, des unités spatiales qui contribuent davantage à l'autocorrélation spatiale globale ou encore des localisations atypiques déviant du schéma global d'autocorrélation spatiale (Le Gallo, 2002a ; Baumont *et al.*, 2002). C'est pourquoi il convient d'étudier l'autocorrélation spatiale locale.

#### 2.2.2.4. Détection de l'autocorrélation spatiale locale dans la distribution des indemnités de substitution

La Figure 5-13 suivante correspond au diagramme de Moran réalisé avec une matrice des 9 plus proches voisins représentant les associations spatiales des indemnités de substitution.

**Figure 5-13 – Diagramme de Moran des indemnités de substitution réalisé avec une matrice de poids des neuf plus proches voisins**

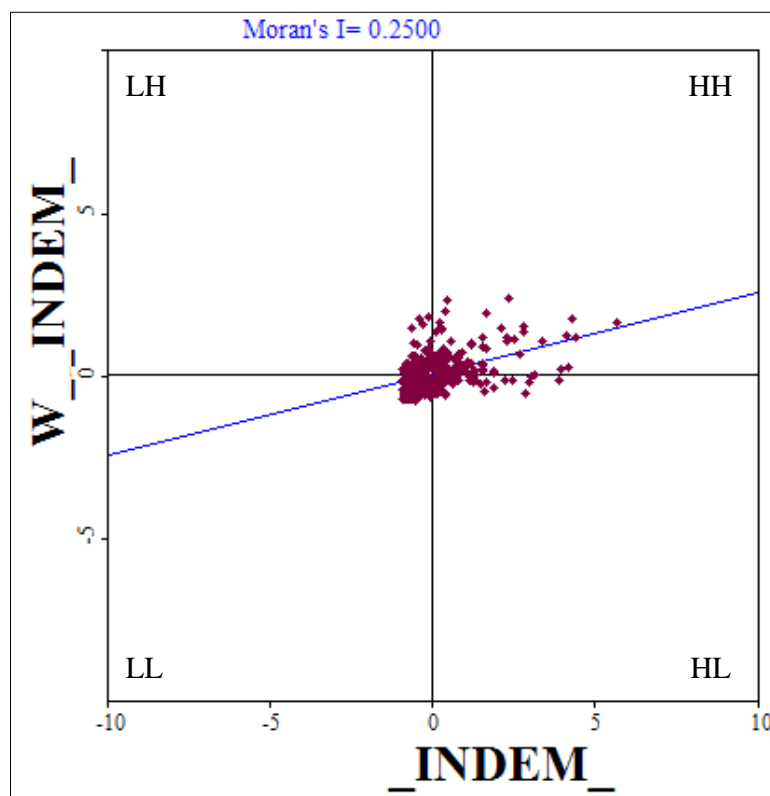
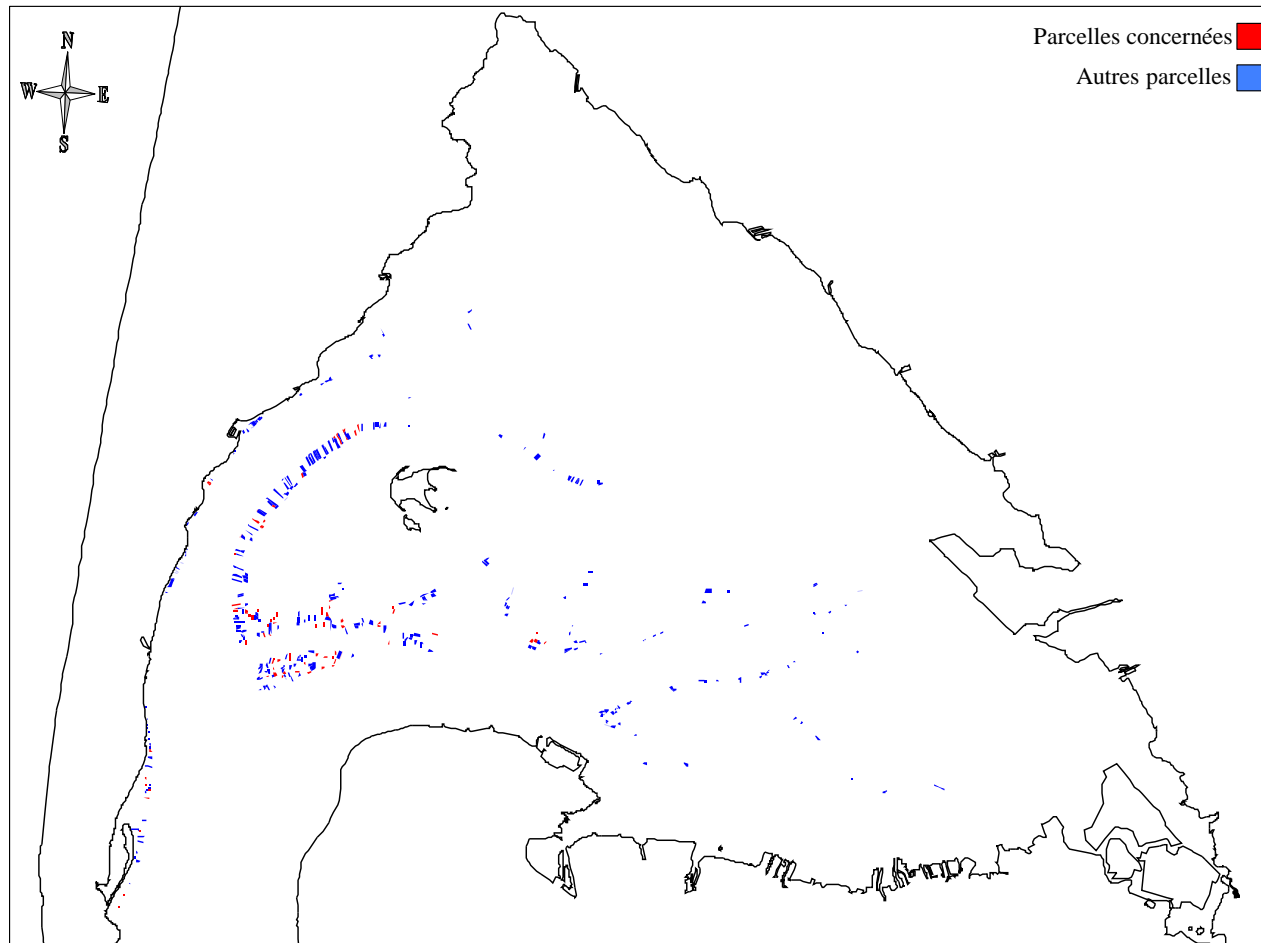




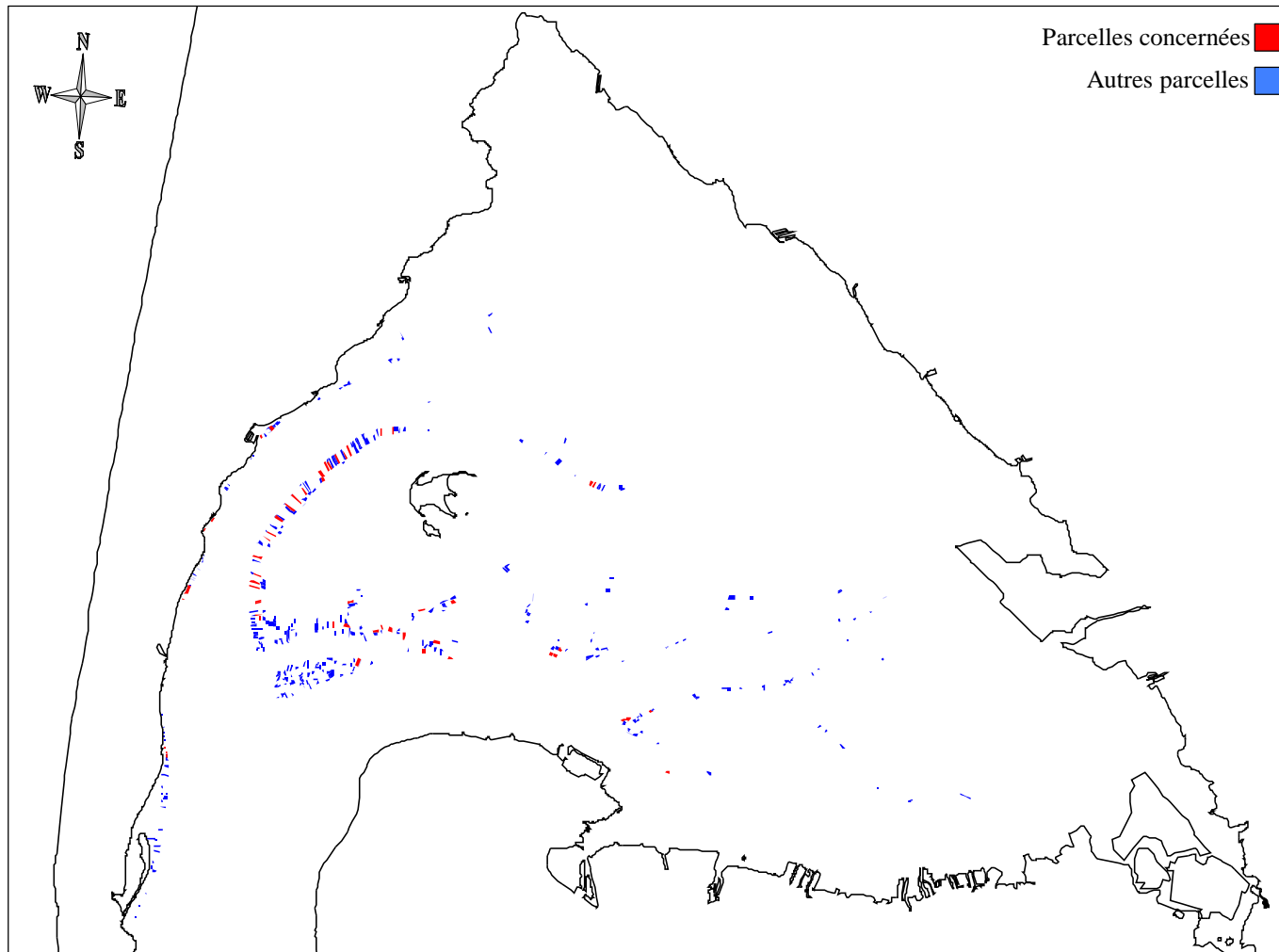
Figure 5-14 – Carte des parcelles appartenant au quadrant LH



Le quadrant LH – correspondant à des localisations atypiques – regroupe les parcelles dont l'indemnité de substitution est faible et qui sont entourées de parcelles dont l'indemnité de substitution est élevée. On y trouve 21,17% des parcelles étudiées. Parmi ces parcelles, 79% sont soumises à des dispositions particulières<sup>162</sup> dont 45% sont situées sur le Grand Banc et autour de celui-ci (Figure 5-14). L'indemnité moyenne est de 3 154 €.

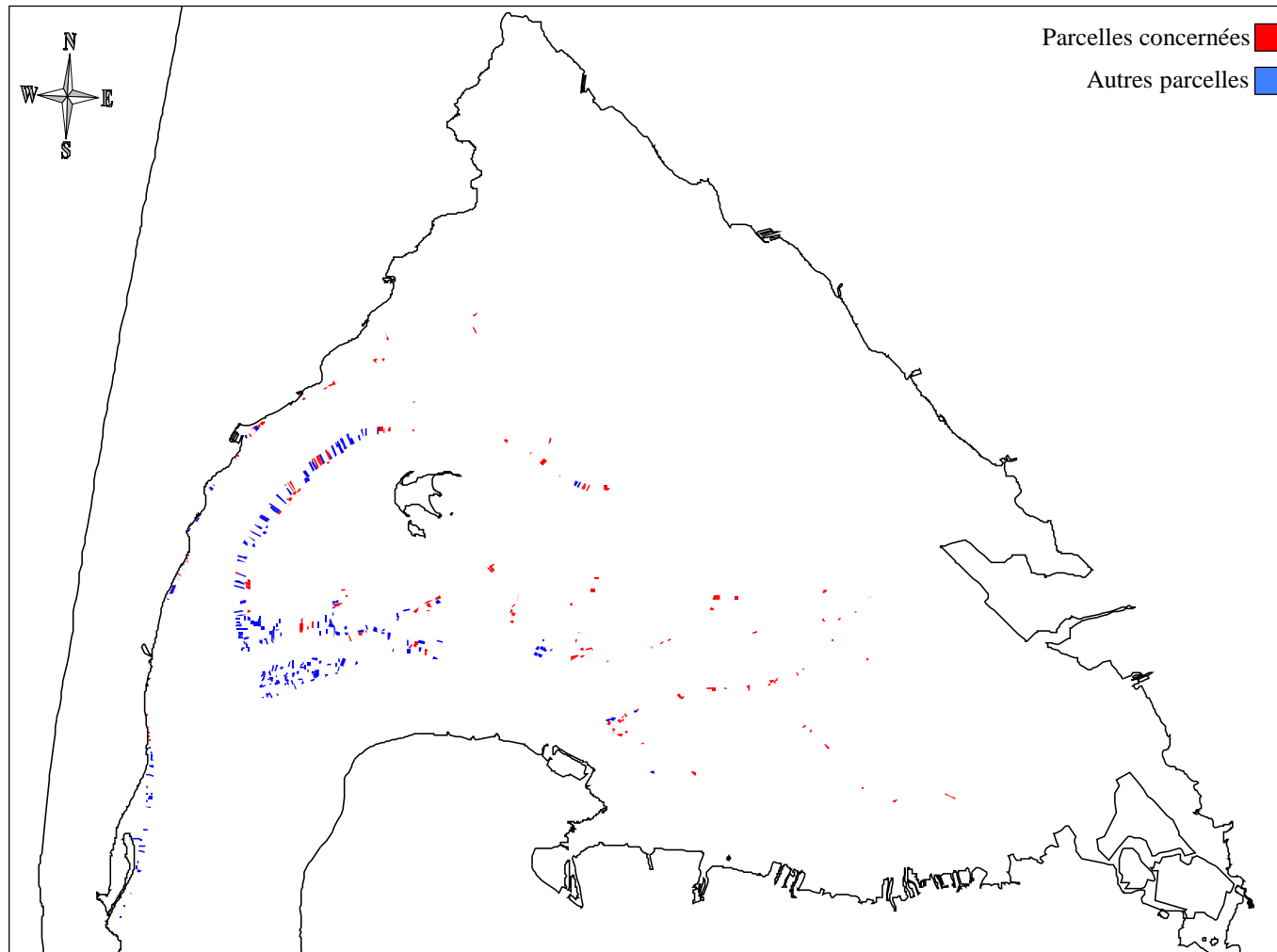
<sup>162</sup> Rappelons que la soumission d'une parcelle à des dispositions particulières, qui concerne pour l'essentiel des parcelles à forte productivité, a pour but de ne pas surcharger cette dernière.

Figure 5-15 – Carte des parcelles appartenant au quadrant HL



Le quadrant HL – correspondant à des localisations atypiques également – regroupe les parcelles dont l’indemnité de substitution est élevée et qui sont entourées de parcelles dont l’indemnité de substitution est faible. On y trouve 12% des parcelles étudiées. Parmi ces parcelles, environ 51% sont soumises à des dispositions particulières. Elles sont surtout situées au Nord – Nord-Ouest du Grand Banc (Figure 5-15). L’indemnité moyenne s’élève à 11 048 €.

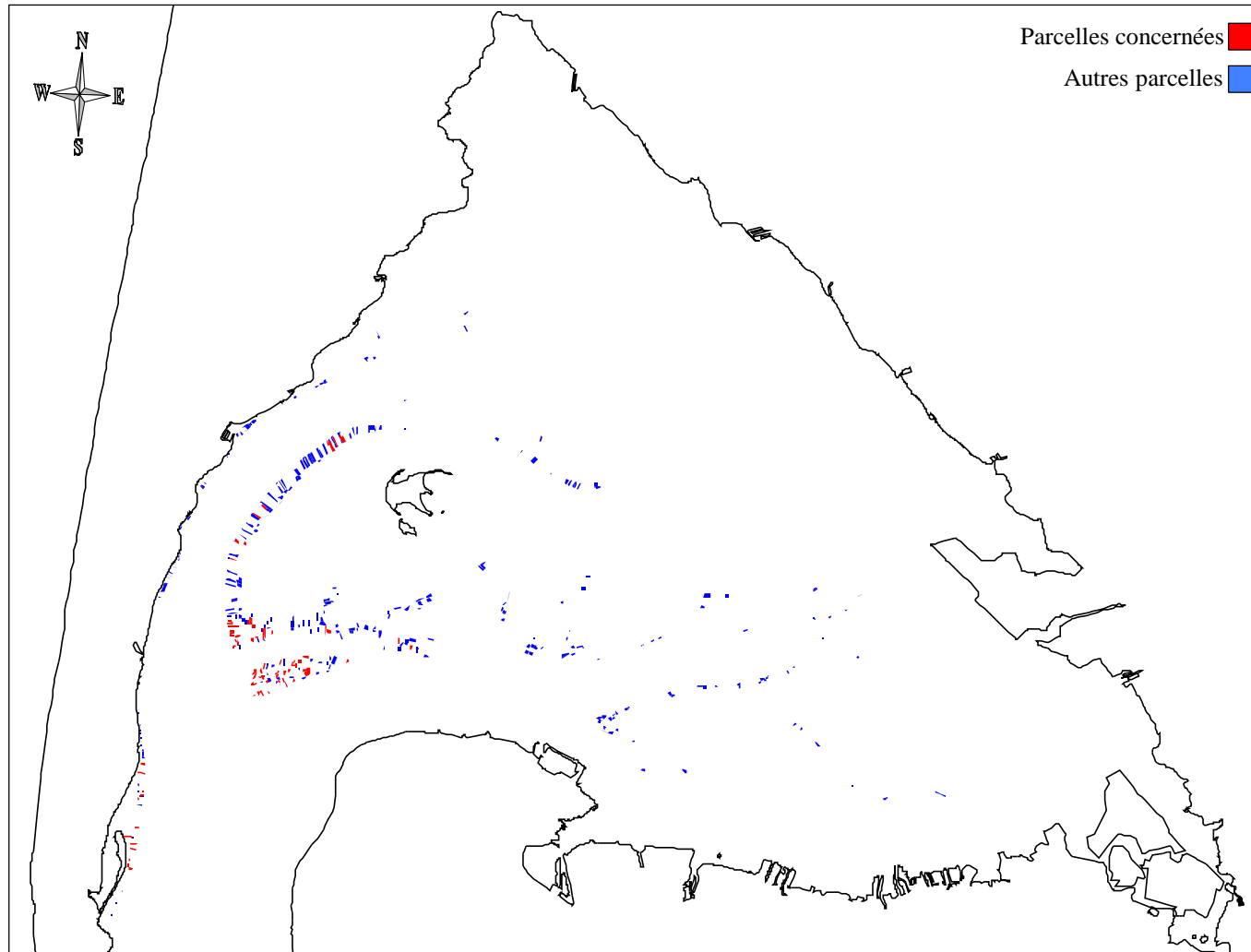
Figure 5-16 – Carte des parcelles appartenant au quadrant LL



Le quadrant LL regroupe les parcelles dont l'indemnité de substitution est faible et qui sont entourées de parcelles dont l'indemnité de substitution est également faible. On y trouve 44,23% des parcelles étudiées. Elles sont situées essentiellement dans la partie intérieure du Bassin, éloignées des passes<sup>163</sup> (Figure 5-16). Environ 23% des parcelles sont soumises à des dispositions particulières. En moyenne, l'indemnité de substitution est de 2 103 €.

<sup>163</sup> Les « passes » du Bassin d'Arcachon correspondent à l'embouchure de ce dernier.

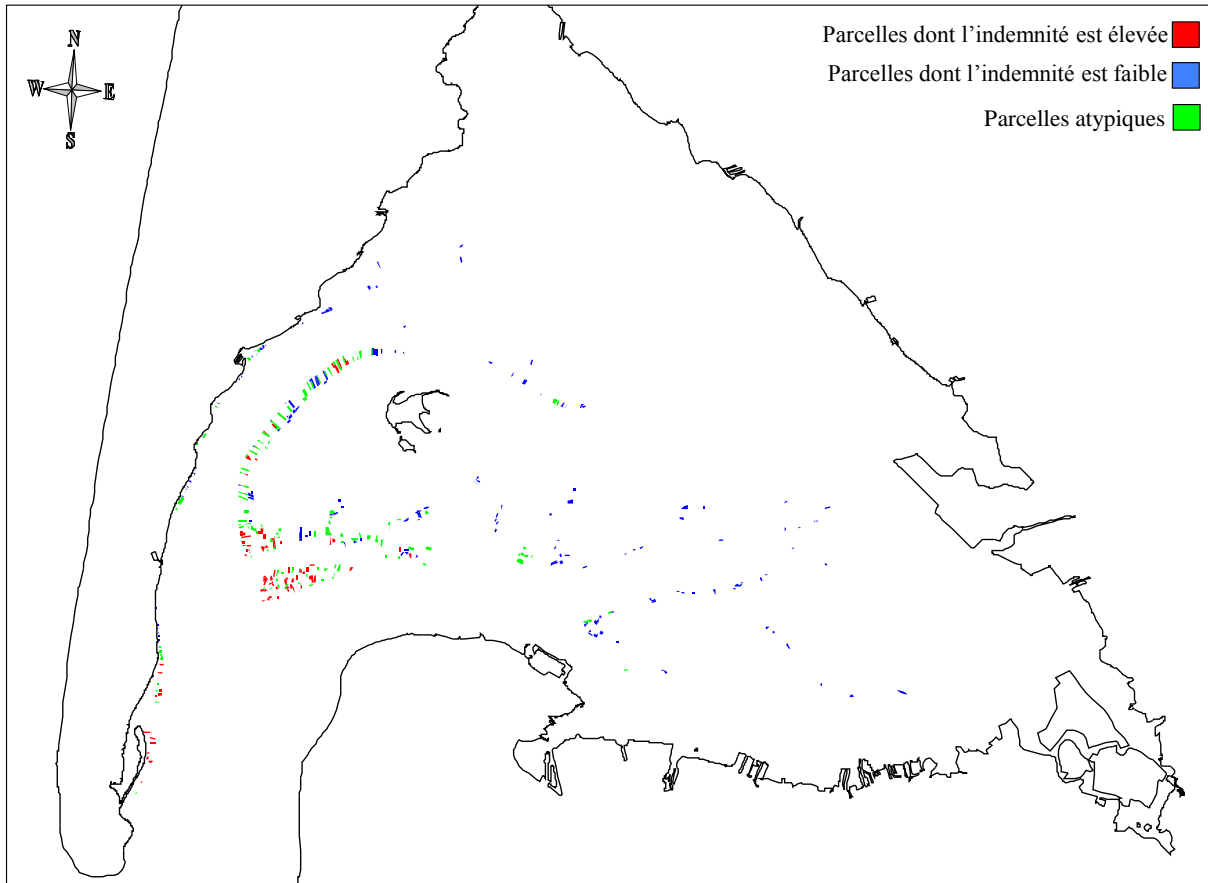
Figure 5-17 – Carte des parcelles appartenant au quadrant HH



Le quadrant HH regroupe les parcelles dont l'indemnité de substitution est élevée et qui sont entourées de parcelles dont l'indemnité de substitution est également élevée. On y trouve 22,59% des parcelles étudiées. Parmi ces parcelles, 94% sont soumises à dispositions particulières ; la totalité des parcelles du Grand Banc appartiennent à ce groupe, de même que plus de 72% des parcelles situées dans le secteur du Mimbeau (Figure 5-17). On retrouve ici encore les observations faites auparavant sur le fait que les parcelles situées au sud du Bassin sont celles dont l'indemnité de substitution est la plus élevée. De plus, dans ce groupe, l'indemnité moyenne s'élève à 12 441 €.

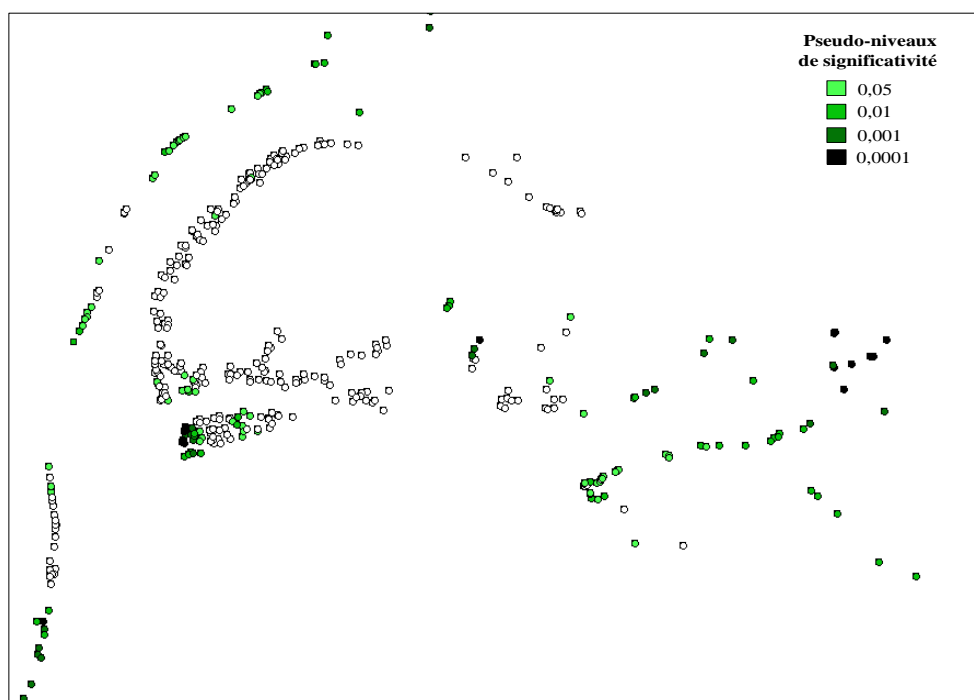
L'analyse du diagramme de Moran nous a donc permis de mettre en évidence le fait que les parcelles ayant une indemnité de substitution élevée se situaient principalement au Sud du Bassin tandis que celles ayant une indemnité plus faible se situaient principalement au Nord du Bassin (Figure 5-18).

**Figure 5-18 – Carte des parcelles selon l'indemnité de substitution**



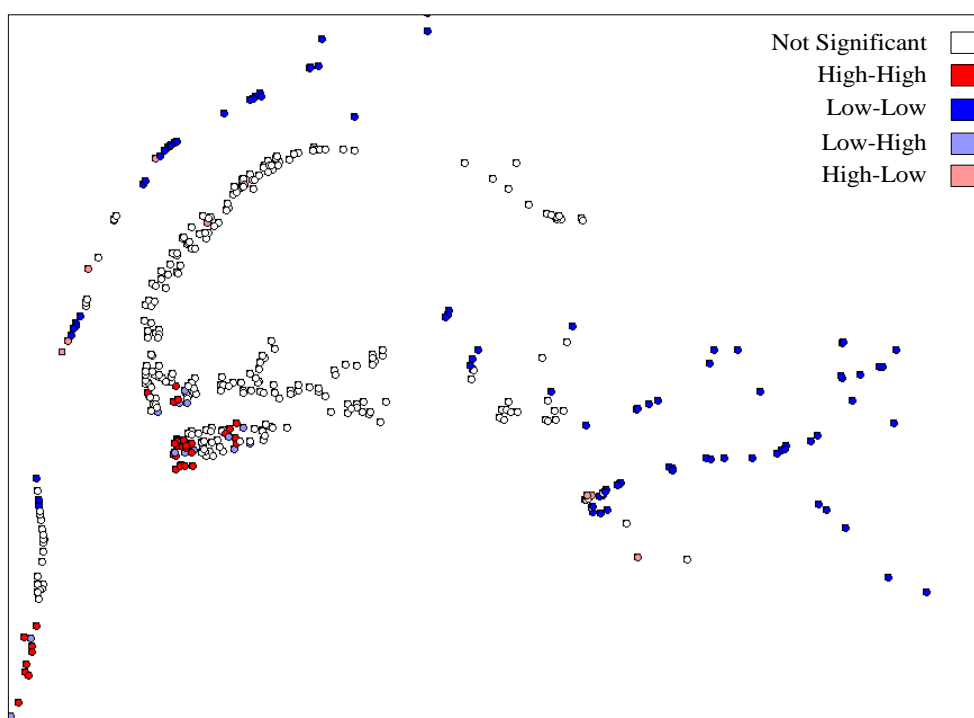
Il convient cependant de se référer aux statistiques de LISA afin de connaître la significativité des associations spatiales. Dans ce cas, comme nous l'avons vu, l'inférence statistique est basée sur l'approche de permutation conditionnelle. Nous choisissons de réaliser 9 999 permutations. La Figure 5-19 représente la carte de significativité des LISA.

Figure 5-19 – Carte de significativité des LISA



Seules un peu moins de 48% des parcelles ont une association spatiale significative. 11,7% sont significatives au seuil de 0,01%, 17,2% au seuil de 0,10%, 31% au seuil de 1% et 40% au seuil de 5%. Nous allons à présent regarder à quel quadrant du diagramme de Moran correspondent les parcelles selon leur différent niveau de significativité. Pour cela, nous étudions la carte des *clusters* (Figure 5-20).

Figure 5-20 – Carte des *clusters*



Cette carte met en évidence le fait que les parcelles associées à un LISA significatif relèvent d'un schéma local d'association spatiale reflétant une autocorrélation spatiale positive puisque plus de 84% de ces parcelles appartiennent aux quadrants HH ou LL avec toutefois un peu plus de 71% de ces dernières dans le quadrant LL. 77% des parcelles associées à un LISA significatif du quadrant HH sont soumises à dispositions particulières. Celles associées à un LISA significatif du quadrant LL sont quant à elles 67% à être concernées par des dispositions particulières. Concernant les parcelles qui dévient du schéma global, 57% sont soumises à des dispositions particulières pour celles se trouvant dans le quadrant LH – des indemnités faibles entourées d'indemnités élevées – tandis qu'elles sont 78% à y être soumises lorsqu'elles appartiennent au quadrant HL – des indemnités élevées entourées d'indemnités faibles.

L'analyse spatiale de la distribution des indemnités de substitution a permis de mettre en évidence l'existence de deux régimes spatiaux illustrant une autocorrélation spatiale positive des indemnités. En effet, les résultats de l'ESDA montrent que les parcelles ayant une indemnité élevée sont situées à proximité d'autres parcelles ayant également des indemnités élevées ; mais plus encore, on a pu voir que des parcelles ayant des indemnités faibles sont situées à proximité de parcelles ayant également des indemnités faibles. De plus, les parcelles ayant les indemnités les plus élevées sont davantage soumises à des dispositions particulières au titre du schéma des structures, dispositions qui concernent notamment des restrictions en termes pourcentage de la surface de la concession pouvant être exploitée mais aussi en termes de densité de captage et/ou d'élevage.

La distribution spatiale des indemnités de substitution n'étant pas aléatoirement répartie au sein de l'espace étudié mais concernée par une autocorrélation spatiale positive, il convient d'intégrer ce phénomène dans la modélisation hédonique du chapitre suivant.

## **Chapitre 6 :**

# **Détermination des composantes des indemnités de substitution par un modèle hédonique spatial**

---

Comme nous l'avons vu précédemment, les concessions ostréicoles sont un facteur de production. Cependant, de part leur statut de concessions domaniales elles ne sont pas valorisées à l'actif de l'entreprise, les ostréiculteurs ne pouvant en disposer comme ils le veulent. Néanmoins, depuis le décret de 1987, il leur a été reconnu une valeur marchande au travers de l'indemnité de substitution qui correspond au montant qu'un nouveau concessionnaire doit à l'ancien en échange du *titre d'exploitation* de la parcelle concernée. Mais il n'existe pas à proprement parlé de marché d'échange de concessions et donc la détermination du montant de l'indemnité de substitution est laissée à la seule discrétion du concessionnaire cédant sous réserve toutefois que l'indemnité ne soit pas disproportionnée comparativement à l'indemnité moyenne sur les deux années précédentes associée à des transactions similaires.

De plus, nous avons montré dans le chapitre précédent que la localisation géographique des concessions pouvait influencer le montant de l'indemnité de substitution du fait de l'existence d'une autocorrélation spatiale (positive) dans leur distribution.

Nous allons donc chercher ici à savoir si les indemnités de substitution intègrent cette composante spatiale et notamment, en raison du fait que les différents schémas des structures, qui constituent des contraintes à la production, différencient les secteurs du Bassin.

### **1. Le modèle de prix hédoniques**

Aucune application empirique utilisant la méthode des prix hédoniques n'a été réalisée dans le cas du foncier conchylicole. En effet, outre les informations nécessaires à toute modélisation hédonique traditionnelle, la particularité du foncier conchylicole – de part le fait qu'il est situé en milieu maritime – impose de disposer de davantage d'informations sur tout ce qui concerne l'hydrologie notamment et de connaître quels sont les liens entre ces derniers et le foncier afin de mesurer la part de ces paramètres dans son prix. La formalisation proposée par Mongruel, *et al.*, (2008b) a été adaptée aux données dont nous disposons.



Dans sa forme générale, l'équation de prix hédoniques est la suivante :

$$P = P(v_1, \dots, v_n) \quad (6.1)$$

où  $P$  est le prix du bien considéré et  $v = (v_1, \dots, v_n)$  un vecteur de  $n$  caractéristiques du bien.

Cette équation peut se réécrire de la façon suivante afin de tenir compte des différents types de variables introduites :

$$P = \alpha + \beta X + \phi Z + u \quad (6.2)$$

où :  $X$  correspond aux variables continues du modèle

$Z$  aux variables binaires du modèle

$\alpha, \beta$  et  $\phi$  les paramètres inconnus à estimer

et  $u \sim iid(0, \sigma^2)$  le terme d'erreur

Selon Freeman (1979), cette fonction n'a pas besoin d'être linéaire puisque les caractéristiques du bien ne peuvent être vendues séparément.

En raison de cette non linéarité de la fonction de prix hédoniques, il va être nécessaire d'utiliser des méthodes de détermination de la forme fonctionnelle la plus adaptée car de cette forme fonctionnelle va notamment dépendre la qualité de l'équation hédonique et donc des prix implicites qui lui en sont dérivés (Le Goffe, 1996). Egalement, la présence de multicollinéarité, d'un biais d'endogénéité peuvent influencer sur la qualité du modèle hédonique.

### 1.1. Démarche de spécification

Il va s'agir ici de présenter les différentes précautions à prendre pour estimer un modèle de prix hédoniques.

#### 1.1.1. Choix de la forme fonctionnelle

Comme nous l'avons indiqué précédemment, la fonction de prix hédoniques n'a pas besoin d'être linéaire en raison du fait que les caractéristiques des biens étudiés par cette méthode ne peuvent pas être vendues séparément. Rosen (1974) aborde ce point à travers l'hypothèse d'indivisibilité. Pour expliquer cela, il prend l'exemple de deux voitures ayant pour caractéristique de mesurer chacune 6 pieds ; il explique alors que ces deux voitures ne

sont pas équivalentes à une voiture de 12 pieds puisqu'elles ne peuvent être conduites simultanément. Par cet exemple il montre que le prix implicite de chaque attribut n'est pas indépendant de la quantité de cet attribut et que donc une forme linéaire de la fonction de prix hédoniques n'est pas adaptée. Il est donc nécessaire de déterminer la forme fonctionnelle qui donne le meilleur ajustement possible.

La méthode utilisée généralement pour déterminer la forme fonctionnelle la mieux adaptée est la transformation Box-Cox (Box & Cox, 1964). Cette transformation peut s'effectuer sur la variable dépendante mais également, si elles le permettent, sur les variables indépendantes<sup>164</sup>.

La transformation de Box-Cox, de paramètre  $\lambda$ , transforme la variable dépendante  $P$  de la manière suivante :

$$P^{(\lambda)} = \begin{cases} \frac{P^\lambda - 1}{\lambda} & \text{si } \lambda \neq 0 \\ \ln P & \text{si } \lambda = 0 \end{cases} \quad (6.3)$$

De la même façon, la transformation de Box-Cox, de paramètre  $\gamma$ , transforme les variables indépendantes de la façon suivante :

$$X^{(\gamma)} = \begin{cases} \frac{X^\gamma - 1}{\gamma} & \text{si } \gamma \neq 0 \\ \ln X & \text{si } \gamma = 0 \end{cases} \quad (6.4)$$

Selon Box & Cox (1964), (6.3) est équivalent à :

$$P^{(\lambda)} = \begin{cases} P^\lambda & \text{si } \lambda \neq 0 \\ \ln P & \text{si } \lambda = 0 \end{cases} \quad (6.5)$$

et donc 6.4 est équivalent à :

$$X^{(\gamma)} = \begin{cases} X^\gamma & \text{si } \gamma \neq 0 \\ \ln X & \text{si } \gamma = 0 \end{cases} \quad (6.6)$$

Ainsi, le modèle de prix hédoniques (6.2) peut se réécrire de la façon suivante :

$$P^{(\lambda)} = \alpha + \beta X^{(\gamma)} + \phi Z + u \quad (6.7)$$

<sup>164</sup> La transformation ne s'applique pas sur les variables binaires.

La forme fonctionnelle du modèle de prix hédoniques selon les résultats de la méthode Box-Cox sera alors :

- linéaire si  $(\lambda; \gamma) = (1; 1)$  ; le modèle de prix hédoniques sera alors donné par l'équation  $P = \alpha + \beta X + \phi Z + \varepsilon$
- logarithmique-linéaire (log-lin) si  $(\lambda; \gamma) = (0; 1)$  ; le modèle de prix hédoniques sera alors donné par l'équation  $\ln P = \alpha + \beta X + \phi Z + \varepsilon$
- linéaire-logarithmique (lin-log) si  $(\lambda; \gamma) = (1; 0)$  ; le modèle de prix hédoniques sera alors donné par l'équation  $P = \alpha + \beta \ln X + \phi Z + \varepsilon$
- double-logarithmique (log-log) si  $(\lambda; \gamma) = (0; 0)$  ; le modèle de prix hédoniques sera alors donné par l'équation  $\ln P = \alpha + \beta \ln X + \phi Z + \varepsilon$

Dans le cas où les paramètres de Box-Cox  $\lambda$  et  $\gamma$  sont différents de 0 et de 1, la transformation des variables sera la suivante :

$$P^\lambda = \alpha + \beta X^\gamma + \phi Z + u \quad (6.8)$$

Par exemple, si  $\lambda$  et/ou  $\gamma$  sont égaux à 2, la variable dépendante et/ou les variables indépendantes pouvant l'être subiront une transformation au carré.

On peut ainsi aboutir à une forme quadratique de Box-Cox qui, bien que générale est flexible, admet les mêmes propriétés que toutes les autres formes.

Egalement, les transformations des variables dépendantes et indépendantes peuvent être paramétrées avec les mêmes paramètres Box-Cox. Ainsi, une transformation Box-Cox où le paramètre  $\lambda$  est égal à 0 pourra conduire au choix de la forme fonctionnelle log-log. Une comparaison des deux types de transformation – avec les mêmes paramètres et avec des paramètres différents – devra être réalisée et le choix se portera sur la transformation donnant le meilleur ajustement possible.

### 1.1.2. La multicolinéarité

Comme nous l'avons vu précédemment, il est nécessaire de vérifier que les variables indépendantes ne sont pas fortement corrélées entre elles. Deux variables seront considérées comme fortement colinéaires si le coefficient de corrélation entre ces deux variables est

supérieur à 0,8 (Gujarati, 2004). Egalement, on détectera un problème de multicollinéarité si une des variables a une *VIF* supérieure à  $10^{165}$ .

### 1.1.3. Le biais d'endogénéité

Une variable est dite endogène si elle est corrélée avec le terme d'erreur. On distingue généralement trois sources principales d'endogénéité : une erreur de mesure sur la variable dépendante, une simultanéité qui correspond au fait que certaines variables explicatives et la variable expliquée sont déterminées « en même temps » ou alors l'omission de variables explicatives.

Pour détecter l'endogénéité d'une ou plusieurs variables indépendantes, on utilise généralement la méthode des variables instrumentales et on effectue le test de Hausman (1978) ; une fois testée la présence ou non d'endogénéité, le test de Sargan (1958) ou Hansen (1982) est utilisé afin de tester la validité des instruments.

Pour effectuer le test de Hausman (1978), on considère le modèle de base des prix hédoniques suivant :

$$P = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \phi Z + u \quad (6.9)$$

où  $P$  est le prix du bien,  $x_2, \dots, x_k$  les variables explicatives exogènes ayant une covariance nulle,  $x_1$  la variable indépendante suspectée d'endogénéité avec  $cov(x_1, u) \neq 0$ ,  $Z = (z_1, \dots, z_k)$  les variables binaires et  $u$  le résidu.

Afin de vérifier la présence ou non d'un biais d'endogénéité de la variable  $x_1$ , il est nécessaire de choisir une variable instrumentale (ou instrument<sup>166</sup>). Le choix d'une variable instrumentale n'est pas forcément simple. Néanmoins, il existe des instruments traditionnels tels que les caractéristiques des acheteurs et ou des vendeurs mais cela suppose de disposer de ces informations. Si l'on ne dispose pas de tels instruments, on peut utiliser la méthode des quasi-instruments. Cette méthode est définie par analogie avec la *méthode des trois groupes* de Kennedy (2003) et a été utilisée par Fingleton (2003) dans le domaine spatial (Fingleton & Le Gallo, 2008). Cette méthode consiste à construire une variable instrumentale qui prend les valeurs 1, 0 et -1 selon que les valeurs de la variable suspectée d'endogénéité sont respectivement dans le premier, deuxième ou troisième tercile. Enfin, on peut utiliser comme

<sup>165</sup> Cette règle selon laquelle une *VIF* supérieure à 10 indique un problème de colinéarité doit cependant être considérée avec prudence (O'Brien, 2007). Il convient alors d'étudier conjointement les *VIF* et les coefficients de corrélation afin de déterminer la présence ou non de multicollinéarité.

<sup>166</sup> Il devra y avoir au moins autant d'instrument que de variables suspectées d'endogénéité.

variables instrumentales les variables suspectées d'endogénéité en créant, à partir des variables continues concernées, de nouvelles variables correspondant à des classes (Dantas, 2010). De plus selon Dantas (2010), cela permet de faciliter l'interprétation de ces instruments dans le cas où ils devraient être conservés dans le modèle final puisqu'ils s'interpréteront de la même façon que les variables suspectées d'endogénéité.

Cet instrument pour la variable  $x_1$ , noté  $y$  doit vérifier les deux propriétés suivantes :

- $y$  est une variable exogène et donc  $cov(y, u) = 0$  ;
- $y$  est une variable corrélée avec la variable  $x_1$  et donc  $cov(y, x_1) \neq 0$

On procède alors à une régression par la méthode des Moindres Carrés Ordinaires (MCO) de la variable  $x_1$  suspectée d'endogénéité sur l'instrument  $y$  et les autres variables explicatives :

$$x_1 = \beta_0 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \theta y + v \quad (6.10)$$

A l'issue de cette régression, il est nécessaire que tous les coefficients soient significatifs à un seuil  $\alpha$ .

Si le coefficient  $\theta$  est non nul, on récupère les résidus  $v$  et on les introduit comme variable explicative dans le modèle de base. Si les résidus sont significatifs dans ce nouveau modèle, alors il y a endogénéité de la variable  $x_1$  et inversement. Dans le cas où il y a endogénéité, il faudra alors estimer à nouveau le modèle par la méthode des Doubles Moindres Carrés Ordinaires (DMCO). En l'absence d'endogénéité, il est nécessaire de vérifier que le ou les instruments sont corrélés avec la variable  $x_1$  en s'assurant que le  $R^2$  est élevé.

La puissance du test de Hausman (1978) va dépendre du ou des instruments choisis par le modélisateur. Il est donc nécessaire de tester la pertinence et la validité des instruments. Le test de Sargan (1958) – qui n'est utilisé qu'en présence de plus d'un instrument – consiste à vérifier si les instruments choisis sont bien corrélés avec les résidus ou bien s'ils ne le sont pas. Pour cela, il est nécessaire de régresser le modèle de base par la méthode des DMCO et d'en récupérer les résidus  $\hat{u}$ . On estime ensuite par les MCO l'équation de test suivante :

$$\hat{u} = \delta_0 + \delta_2 x_2 + \dots + \delta_k x_k + \psi y + w \quad (6.11)$$

A partir du coefficient de détermination  $R^2$  obtenu et sous hypothèse de validité des instruments, on calcule la statistique de Sargan  $nR^2$ . Cette statistique suit une loi du Khi-deux à  $M - m$  degrés de liberté où  $M$  est le nombre de variables introduites dans l'équation de test et  $m$  le nombre de variables explicatives exogènes dans le modèle de base. On conclura ainsi

à une bonne qualité des instruments au seuil  $\alpha$  si  $nR^2 < \chi_{M-m}^2$ . Dans le cas contraire, on procèdera par éliminations successives si certains coefficients sont significatifs au seuil  $\alpha$  dans l'équation de test (Robin, 2002). Cependant, le test de Sargan (1958) n'est possible que sous hypothèse d'homoscédasticité des résidus. En présence d'hétéroscédasticité des résidus, on utilise le test de Hansen (1982) qui lui est robuste à la présence d'hétéroscédasticité. La méthode d'estimation est alors celle des moments généralisés (GMM). L'hypothèse nulle du test de Hansen stipule que les variables instrumentales sont non corrélées avec les résidus. Ce test suit également une loi du Khi-deux à  $M - m$  degrés de liberté.

## 1.2. *La prise en compte des effets spatiaux*

Après avoir vu ce que sont les effets spatiaux, nous présenterons les modèles économétriques prenant en compte ces derniers.

### 1.2.1. Les effets spatiaux

Les effets spatiaux dans les modèles économétriques en général et dans les modèles de prix hédoniques en particulier doivent être pris en compte lorsque les données utilisées sont spatiales. En effet, selon Anselin (1988a) la non prise en compte des effets spatiaux peut conduire à une mauvaise estimation des coefficients et de leur significativité mais également à des erreurs d'interprétation dans les diagnostics standards de régression. Au départ appliqués à des problèmes d'économie régionale, spatiale ou urbaine, les modèles économétriques tenant compte de la présence d'effet spatiaux tendent à se généraliser à toutes les études empiriques qui nécessitent l'utilisation de données spatiales (Le Gallo, *Econométrie spatiale : l'autocorrélation spatiale dans les modèles de régression linéaire*, 2002b). Ainsi, l'autocorrélation spatiale est traitée dans les modèles de prix hédoniques (Can, 1992 ; Can & Megboluge, 1997 ; Pace & Gilley, 1997), dans le domaine de l'économie rurale (Benirschka & Binkley, 1996) ou encore de l'économie publique (Case, *et al.*, 1993 ; Brueckner, 1998).

Il est donc nécessaire de faire appel à l'économétrie spatiale afin de contrôler la présence d'effets spatiaux dans la distribution des indemnités de substitution.

Le premier effet spatial devant être contrôlé est l'autocorrélation spatiale. Comme nous l'avons précédemment vu, la présence d'autocorrélation spatiale correspond à l'existence d'un lien géographique entre les observations, d'une interdépendance spatiale

entre les observations. Selon Le Gallo (2002b), l'autocorrélation spatiale a principalement deux sources. Elle peut provenir du fait que les données sont affectées par des processus qui relient des lieux différents, comme les processus d'interaction et de diffusion spatiale ou encore les effets de débordement géographiques. Elle peut également provenir d'une mauvaise spécification du modèle en raison de variables omises spatialement corrélées, d'une forme fonctionnelle incorrecte ou encore d'erreurs de mesure. Dans ce cas, on considère la détection de l'autocorrélation spatiale comme un outil de diagnostic et de détection d'une mauvaise spécification du modèle.

Le second effet spatial devant être contrôlé est l'hétérogénéité spatiale. En effet, il peut exister une segmentation du marché étudié et donc les phénomènes que l'on souhaite modéliser peuvent appartenir à différents sous-marchés. Dans le cas du marché immobilier par exemple, le prix et les caractéristiques des logements peuvent différer selon leurs localisations. On peut donc avoir des variations persistantes et significatives des caractéristiques des logements et de leurs prix dans les différents sous-marchés (Le Gallo, 2004). Dans ce cas, il n'est pas optimal d'estimer une relation globale entre le prix du logement et ses caractéristiques sur un espace comportant des sous-marchés car cela conduit à ne pas prendre en compte l'existence même de ces sous-marchés et donc les différences importantes de prix dans l'espace. L'hétérogénéité spatiale correspond donc à l'instabilité dans l'espace des relations économiques. Selon Le Gallo (2004), cette hétérogénéité spatiale se manifeste dans une régression économétrique sous deux formes. La première est l'obtention de coefficients différents ou des variances des termes d'erreurs différents selon la localisation. Dans ce cas on parlera d'instabilité structurelle. Il sera alors nécessaire de tenir compte des caractéristiques particulières de chaque zone géographique. La seconde est la présence d'hétéroscédasticité qui peut provenir de variables manquantes ou de toute autre forme de mauvaise spécification.

L'hétérogénéité spatiale peut être traitée par des méthodes économétriques standards tandis que l'autocorrélation spatiale doit faire appel à des modèles économétriques particuliers car elle modifie les propriétés des estimateurs des MCO qui peuvent alors s'avérer biaisés et/ou inefficients. D'un point de vue formel, la présence d'autocorrélation spatiale entre deux localisations  $i$  et  $j$  quelconques s'exprime par une covariance non nulle des valeurs prises par la variable que l'on cherche à expliquer en ces deux localisations (Anselin, 1999). On a ainsi :

$$Cov(y_i, y_j) = E(y_i y_j) - E(y_i) \cdot E(y_j) \neq 0 \quad \text{avec } i \neq j \quad (6.12)$$

où  $y_i$  et  $y_j$  représentent les valeurs de la variable à expliquer, respectivement en  $i$  et  $j$ . Il faut cependant noter que cette covariance ne revêt un caractère véritablement spatial que lorsque la distribution des unités spatiales considérées peut s'interpréter en termes de structure, d'interaction ou d'arrangement spatial des observations. Ces unités spatiales peuvent correspondre à des points, des régions ou des zones géographiques.

D'un point de vue strictement économétrique, la non nullité de la covariance remet en question la sphéricité des erreurs qui est une hypothèse centrale du principe des MCO (Anselin, 1988a). La conséquence est alors que les estimateurs des MCO se révèlent inefficients selon la structure des interactions spatiales existantes entre les différentes localisations.

### 1.2.2. Les modèles économétriques tenant compte des effets spatiaux

La prise en compte des effets spatiaux et notamment de l'autocorrélation spatiale dans les modèles économétriques peut s'effectuer de plusieurs manières : par des variables spatiales décalées, endogènes ou exogènes, et/ou par une autocorrélation spatiale des erreurs (Le Gallo, 2002b). En coupe transversale, le point de départ est le modèle de régression linéaire classique suivant :

$$y_i = \alpha + \sum_{k=1}^{K-1} x_{ik} \beta_k + \varepsilon_i \Rightarrow y = X\beta + \varepsilon \quad (6.13)$$

Considérant  $N$  le nombre d'observations,  $y$  est le vecteur  $(N, 1)$  des observations de la variable dépendante,  $X$  est la matrice  $(N, K)$  des observations des variables exogènes,  $K$  étant le nombre de paramètres inconnus,  $\beta$  est le vecteur  $(K, 1)$  des coefficients de régression inconnus,  $\varepsilon$  est le vecteur  $(N, 1)$  des erreurs. Deux hypothèses sont posées (Greene, 2003) :

- $H_1$  : les erreurs  $\varepsilon_i$  sont identiquement et indépendamment distribuées (*iid*), d'espérance nulle et de variance finie  $\sigma^2$ .
- $H_2$  : la matrice  $X$  est non-stochastique, de rang complet  $K$  et  $\lim_{n \rightarrow \infty} (1/N)X'X = Q$  où  $Q$  est une matrice finie et non singulière.

Si ces différentes conditions sont vérifiées, alors l'estimateur des MCO défini par  $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'y$  est un estimateur BLUE<sup>167</sup> (théorème de Gauss-Markov<sup>168</sup>) : il s'agit de

---

<sup>167</sup> Best Linear Unbiased Estimator.



l'estimateur centré à variance minimale dans la classe des estimateurs linéaires (Le Gallo, 2002a).

Anselin (1988a) propose une typologie des modèles économétriques spatiaux dont les principaux sont le modèle spatial autorégressif (SAR), le modèle avec autocorrélation spatiale des erreurs (SEM), le modèle de Durbin spatial contraint (SDM) et le modèle spatial général (SAC). Les modèles peuvent être estimés par la méthode du maximum de vraisemblance et/ou des moments généralisés mais également par la méthode des variables instrumentales. Nous présentons brièvement ces quatre modèles tels qu'ils ont été décrits par Le Gallo (2002a; 2002b; 2004).

#### 1.2.2.1. Le modèle spatial autorégressif (SAR)

Dans ce modèle, il est introduit une variable endogène décalée  $Wy$ . Le modèle spatial autorégressif d'ordre 1 est alors le suivant :

$$y = \rho Wy + X\beta + \varepsilon \quad (6.14)$$

avec :  $N$ , le nombre total d'observations ;

$y$ , le vecteur  $(N, 1)$  des observations de la variable dépendante

$X$ , la matrice  $(N, K)$  des observations des variables exogènes

$K$ , le nombre de paramètres inconnus

$\beta$ , le vecteur  $(K, 1)$  des coefficients de régression inconnus

$\varepsilon$ , le vecteur  $(N, 1)$  tel que  $\varepsilon \sim iid(0, \sigma^2 I_N)$

$W$ , la matrice de poids

et  $\rho$ , le paramètre spatial autorégressif

Le paramètre spatial autorégressif indique l'intensité de l'interaction spatiale existant entre les observations de  $y$  tandis que la matrice de poids  $W$  permet de spécifier l'autocorrélation spatiale. Cette matrice de poids est une matrice carrée de dimension  $N$  où chaque terme  $w_{ij}$  représente la façon dont l'unité spatiale  $i$  et l'unité spatiale  $j$  sont

---

<sup>168</sup> Le théorème de Gauss-Markov énonce que dans un modèle linéaire dans lequel les erreurs ont une espérance nulle, sont non corrélées et dont les variances sont égales, le meilleur estimateur linéaire non biaisé des coefficients est l'estimateur des MCO.

connectées spatialement.  $Wy$  est alors la variable endogène décalée pour la matrice de poids  $W$ .

Dans ce modèle, l'observation  $y_i$  est, en partie, expliquée par les valeurs prises par  $y$  dans les unités spatiales voisines :  $(Wy)_i = \sum_{j \neq i} w_{ij} \cdot y_j$ . Lorsque la matrice de poids  $W$  est standardisée,  $(Wy)_i$  s'interprète comme la moyenne des valeurs de  $y$  sur les observations voisines à  $i$ . Cette standardisation facilite également la comparaison de l'ampleur de  $\rho$  lorsque le modèle spatial autorégressif est estimé pour plusieurs matrices de poids.

L'introduction de  $Wy$  dans le modèle de régression linéaire classique est un moyen d'apprécier le degré de dépendance spatiale alors que les autres variables sont contrôlées. Symétriquement, il permet de contrôler la dépendance spatiale pour évaluer l'impact des autres variables explicatives. Lorsqu'une variable endogène décalée est ignorée dans la spécification du modèle, mais présente dans le processus générateur des données, les estimateurs des MCO dans le modèle aspatial sont biaisés et non convergents.

Le modèle autorégressif spatial peut également s'écrire de la façon suivante :

$$(I - \rho W)y = X\beta + \varepsilon \quad (6.15)$$

Dans ce modèle,  $y^* = (I - \rho W)y$  s'interprète comme la variable dépendante « filtrée » c'est-à-dire comme la variable dépendante de laquelle les effets de l'autocorrélation spatiale ont été éliminés.

Egalement, si la matrice  $(I - \rho W)$  est inversible, le modèle se réécrit de la façon suivante :

$$y = (I - \rho W)^{-1}X\beta + (I - \rho W)^{-1}\varepsilon \quad (6.16)$$

et l'autocorrélation spatiale interviendra à travers la corrélation existant entre  $Wy$  et  $\varepsilon$ .

#### 1.2.2.2. Le modèle avec autocorrélation spatiale des erreurs (SEM)

Dans ce modèle, on considère que la dépendance spatiale se rattache aux erreurs et pour spécifier une autocorrélation spatiale des erreurs, on utilise le plus souvent un processus autorégressif sur les erreurs. Le modèle s'écrit de la façon suivante :

$$\begin{aligned} y &= X\beta + \varepsilon \\ \varepsilon &= \lambda W\varepsilon + u \end{aligned} \quad (6.17)$$

Le paramètre  $\lambda$  reflète l'intensité de l'interdépendance entre les résidus et  $u$  est le terme d'erreur tel que  $u \sim iid(0, \sigma^2 I)$ .

Le fait de ne pas tenir compte d'une autocorrélation spatiale des erreurs produit des estimateurs non biaisés mais inefficients.

Egalement dans ce cas, ce modèle peut être exprimé en termes de variable spatialement filtrées :

$$(I - \lambda W)y = (I - \lambda W)X\beta + u \quad (6.18)$$

Ce modèle de régression est un modèle où la variable expliquée ainsi que les variables explicatives sont filtrées spatialement, le terme d'erreur  $u$  étant homoscédastique.

### 1.2.2.3. Le modèle de Durbin spatial (SDM)

Le modèle de Durbin spatial part du modèle avec autocorrélation des erreurs qui se réécrit alors en faisant apparaître à la fois une variable endogène décalée et l'ensemble des variables exogènes décalées :

$$\begin{aligned} y &= \lambda W y + X\beta - \lambda W X\beta + u \\ u &\sim iid(0, \sigma^2 I) \end{aligned} \quad (6.19)$$

L'équivalence entre le modèle SEM et le modèle SDM impose cependant un ensemble de contraintes non-linéaires sur les coefficients qui font l'objet du test du facteur commun.

Le test du facteur commun permet de choisir entre un modèle avec autocorrélation des erreurs et un modèle avec variable endogène décalée et l'ensemble de variables exogènes décalées. Le point de départ est la formulation de Durbin : les deux modèles (6.20) et (6.21) suivants sont équivalents :

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (6.20)$$

$$\varepsilon = \lambda W \varepsilon + u$$

$$y = \lambda W y + X\beta - \lambda W X\beta + u \quad (6.21)$$

Le modèle (6.21) est estimé par :

$$y = \lambda W y + X\beta + W X \delta + u \quad (6.22)$$

Par conséquent, pour savoir si le modèle (6.22) peut se réduire au modèle (6.20), il faut tester l'hypothèse suivante :  $H_0 : \lambda\beta + \delta = 0$ . Pour tester cette hypothèse, on peut utiliser l'un des trois tests traditionnels : Wald, rapport de vraisemblance ou multiplicateur de

Lagrange. Tous trois convergent vers une loi du Khi-deux à  $K - 1$  degrés de liberté. Par exemple, le test de Wald est de la forme :

$$W = g'[G'VG]^{-1}g \quad (6.23)$$

où  $g = \lambda\beta + \delta$ ,  $G = \partial g'/\partial\theta$ ,  $\theta = [\lambda\beta\delta]$  et  $V$  est la matrice des variances-covariances du modèle (6.22).

#### 1.2.2.4. Le modèle général (SAC)

Le SAC combine en un modèle général les modèles SAR et SEM. Il considère donc une variable endogène décalée et la présence d'autocorrélation dans les erreurs :

$$\begin{aligned} y &= \rho W_1 y + X\beta + \varepsilon \\ \varepsilon &= \lambda W_2 \varepsilon + u \\ u &\sim iid(0, \sigma^2 I) \end{aligned} \quad (6.24)$$

où  $W_1$  et  $W_2$  sont des matrices de poids différentes.

Ce modèle est cependant très peu utilisé, le plus souvent on cherche à modéliser la dépendance spatiale soit par l'autocorrélation des erreurs, soit par une variable spatiale autorégressive et non les deux. Anselin & Bera (1998) considèrent d'ailleurs ces processus comme le résultat d'une matrice de poids mal spécifiée et non de processus générateurs de données réalistes.

### 1.2.3. Démarche de détermination du modèle le plus adapté

Si l'on ne dispose pas d'une spécification a priori, il est nécessaire de combiner différents tests afin de choisir la meilleure spécification du modèle à estimer.

#### 1.2.3.1. Choix entre le modèle aspatial et spatial

La première étape consiste à estimer le modèle aspatial par les MCO et d'effectuer le test de Moran<sup>169</sup> afin de détecter la présence ou non d'autocorrélation spatiale. Cependant, la statistique de Moran ne permet pas de déterminer la forme de l'autocorrélation spatiale quand cette dernière est détectée. Il convient alors d'utiliser les tests développés par Anselin (1988a). Il s'agit de deux tests du multiplicateur de Lagrange qui permettent de tester l'omission d'une

<sup>169</sup> Voir Chapitre 5 pour une présentation du test de Moran de détection de l'autocorrélation spatiale.

autocorrélation spatiale des erreurs ou l'omission d'une variable endogène décalée. Nous reprenons ici la présentation de ces tests faite par Le Gallo (2002b).

On considère tout d'abord le cas où les erreurs suivent un processus spatial autorégressif (SEM). Le modèle est comme nous l'avons vu précédemment le suivant :

$$\begin{aligned} y &= X\beta + \varepsilon \\ \varepsilon &= \lambda W\varepsilon + u \end{aligned} \quad (6.17)$$

L'hypothèse que l'on teste est  $H_0 : \lambda = 0$ . Si l'hypothèse nulle est acceptée, alors on retrouve le modèle linéaire classique (Equation 6.13) de la forme  $y = X\beta + \varepsilon$ .

La statistique du multiplicateur de Lagrange s'écrit de la façon suivante :

$$LM_{ERR} = \frac{[\tilde{\varepsilon}'W\tilde{\varepsilon}/\tilde{\sigma}^2]^2}{T} \quad (6.25)$$

où  $T = tr[(W' + W)W]$ .  $\tilde{\varepsilon}$  et  $\tilde{\sigma}^2$  sont les estimations de  $\varepsilon$  et  $\sigma^2$  sous  $H_0$ . Puisqu'il n'y a qu'une seule contrainte,  $LM_{ERR}$  converge asymptotiquement vers une loi du Khi-deux à un degré de liberté.

On considère ensuite le cas d'une variable endogène décalée dans le modèle spatial autorégressif (SAR). Le modèle est comme nous l'avons vu précédemment le suivant :

$$y = \rho Wy + X\beta + \varepsilon \quad (6.14)$$

L'hypothèse que l'on teste est  $H_0 : \rho = 0$ . Si l'hypothèse nulle est acceptée, alors on retrouve le modèle linéaire classique (Equation 6.13) de la forme  $y = X\beta + \varepsilon$ .

La statistique du multiplicateur de Lagrange est dans ce cas la suivante :

$$LM_{LAG} = \frac{[\tilde{\varepsilon}'Wy/\tilde{\sigma}^2]^2}{\tilde{T}_1} \quad (6.26)$$

où  $\tilde{T}_1 = [(WX\tilde{\beta})(I - X(X'X)^{-1}X')(WX\tilde{\beta}) + T\tilde{\sigma}^2]/\tilde{\sigma}^2$ .  $\tilde{\beta}$  et  $\tilde{\sigma}^2$  sont les estimations de  $\beta$  et  $\sigma^2$  sous  $H_0$ . Ce test converge également vers une loi du Khi-deux à un degré de liberté.

Comme le note Le Gallo (2002b), il peut être utile de savoir si le modèle correct contient à la fois une autocorrélation des erreurs et une variable autorégressive. En effet, comme le remarquent Anselin et Bera (1998), le test du multiplicateur de Lagrange dans un modèle avec autocorrélation des erreurs teste l'hypothèse  $H_0 : \lambda = 0$  en supposant une spécification correcte pour le reste du modèle à savoir que  $\rho = 0$ . En revanche, si  $\rho \neq 0$  le test n'est plus valide, même asymptotiquement, et il n'est plus distribué selon une loi du Khi-

deux centré à un degré de liberté. Pour une inférence statistique valide il est donc nécessaire de prendre en compte l'éventuelle variable endogène décalée lorsque l'on teste l'autocorrélation spatiale des erreurs et inversement. Le Gallo (2002b) propose alors trois approches.

La première approche consiste à tester, grâce au principe du multiplicateur de Lagrange, l'hypothèse nulle jointe  $H_0 : \lambda = \rho = 0$  dans le modèle général (SAC). Le test, noté *SARMA*<sup>170</sup>, peut être effectué à partir des résidus des MCO dans le modèle de régression linéaire classique. Sous l'hypothèse  $H_0$ , ce test converge asymptotiquement vers une loi du Khi-deux à deux degrés de liberté. Par contre, si l'hypothèse nulle est rejetée, on ne connaît pas la nature exacte de la dépendance spatiale, on ne peut pas déterminer si la dépendance spatiale est liée à une autocorrélation spatiale des erreurs ou à une variable endogène décalée.

La deuxième approche consiste à procéder à un test du multiplicateur de Lagrange pour une forme de dépendance spatiale lorsque l'autre forme n'est pas contrainte. On testera par exemple  $H_0 : \lambda = 0$  en présence de  $\rho$ . Sous l'hypothèse nulle on retrouve le modèle autorégressif spatial dans lequel on introduit une variable endogène décalée (SAR) tandis que sous l'hypothèse alternative on retrouve le modèle général (SAC). Le test, noté  $LM_{ERR}^*$  est alors basé sur les résidus de l'estimation par le Maximum de Vraisemblance dans le modèle SAR. Sous l'hypothèse nulle, ce test converge asymptotiquement vers une loi du Khi-deux à un degré de liberté. De la même façon, on peut tester l'hypothèse nulle  $H_0 : \rho = 0$  en présence de  $\lambda$ . Sous l'hypothèse nulle on retrouve le modèle avec autocorrélation spatiale des erreurs (SEM) tandis que sous l'hypothèse alternative on retrouve le modèle général (SAC). Le test, noté  $LM_{LAG}^*$  est alors basé sur les résidus de l'estimation par le Maximum de Vraisemblance dans le modèle SEM. Sous l'hypothèse nulle, ce test converge asymptotiquement vers une loi du Khi-deux à un degré de liberté.

La dernière approche a été initiée par Bera et Yoon (1993) puis reprise ensuite par Anselin, *et al.* (1996). Elle consiste à utiliser des tests robustes à une mauvaise spécification locale. Il s'agira d'ajuster  $LM_{ERR}$  pour que sa distribution asymptotique reste un Khi-deux centré même en présence locale de  $\rho$  et de la même façon il s'agira d'ajuster  $LM_{LAG}$  pour que sa distribution asymptotique reste un Khi-deux centré même en présence locale de  $\lambda$ . Ces tests s'effectue à partir des résidus des MCO dans le modèle de régression linéaire classique et convergent asymptotiquement vers une loi du Khi-deux à deux degrés de liberté.

<sup>170</sup> *Spatial AutoRegressive Moving Average.*

La statistique du multiplicateur de Lagrange dans sa version robuste dans le cas où les erreurs suivent un processus spatial autorégressif (SEM) s'écrit de la façon suivante :

$$RLM_{ERR} = \frac{[\tilde{d}_\lambda - T_{12}\tilde{\sigma}^2\tilde{D}^{-1}\tilde{d}_\rho]^2}{T_{22} - (T_{12})^2\tilde{\sigma}^2\tilde{D}} \quad (6.27)$$

où  $\tilde{d}_\lambda$  et  $\tilde{d}_\rho$  sont les scores par rapport à  $\lambda$  et  $\rho$  évalués sous l'hypothèse nulle  $H_0$ .  $T_{ij} = tr[(W_i' + W_i)W_j]$  et  $\tilde{D} = (W_1X\tilde{\beta})'M(W_1X\tilde{\beta}) + T_{11}\tilde{\sigma}^2$  avec  $M = I - X(X'X)^{-1}X'$ .

La statistique du multiplicateur de Lagrange dans sa version robuste dans le cas d'un modèle spatial autorégressif avec variable endogène décalée (SAR) s'écrit de la façon suivante :

$$RLM_{LAG} = \frac{[\tilde{d}_\rho - T_{12}T_{22}^{-1}\tilde{d}_\lambda]^2}{\tilde{\sigma}^2\tilde{D} - (T_{12})^2T_{22}^{-1}} \quad (6.28)$$

où  $\tilde{d}_\lambda$  et  $\tilde{d}_\rho$  sont les scores par rapport à  $\lambda$  et  $\rho$  évalués sous l'hypothèse nulle  $H_0$ .  $T_{ij} = tr[(W_i' + W_i)W_j]$  et  $\tilde{D} = (W_1X\tilde{\beta})'M(W_1X\tilde{\beta}) + T_{11}\tilde{\sigma}^2$  avec  $M = I - X(X'X)^{-1}X'$ .

Egalement, on peut utiliser le test du multiplicateur de Lagrange bidirectionnel ( $LM_{BI}$ ) proposé par Anselin (1988b). Anselin (1988b) a montré que ce test bidirectionnel était la somme des tests  $LM_{ERR}$  et  $LM_{LAG}$  mais aussi la somme de leurs versions robustes. Il s'agit donc de la somme d'un test de dépendance spatiale non corrigée associé à une alternative ( $LM_{ERR}$  ou  $LM_{LAG}$ ) et d'un test corrigé pour l'autre alternative ( $RLM_{ERR}$  ou  $RLM_{LAG}$ ).

$$LM_{BI} = LM_{ERR} + RLM_{LAG} = LM_{LAG} + RLM_{ERR} \quad (6.29)$$

En supposant que  $W_1 = W_2 = W$ , la statistique du test s'écrit de la façon suivante :

$$LM_{BI} = \frac{\left[ \frac{\tilde{\varepsilon}'Wy/\tilde{\sigma}^2}{\tilde{\sigma}^2} - \frac{\tilde{\varepsilon}'W\tilde{\varepsilon}/\tilde{\sigma}^2}{\tilde{\sigma}^2} \right]^2}{\tilde{\sigma}^2\tilde{D} - T} + \frac{\left( \frac{\tilde{\varepsilon}'W\tilde{\varepsilon}}{\tilde{\sigma}^2} \right)^2}{T} \quad (6.30)$$

Cette statistique est distribuée selon une loi du Khi-deux à deux degrés de liberté sous l'hypothèse  $H_0$ . Si l'hypothèse nulle est rejetée, on retrouve le modèle de régression linéaire classique.

Si suite à ces différents tests le modèle de régression linéaire classique est rejeté, il va être nécessaire de choisir parmi les différents modèles spatiaux.

1.2.3.2. Le choix du modèle spatial

Une fois écarté le modèle linéaire classique du fait de la présence d'autocorrélation spatiale dans la distribution de la variable endogène étudiée, il convient, avant de déterminer le modèle spatial adéquat, de tester la présence d'hétéroscédasticité<sup>171</sup> conjointement à celle de l'autocorrélation spatiale. En effet, la dépendance spatiale affecte les propriétés des tests d'hétéroscédasticité les rendant alors non valides. Pour cela, Anselin (1988a; 1988b) propose deux approches. Nous reprenons la présentation qui en est faite par Le Gallo (2004).

La première approche consiste à considérer le modèle avec autocorrélation spatiale des erreurs et hétéroscédasticité sur le terme d'erreur résiduel. Le modèle s'écrit alors de la façon suivante :

$$\begin{aligned} y &= X\beta + \varepsilon \\ \varepsilon &= \lambda W\varepsilon + u \\ u &\sim N(0, \Omega) \end{aligned} \tag{6.31}$$

où les éléments de la diagonale principale de  $\Omega$  sont de la forme suivante :  $\sigma^2 = \sigma^2 f(\alpha_0 + \alpha_1 z_{1i} + \dots + \alpha_P z_{Pi})$ .

Ce modèle peut s'estimer avec la méthode du maximum de vraisemblance. L'hypothèse jointe est  $H_0 : \lambda = 0$  et  $\alpha_j = 0, j = 1, \dots, P$  dans l'équation  $y = X\beta + \varepsilon$ . La statistique du multiplicateur de Lagrange est alors la suivante :

$$JLM = (1/2)f'Z(Z'Z)^{-1}Z'f + (1/T^*)[\hat{\varepsilon}'W\hat{\varepsilon}/\hat{\sigma}^2]^2 \tag{6.32}$$

où  $Z$  est la matrice  $(N, P + 1)$  comportant les observations sur  $(1, z_i)$ ,  $f$  est le vecteur  $(N, 1)$  comportant les observations sur  $f_i = (\hat{\sigma}^{-1}\hat{\varepsilon}_i) - 1$ ,  $T^* = tr\{(W' + W)W\}$ ,  $\hat{\varepsilon}$  et  $\hat{\sigma}^2$  sont respectivement les erreurs estimées et la variance estimée du modèle de régression standard estimé par les MCO. Cette statistique converge asymptotiquement vers une loi du Khi-deux à  $P + 1$  degrés de liberté.

Dans ces conditions, un rejet de l'hypothèse nulle jointe doit être suivi par un test de chacun des deux cas particuliers. Une simulation de cette approche par Anselin et Griffith (1988) a montré que la puissance du test JLM est meilleure que les tests individuels lorsque autocorrélation spatiale et hétéroscédasticité sont présentes conjointement. En revanche, effectuer les tests individuels si l'hypothèse nulle du test joint est rejetée ne fournit pas de bons résultats.

<sup>171</sup> Rappelons ici que l'hétéroscédasticité peut être liée à l'hétérogénéité spatiale.



La seconde approche consiste à effectuer un test d'hétéroscédasticité en présence d'autocorrélation spatiale des erreurs. On teste  $H_0 : \alpha_j = 0, j = 1, \dots, P$  dans l'équation  $y = X\beta + \varepsilon$ . Par conséquent, sous l'hypothèse nulle, ce modèle devient homoscedastique avec une autocorrélation spatiale des erreurs (SEM). Sous l'hypothèse nulle, la statistique du test notée  $BPS$ <sup>172</sup> s'écrit de la façon suivante :

$$BPS = (1/2)f'Z^{-1}[Z'DZ]^{-1}Z'f \quad (6.33)$$

avec :  $D_{(N,N)} = I - (1/2\hat{\sigma}^4)d\hat{V}d'$

$$d_{(N,2)} = [S2\hat{\sigma}^2w]$$

$w_{(N,1)}$ , le vecteur composé des éléments diagonaux de  $W(I - \hat{\lambda}W)^{-1}$

et  $\hat{V}_{(N,N)}$ , la matrice des variances-covariances pour  $\hat{\sigma}^2$  et  $\hat{\lambda}$

Cette statistique converge vers une loi du Khi-deux à  $P$  degrés de liberté.

Ce test s'effectue après avoir estimé le modèle avec autocorrélation spatiale des erreurs (SEM) alors que le précédent peut s'effectuer à partir des erreurs estimées des MCO du modèle de régression linéaire classique. Un test BPS peut également être dérivé pour le modèle avec variable endogène décalée (SAR) et hétéroscédasticité.

Pour discriminer la forme de l'autocorrélation spatiale et donc choisir entre un modèle SAR ou un modèle SEM, Anselin et Rey (1991), Florax et Folmer (1992), Anselin et Florax (1995) et Anselin, *et al.* (1996) proposent la règle de décision suivante basée sur les tests du multiplicateur de Lagrange et leurs versions robustes :

- si le  $LM_{LAG}$  est plus significatif (au seuil  $\alpha$ ) que le  $LM_{ERR}$  et que le  $RLM_{LAG}$  est significatif mais pas le  $RLM_{ERR}$ , alors on choisira un modèle spatial autorégressif avec une variable endogène décalée (SAR) ;
- si le  $LM_{ERR}$  est plus significatif (au seuil  $\alpha$ ) que le  $LM_{LAG}$  et que le  $RLM_{ERR}$  est significatif mais pas le  $RLM_{LAG}$ , alors on choisira un modèle avec autocorrélation spatiale des erreurs (SEM) ;

Cependant, si le  $LM_{BI}$  conduit à accepter l'hypothèse nulle, alors on choisira un modèle spatial général (SAC).

---

<sup>172</sup> Breusch-Pagan Spatial.

Enfin, parce qu'un modèle de Durbin spatial (SDM) peut se réécrire comme un modèle avec autocorrélation spatiale des erreurs (SEM) si une contrainte est imposée sur les paramètres, la restriction  $\lambda\beta + \delta = 0$  doit être testée grâce à la statistique de Wald par exemple. Si l'hypothèse nulle est rejetée alors on choisira un modèle de Durbin spatial (SDM) sinon, le modèle avec autocorrélation spatiale des erreur (SEM) sera sélectionné.

De plus, dans le cas où le test *JLM* ou *BPS* aurait conduit à détecter la présence d'hétéroscédasticité conjointement à une autocorrélation spatiale, il convient d'utiliser des méthodes différentes d'estimation des modèles spatiaux. En effet, en présence d'hétéroscédasticité, l'hypothèse de normalité des résidus n'est plus tenable et les estimateurs non spatiaux par la méthode du maximum de vraisemblance ne sont plus valides. Dans ce cas, on peut utiliser une correction de White ou bien utiliser des méthodes bayésiennes<sup>173</sup> pour estimer les modèles spatiaux à partir des méthodes de Monte Carlo par les chaînes de Markov basées sur des méthodes d'échantillonnage de Gibbs qui ne nécessitent pas de connaissances sur les distributions conditionnelles et marginales impliquées dans le calcul de la vraisemblance (LeSage, 1997; LeSage, 1999).

Nous allons à présent appliquer la méthode des prix hédoniques dans sa version spatiale au foncier ostréicole arcachonnais.

## 2. Application de la méthode des prix hédoniques spatiale aux concessions ostréicoles arcachonnaises

Après avoir exposé les données qui vont être utilisées, nous procédons à la mise en œuvre de la méthode des prix hédoniques en tenant compte de la présence de l'autocorrélation spatiale détectée au chapitre précédent.

### 2.1. Données

Les données utilisées proviennent de deux sources. Les variables concernant les caractéristiques des concessions (date de la transaction, durée de la concession...) sont issues de bases de données gérées par les Affaires Maritimes tandis que les variables concernant l'environnement au sens large des concessions proviennent de relevés effectués par l'Ifremer dans le cadre du Réseau Hydrologique du Bassin d'Arcachon (ARCHYD). Deux groupes de

---

<sup>173</sup> Pour les versions bayésiennes des modèles, voir LeSage (1999). Pour une application de la version bayésienne du modèle avec autocorrélation spatiale des erreurs, voir Dantas (2010).

variables peuvent être alors dégagés : les variables intrinsèques qui caractérisent les concessions et les variables extrinsèques qui elles portent davantage sur l'environnement des concessions.

### 2.1.1. Variables intrinsèques

Le Tableau 6-1 suivant présente les variables intrinsèques ainsi que les statistiques descriptives relatives à ces dernières.

Certaines des variables figurant dans le Tableau 6-1 sont issues d'une construction à partir de différentes informations ; de même, d'autres variables ne figurent pas dans le modèle final en raison de leur colinéarité avec d'autres variables explicatives ou encore en raison de leur non significativité. Nous allons donc reprendre une à une les différentes variables afin d'expliquer leur construction pour certaines et leur non intégration dans le modèle final pour d'autres.

#### *Indemnité de substitution en euros (Indem)*

La variable *Indem* correspond donc à notre variable dépendante. Certaines transactions sont de petit montant tandis que d'autres sont plus importantes. Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, la distribution de l'indemnité de substitution n'est pas spatialement aléatoire, certaines concessions – surtout celles situées dans le sud du Bassin – sont mieux valorisées que d'autres.

#### *Surface en ares des concessions (surfare)*

On peut voir que certaines concessions sont de très petite taille tandis que d'autres atteignent plus de 66% de la surface maximale que peut atteindre une exploitation familiale moyenne conformément aux différents schémas des structures. Cette variable n'a pas été retenue dans le modèle final en raison de sa forte corrélation<sup>174</sup> avec d'autres variables explicatives et notamment avec celles concernant les potentiels d'élevage et de captage (respectivement des coefficients de corrélation de 0,88 et 0,97). Cela est tout à fait normal en raison même de la façon dont ont été construites ces dernières comme nous le verrons par la suite.

---

<sup>174</sup> Le tableau des coefficients de corrélation est porté en annexe.

Tableau 6-1 – Description des variables intrinsèques

Variable	Description	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Indem	Montant de l'indemnité de substitution en euros	5 712	6 229	69	41 108
Surfare* <sup>175</sup>	Surface en ares	20,14	14,17	0,7	79,97
Djours*	Durée de la concession (en nombres de jours restant avant le terme de la concession)	7 701	3 753	269	13 053
pcapt	Potentiel de captage (en nombre d'équivalents-tuiles)	23 690	18 591	1 100	72 372
pelev*	Potentiel d'élevage (en nombre de poches)	1 813	1 307	180	8 402
Variable	Description	Nombre <sup>176</sup>	Pourcentage <sup>176</sup>		
tech	Technique d'élevage : 1 si l'élevage est à plat, 0 sinon	113	26,59		
statut*	Statut de la concession: 1 si la parcelle est déjà concédée, 0 sinon	421	99,06		
csanit	Classement sanitaire de la concession : 1 si la parcelle est classée A, 0 sinon	381	89,65		
esphc	Espèce présente sur la concession : 1 si uniquement des huîtres creuses, 0 sinon	266	62,59		
elevdum	Elevage : 1 si la parcelle est destinée à l'élevage, 0 sinon	328	77,18		
<i>Date de la transaction</i>					
lant83*	Avant 1983 : 1 si la transaction est antérieure à 1983, 0 sinon	4	0,94		
ent8386*	Entre 1983 et 1986 : 1 si la transaction a eu lieu entre 1983 et 1986, 0 sinon	10	2,35		
lpost86*	Après 1986 : 1 si la transaction est postérieure à 1986, 0 sinon	411	96,71		
ssant87*	Avant 1987 : 1 si la transaction est antérieure à 1987, 0 sinon	14	3,29		
ss87_91*	Entre 1987 et 1991 : 1 si la transaction a eu lieu entre 1987 et 1991, 0 sinon	12	2,82		
ss92_00*	Entre 1992 et 2000 : 1 si la transaction a eu lieu entre 1992 et 2000, 0 sinon	39	9,18		
ss01_08*	Entre 2001 et 2008 : 1 si la transaction a eu lieu entre 2001 et 2008, 0 sinon	299	70,35		
sspost08*	Après 2008 : 1 si la transaction est postérieure à 2008, 0 sinon	61	14,35		

<sup>175</sup> Les variables marquées d'une \* n'ont finalement pas été retenues dans le modèle final, soit en raison d'une colinéarité, soit en raison d'une non significativité.

<sup>176</sup> Il s'agit du nombre (ou pourcentage) d'observations prenant la valeur 1.

*Durée de la concession en nombres de jours restant avant le terme de la concession (Djours)*

Cette variable a été exprimée en jours en raison du fait que certaines concessions arrivaient à leur terme moins de 12 mois après la date de la transaction. L'introduction de cette variable avait pour but de voir si le montant de l'indemnité de substitution était en partie lié à la durée de la concession. Néanmoins, elle n'a pas été retenue dans le modèle final en raison de sa non significativité. En effet, le concessionnaire voyant arriver le terme de sa concession peut aisément demander le renouvellement de cette dernière, renouvellement qui n'est que très rarement refusé.

*Potentiel de captage en nombre équivalents-tuiles (pcapt)*

Cette variable a été construite à partir des schémas des structures. En effet, comme nous l'avons vu au chapitre précédent, les schémas des structures imposent des quantités maximales de collecteurs posés qui diffèrent selon les années concernées et selon les lieux d'exploitation. Ainsi, pour les parcelles échangées avant 2009 et hors dispositions particulières (pour lesquelles il y a eu un changement en 1992), le potentiel de captage à l'are a été calculé sur la base d'une densité de 2 651 équivalents-tuiles. Cette densité a été estimée à partir des déclarations des ostréiculteurs lors du Recensement National de la Conchyliculture de 2001. Les surfaces concernées par le captage sont donc les suivantes :

- transactions avant 1992 : pas de restriction de surface ;
- transactions entre 1992 et 2009 : 25% de la surface de la parcelle concernée<sup>177</sup>. Sur le secteur du Grand Banc, cette surface est portée à 50% ;
- transactions après 2009 : la part de la surface totale concédée consacrée au captage passe à 40% avec des restrictions de densité (1 000 tuiles à l'are) sauf pour le secteur du Grand Banc.

Il s'agit ici d'un potentiel, c'est-à-dire que l'on n'a pas tenu compte du fait que les parcelles étaient effectivement ou non concernées par le captage. Cela nous permettra par la suite de pouvoir estimer les effets d'une modification du schéma des structures (en termes de densité, de surface concernée ou encore de destination des parcelles).

---

<sup>177</sup> Les schémas des structures indiquent le pourcentage de surfaces concernées de l'exploitation et non pas de chaque concession. Nous considérons que l'ostréiculteur réparti équitablement entre toutes les parcelles dont il dispose la surface maximale qui peut être concernée.

*Potentiel d'élevage en nombre de poches (pelev)*

Le potentiel d'élevage est calculé sur le même principe que le potentiel de captage. Deux cas de figure se présentent : le cas de l'élevage à plat et le cas de l'élevage en surélevé. Dans les deux cas, les densités sont exprimées en nombre de poches même si les poches ne sont pas utilisées pour la culture à plat.

La densité d'élevage à plat est estimée en moyenne à 9,89 kg/m<sup>2</sup> (989 kg à l'are) en Charente-Maritime (Bacher, *et al.*, 1986). Bien que seule la modification du schéma des structures en 2009 impose – hors dispositions particulières – une densité maximale pour l'élevage à plat à hauteur d'une tonne à l'are, nous avons choisi cette densité pour les transactions d'avant 2009<sup>178</sup>. C'est d'ailleurs une densité que l'on retrouve en Charente-Maritime à peu de choses près, la densité d'une tonne semble donc être une limite raisonnable. Cette densité est exprimée en nombre de poches. Le poids d'une poche d'huîtres adultes en dépôt est de 20 kg soit 50 poches à la tonne ; celui de 18 mois est de 4 kg soit 250 poches à la tonne ; celui d'huîtres adultes en élevage est de 15 kg soit 66 poches pour une tonne. On a donc en moyenne 122 poches à l'are en élevage à plat. S'agissant des densités d'élevage à plat pour les parcelles soumises à dispositions particulières, seul le secteur du Courbey aux Jalles est soumis à une restriction de 800 kg à l'are. A plat, il n'y a pas de restriction de surface.

En surélevé, avant 2009, on fait l'hypothèse que la densité est identique à celle de l'élevage à plat, soit 122 poches à l'are. On considère cependant que la surface concernée – hors dispositions particulières – est au maximum de 60%, les 40% restants correspondant aux espaces nécessaires entre les tables. A partir de 2009, une restriction de densité à hauteur de 100 poches à l'are est imposée pour les secteurs non soumis à dispositions particulières. Les surfaces concernées sont les mêmes que précédemment.

S'agissant des secteurs soumis à dispositions particulières, il n'y a pas de changement suite à la modification du schéma des structures de 2009. Le schéma des structures de 1992 indique une restriction d'occupation de la surface à hauteur de 50%, sans restriction de densité. Nous considérons donc que la densité est de 122 poches à l'are.

Cette variable n'a finalement pas été retenue dans le modèle final en raison de sa forte colinéarité avec la variable *pcapt* – le coefficient de corrélation est de 0,86. Cela s'explique

---

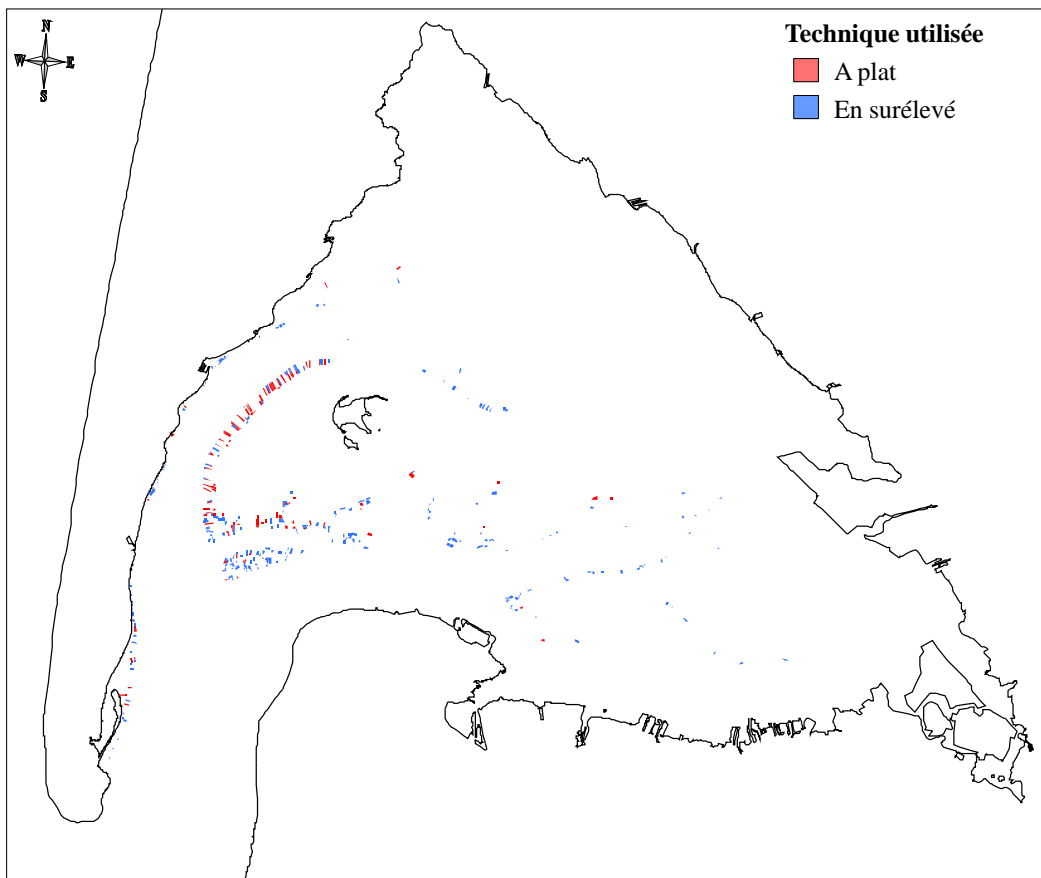
<sup>178</sup> Cette densité sera par ailleurs celle imposée par le schéma des structures de 2009.

principalement par le fait que les potentiels de captage et d'élevage sont calculés sur la même base, à partir des surfaces des parcelles étudiées<sup>179</sup>.

*Technique utilisée (tech)*

Deux techniques sont utilisées dans le Bassin d'Arcachon : la culture des huîtres à plat et la culture des huîtres en surélevé. L'élevage à plat consiste à répandre directement sur le sol les huîtres tandis que l'élevage en surélevé consiste à élever les huîtres dans des poches reposant sur des tables métalliques situées à 40 à 50 cm du sol<sup>180</sup>. La Figure 6-1 distingue les parcelles destinées à la culture à plat et celle à la culture en surélevé.

**Figure 6-1 – Technique utilisée**



Source : Auteur, d'après DDAM33 (2010)

On peut voir que principalement, la technique à plat est utilisée le long du chenal de Piquey, à l'ouest du Bassin d'Arcachon. Si la culture à plat nécessite moins d'investissement en matériel – pas d'utilisation de poches ostréophiles ni de tables métalliques – et moins de

<sup>179</sup> Le choix d'utiliser dans le modèle final la variable *pcapt* et non *pelev* a été fait en regard des *VIF*. Ainsi, dans un modèle où on introduit le potentiel de captage et le potentiel d'élevage, les *VIF* correspondant sont respectivement de 8,12 et 9,31.

<sup>180</sup> Il existe une autre technique de culture qui est l'élevage en suspension sur cordes mais cette dernière est essentiellement utilisée en Méditerranée.

manutention, elle a pour inconvénient majeur d'accroître le risque d'envasement des huîtres. Egalement, les huîtres n'étant pas dans des poches, elles sont plus exposées aux prédateurs et donc les pertes sont généralement plus importantes avec cette technique qu'en élevage en surélevé. Néanmoins, cette technique a pour avantage de limiter le stress des animaux lié aux phénomènes d'exondation et immersion successifs, stress qui augmenterait les mortalités estivales (Maurer & Combs, Mortalités estivales de l'huître *Crassostrea Gigas* dans le Bassin d'Arcachon : facteurs de milieu, aspects biochimiques et histologiques, 1986).

#### *Parcelle concédée ou non (Statut)*

Cette variable, si elle avait été incluse dans le modèle final nous aurait permis de savoir si les indemnités de substitution étaient plus élevées pour une parcelle déjà concédée ou non. En effet, on aurait pu penser que le fait que la parcelle ne soit pas concédée auparavant pouvait être lié au fait qu'elle est moins rentable en raison par exemple de la situation géographique, et donc cela aurait pu expliquer certains écarts de montant d'indemnité. Sa non significativité fait qu'elle n'a pas été retenue, sans doute en raison du fait que seules quatre parcelles n'étaient pas concédées auparavant.

#### *Classement sanitaire (csanit)*

Le classement sanitaire des parcelles peut avoir une influence importante sur la valeur attribuée à une parcelle. En effet, une parcelle non classée A oblige l'exploitant à investir dans des installations de purification, les coquillages n'étant pas consommables immédiatement contrairement à ceux issus de parcelles classées A. Le classement sanitaire des parcelles fait référence à la qualité des eaux de mer. Ainsi, le Schéma de Mise en Valeur de la Mer du Bassin d'Arcachon (SMVMBA) de 2004 établit une grille de lecture quant à la qualité des « eaux de mer ». Les concessions ostréicoles sont classées selon des zones catégorisées de A à D. Le Tableau 6-2 présente la grille de salubrité des zones de production conchylicole telle qu'elle a été établie sur la base du décret n°94.340 du 28 avril 1994 relatif aux conditions sanitaires de production et de mise sur le marché des coquillages vivants.

Les critères microbiologiques et chimiques sont cumulatifs. Ainsi, la présence de plus de 2 mg de cadmium par kg de chair humide a pour effet de classer la zone en catégorie D même si d'un point de vue microbiologique, le critère de la zone A (moins de 300 coliformes fécaux pour 100 g de chair et de liquide intervalvaire) est respecté.

Une fois le classement effectué, une surveillance régulière est mise en œuvre afin de contrôler l'état sanitaire de chaque zone de production.



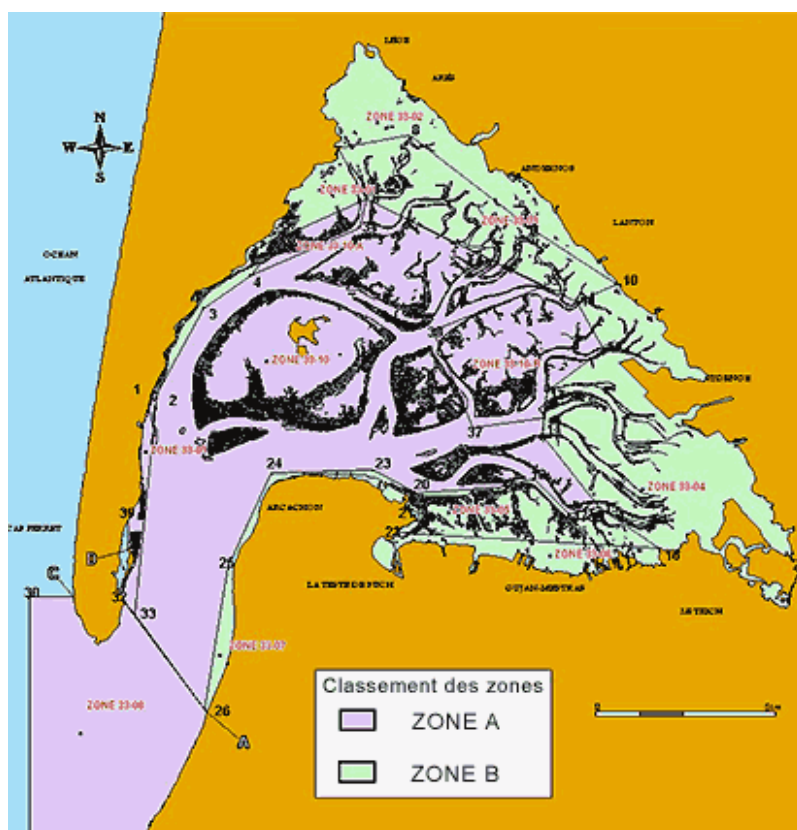
Tableau 6-2 – Grille de salubrité des zones de production conchylicole

ZONES	CRITERES MICROBIOLOGIQUES (valeurs pour 100 g de chair et de liquide intervalvaire)	CRITERES CHIMIQUES (valeurs par kg de chair humide)	REGLES D'EXPLOITATION
A	90% des valeurs inférieures à 300 coliformes fécaux Aucune valeur supérieure à 1 000 coliformes fécaux	Absence de risque de toxicité chimique, notamment : - moins de 0,5 g de mercure - moins de 2 mg de cadmium - moins de 2 mg de plomb	Elevage et pêche professionnelle autorisées Commercialisation par centre d'expédition agréé sans obligation de purification Consommation immédiate possible
B	90% des valeurs inférieures à 6 000 coliformes fécaux Aucune valeur supérieure à 60 000 coliformes fécaux	Absence de risque de toxicité chimique, notamment : - moins de 0,5 g de mercure - moins de 2 mg de cadmium - moins de 2 mg de plomb	Elevage et pêche professionnelle autorisées Commercialisation par centre d'expédition agréé après purification soit par reparcage, soit par traitement établissement agréé à cet effet Consommation immédiate impossible
C	90% des valeurs inférieures à 60 000 coliformes fécaux	Absence de risque de toxicité chimique, notamment : - moins de 0,5 g de mercure - moins de 2 mg de cadmium - moins de 2 mg de plomb	Elevage possible sur dérogation, pêche professionnelle autorisés Commercialisation par centre d'expédition agréé après reparcage de longue durée ou purification intensive mettant en œuvre une technique appropriée Consommation immédiate impossible
D	Zones de satisfaisant pas aux critères ci-dessus (ou non encore évaluées par des études de salubrité)		Toute exploitation est impossible hormis la collecte des juvéniles dans certaines conditions

Source : SMVMBA, 2004

Sur le Bassin d’Arcachon, la majorité des concessions sont classées en zone A. Les concessions classées en zone B sont situées principalement au nord et à l’est du Bassin comme nous le montre la Figure 6-2.

**Figure 6-2 – Classement des zones du Bassin d’Arcachon**



Source : DDAM33

90% des parcelles étudiées sont classées en zone A, ce qui montre une bonne qualité des eaux du Bassin d’Arcachon.

*Espèce présente sur la parcelle (espch)*

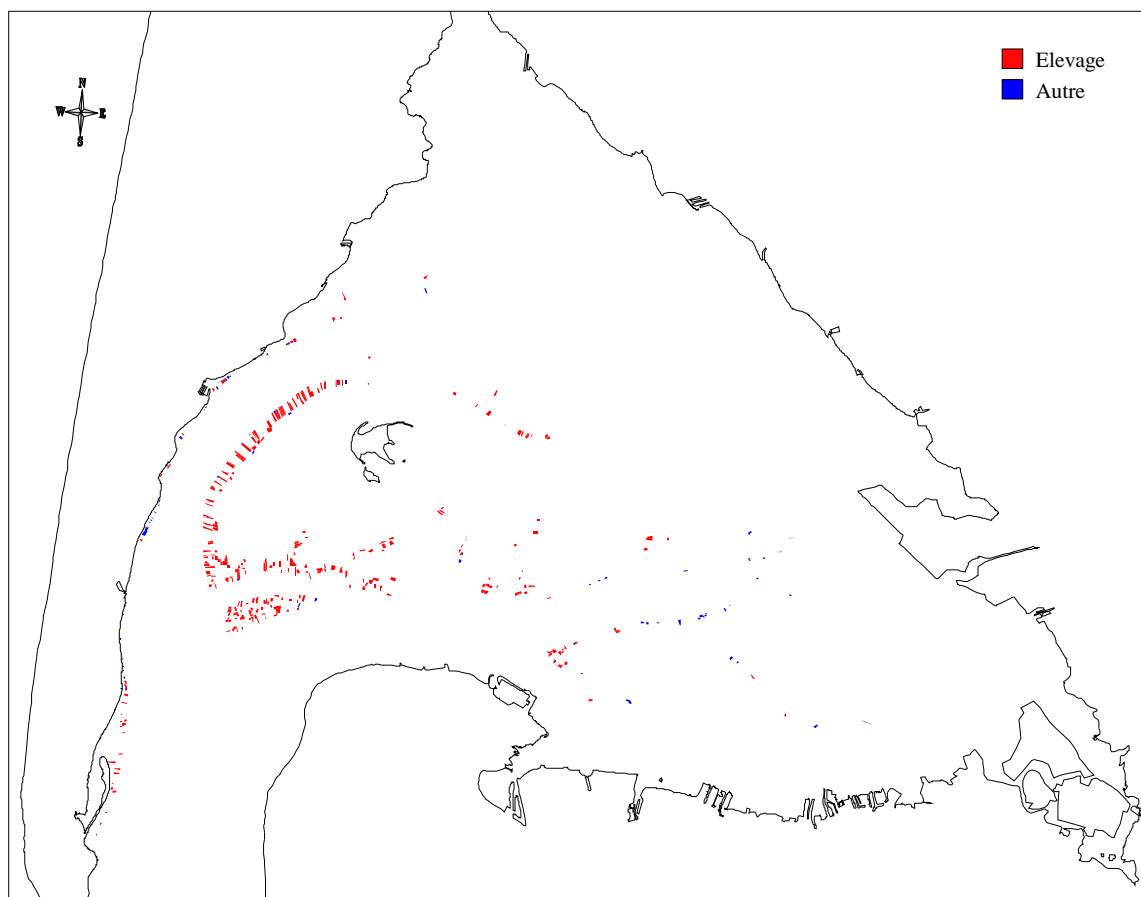
Nous avons distingué ici les parcelles destinées uniquement à l’huître creuse et celles qui peuvent être destinées à d’autres coquillages. Néanmoins, les parcelles pouvant accueillir d’autres espèces ne sont pas nécessairement utilisées à cette fin, la culture des huîtres creuses est quasiment la seule sur le Bassin d’Arcachon. Cela diminue certes la portée de cette information dans l’explication du montant de l’indemnité de substitution mais elle figure tout de même dans le modèle final.

*Parcelle utilisée pour l’élevage uniquement (elevdum)*

Cette variable a pour but de discriminer les parcelles destinées uniquement à l’élevage de celles qui ne le sont pas. En effet, les potentiels de captage et d’élevage présentés

précédemment ne font pas de distinction entre les parcelles qui supportent effectivement des activités d'élevage et celles qui n'en supportent pas. La Figure 6-3 distingue les parcelles sur lesquelles le captage peut être pratiqué de celles où cela n'est pas possible.

**Figure 6-3 – Parcelles destinées à l'élevage des huîtres creuses**



Source : Auteur, d'après DDAM33 (2010)

Si l'on compare cette carte avec celle des zones de salubrité (Figure 6-2), on peut voir que pour l'essentiel, l'élevage se pratique dans les zones classées A. En effet, les zones classées B sont pour l'essentiel utilisées pour le captage de naissain. Le naissain n'étant pas commercialisable pour la consommation, il n'est pas nécessaire que le captage ait lieu dans des zones où le classement sanitaire correspond à des eaux de « très bonne qualité<sup>181</sup> ».

#### *Date de la transaction*

Plusieurs variables dichotomiques ont été testées afin d'introduire la date de la transaction dans le modèle. Ainsi, deux groupes de variables ont été testés<sup>182</sup> :

<sup>181</sup> Par « très bonne qualité » nous faisons ici référence au fait que dans les zones classées A, les huîtres élevées peuvent être directement consommées.

<sup>182</sup> Nous avons également tenté d'introduire la date de la transaction en ajoutant deux variables binaires – une variable pour laquelle l'observation se voit attribuer la valeur 1 si la transaction est antérieure à 1987 et 0 sinon,

- les variables *lant83*, *ent8386* et *lpost86* correspondent aux changements réglementaires liés aux décrets de 1983 et 1987 ;
- les variables *ssant87*, *ss87\_91*, *ss92\_00*, *ss01\_08* et *sspost08* correspondent aux changements liés à la mise en place des schémas des structures voulus par le décret de 1987.

Concernant le fait que les variables créées à partir des changements réglementaires ne soient finalement pas incluses dans le modèle montre que, même en l'absence de réglementation claire concernant les transactions, la pratique était courante. Un encadrement ne semble pas avoir affecté le niveau de l'indemnité de substitution, ni à la hausse, ni à la baisse. Il en est de même pour la mise en place des schémas des structures. Néanmoins, la date de transaction est implicitement introduite dans le modèle au travers du potentiel de captage puisque ce dernier a été calculé notamment en tenant compte des dispositions des différents schémas des structures.

### 2.1.2. Variables extrinsèques

Le Tableau 6-3 suivant présente les variables extrinsèques ainsi que les statistiques descriptives relatives à ces dernières. Nous allons procéder comme précédemment à la description des variables.

#### *Nombre de transactions l'année de la transaction (nbtn)*

Cette variable est construite à partir de la base de données où sont extraites les transactions étudiées ici. Il s'agit du nombre total de transactions ayant eu lieu la même année que celle étudiée y compris celles ne figurant pas dans la base de données constituées par les 425 transactions étudiées ici. Cette variable n'est pas incluse dans le modèle en raison de sa non significativité. On peut penser en effet que les exploitants n'anticipent pas aussi rapidement le nombre de transactions qui auront lieu l'année même où il projette de réaliser eux-mêmes une transaction et donc les concessionnaires cédant ne peuvent pas faire jouer un effet rareté par exemple pour ajuster le montant de l'indemnité de substitution qu'ils proposent.

---

et une variable pour laquelle l'observation se voit attribuer la valeur 1 si la transaction est postérieure à 2008 et 0 sinon – mais toutes deux n'ont finalement pas été retenues en raison d'une non-significativité.

Tableau 6-3 – Description des variables extrinsèques

Variable	Description	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
nbtn* <sup>183</sup>	Nombre de transactions l'année de la transaction	58	27,96	11	146
nbtn_1	Nombre de transactions l'année précédant	67,38	26,32	11	109
distkm	Distance (en kilomètres) au port ostréicole le plus proche	2,069	1,186	0,071	4,967
<i>Paramètres hydrologiques</i>					
temp* <sup>184</sup>	Température moyenne de l'eau (en °C) l'année de la transaction	15,16	0,29	14,07	16,18
sal <sup>184</sup>	Salinité <sup>185</sup> moyenne de l'eau l'année de la transaction	31,97	1,17	26,34	33,80
mes <sup>184</sup>	Quantité moyenne de matière en suspension (en mg/l) l'année de la transaction	6,13	1,58	3,94	13,05
meso* <sup>184</sup>	Quantité moyenne de matière en suspension organique (en mg/l) l'année de la transaction	1,71	0,61	1,1	5
chla <sup>184</sup>	Quantité moyenne de <i>chlorophylle a</i> (en µg/l) l'année de la transaction	1,84	0,62	0,86	3,97
pheo* <sup>184</sup>	Quantité moyenne de phéopigments (en µg/l) l'année de la transaction	1,07	0,35	0,58	2,43
NH4 <sup>184</sup>	Quantité moyenne d'ammonium (en µmol/l) l'année de la transaction	2,38	1,13	0,34	5,24
nit <sup>184</sup>	Quantité moyenne de nitrates (en µmol/l) l'année de la transaction	5,27	3,31	0,07	20,54
PO4 <sup>184</sup>	Quantité moyenne d'orthophosphate (en µmol/l) l'année de la transaction	0,81	2,18	0,00 <sup>186</sup>	14,16
Variable	Description	Nombre <sup>187</sup>		Pourcentage <sup>187</sup>	
infla*	Influence de la marée : 1 si l'influence de la marée est importante, 0 sinon	124		29,18	
proxch	Proximité d'un chenal : 1 si la parcelle est en 1 <sup>ère</sup> ligne, 0 sinon	208		48,94	

<sup>183</sup> Les variables marquées d'une \* n'ont finalement pas été retenues dans le modèle final, soit en raison d'une colinéarité, soit en raison d'une non significativité.

<sup>184</sup> Ces variables sont des moyennes annuelles. Nous avons testé d'autres variables calculées en moyenne trimestrielles mais elles étaient automatiquement exclues du modèle en raison de leur colinéarité. Il en était de même des variables distinguant les valeurs des paramètres selon que les mesures étaient faites à marée haute ou à marée basse.

<sup>185</sup> La salinité étant un rapport entre deux grandeurs de mêmes unités, elle s'exprime sans indication d'unité (Auby, *et al.*, 2010).

<sup>186</sup> 0,00021

<sup>187</sup> Il s'agit du nombre (ou pourcentage) d'observations prenant la valeur 1.

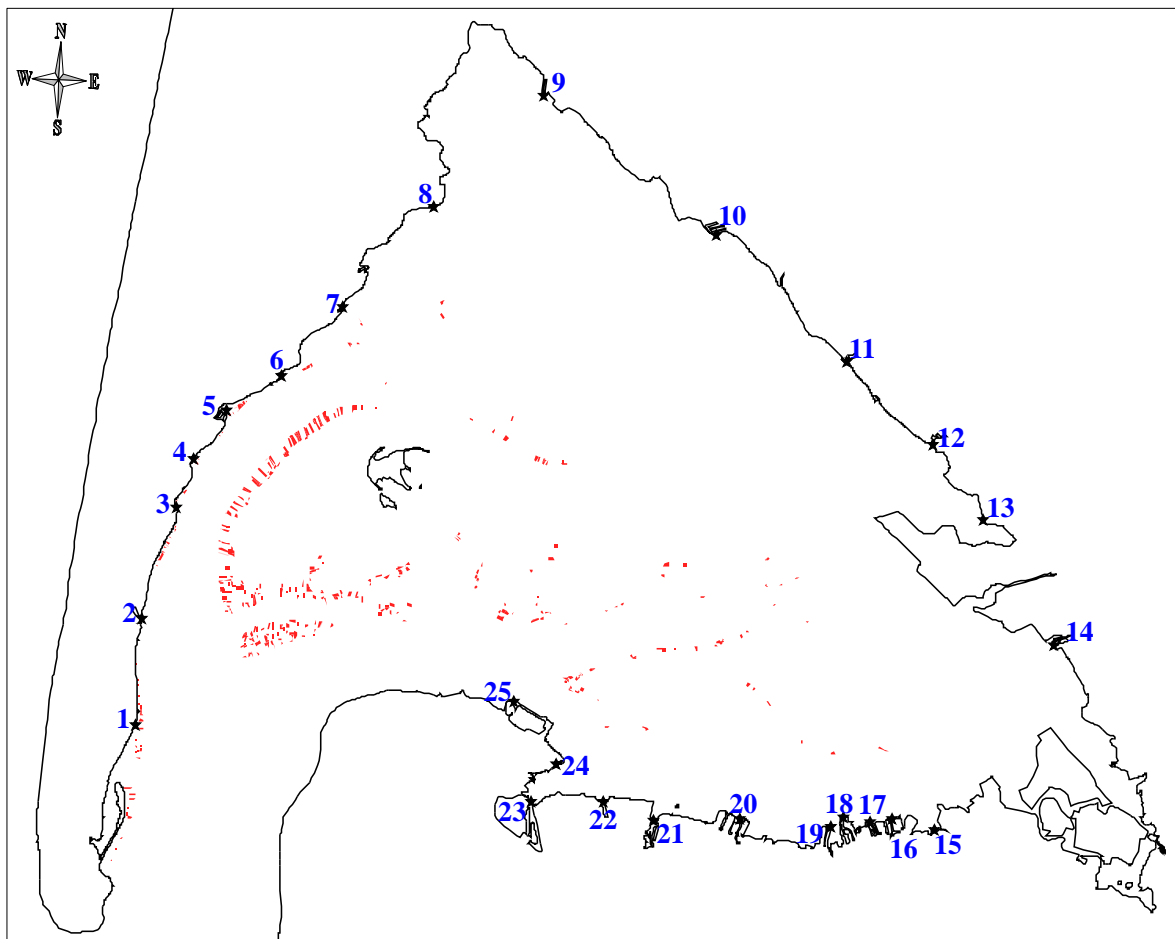
*Nombre de transactions l'année précédant la date de la transaction (nbtn\_1)*

Cette variable est construite comme la précédente. Elle a pour objectif de montrer si le nombre de transactions l'année précédente a une influence sur le montant de l'indemnité de substitution. On peut en effet penser qu'un nombre réduit de transactions l'année précédente entraînera une hausse du montant de l'indemnité de transaction l'année suivante et inversement.

*Distance en kilomètres au port ostréicole le plus proche (distkm)*

Cette distance a été mesurée à partir du sommet le plus proche de la parcelle. La Figure 6-4 situe les différents ports ostréicoles sur le Bassin d'Arcachon.

**Figure 6-4 – Ports ostréicoles du Bassin d'Arcachon**



- |              |                 |             |                |               |
|--------------|-----------------|-------------|----------------|---------------|
| 1- Bélisaire | 6- Grand Piquey | 11- Taussat | 16- Barbotière | 21- Hume      |
| 2- Vigne     | 7- Petit Piquey | 12- Cassy   | 17- Canal      | 22- Rocher    |
| 3- Herbe     | 8- Claouey      | 13- Lanton  | 18- Larros     | 23- La Teste  |
| 4- Canon     | 9- Arès         | 14- Audenge | 19- Gujan      | 24- Aiguillon |
| 5- Piraillan | 10- Andernos    | 15- Molle   | 20- Meyran     | 25- Arcachon  |

Source : Auteur

On peut penser en effet que les parcelles les plus éloignées des ports sont celles qui ont une valeur moins élevée. En effet, l'activité ostréicole demande une présence régulière sur les parcs afin par exemple de retourner les poches et l'éloignement des parcs peut donc être une contrainte supplémentaire.

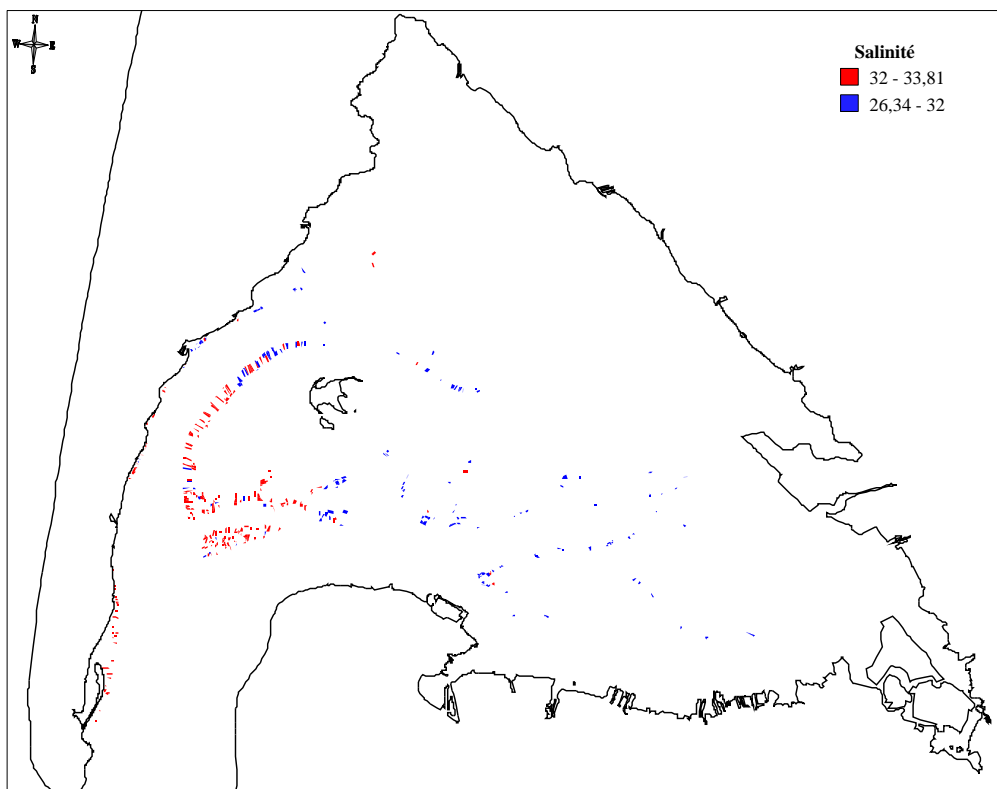
#### *Température moyenne de l'eau en °C (temp)*

La température étant calculée en fonction de l'année de transaction, il n'est pas opportun de la représenter sur une carte, les fluctuations d'une année sur l'autre pouvant être importante. Comme nous l'avons vu précédemment, la température de l'eau peut avoir une importance considérable pour l'activité ostréicole. Cependant, elle est essentiellement un facteur déterminant dans l'intensité du captage de naissain et beaucoup moins dans les phases d'élevage, c'est pourquoi cette variable – non significative – n'a pas été retenue dans le modèle final.

#### *Salinité (sal)*

La salinité est généralement de 35 dans les océans tandis qu'elle est nulle dans les eaux douces (Auby, *et al.*, 2010). Sur le Bassin d'Arcachon, elle fluctue entre 26,3 et 33,8. La Figure 6-5 présente les différents niveaux de salinité sur le Bassin d'Arcachon.

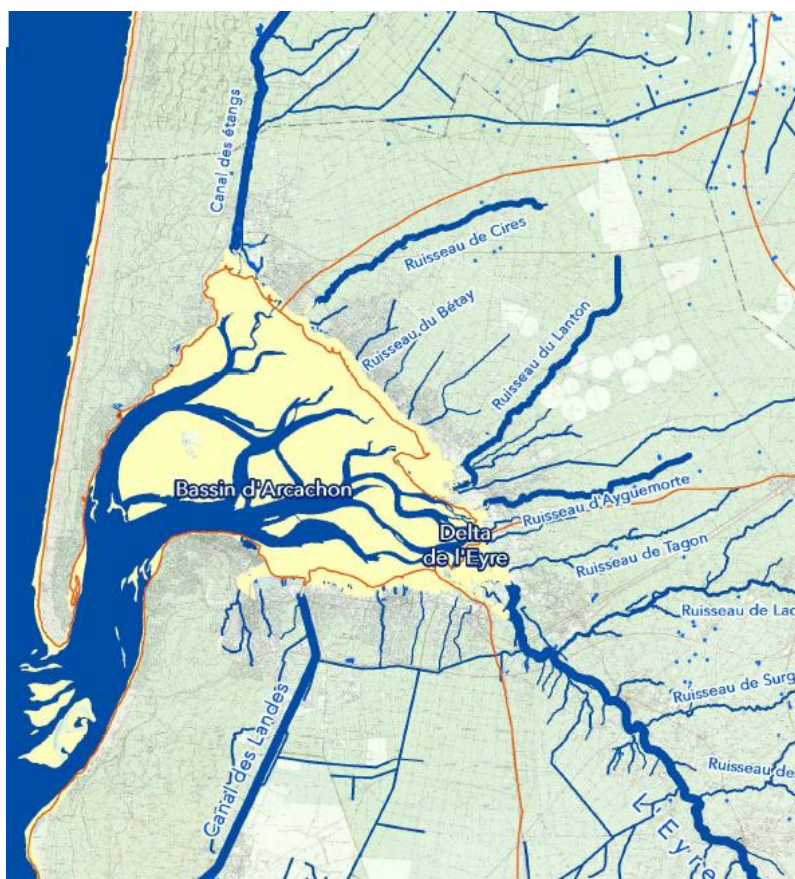
**Figure 6-5 – Salinité sur le Bassin d'Arcachon**



Source : Auteur, d'après données ARCHYD

Comme on peut le voir sur cette carte, les salinités les plus élevées sont mesurées principalement à proximité des passes du Bassin d’Arcachon et les moins élevées au nord et à l’est de ce dernier. Cela est dû aux différents apports en eau douce. La Figure 6-6 présente les sources d’apports en eau douce du Bassin d’Arcachon.

**Figure 6-6 – Sources des apports en eau douce du Bassin d’Arcachon**



Source : Anonyme, 2008

L'embouchure de l'Eyre au sud-est est à l'origine de 50 % des apports en eau douce du Bassin d’Arcachon. Au nord, le canal des Etangs quant à lui participe à hauteur de 15% aux apports en eau douce. Enfin, les apports du canal des Landes au sud et des différents petits cours d'eau représentent 35% des apports en eaux douces sur le Bassin (Auby & Maurer, 2004).

Les variables suivantes<sup>188</sup> (*mes*, *meso*, *chl<sub>a</sub>*, *pheo*, *NH<sub>4</sub>*, *nit* et *PO<sub>4</sub>*) correspondent aux éléments qui influent sur la production primaire d'un milieu<sup>189</sup>. Le phytoplancton se développe grâce à la productivité primaire d'un milieu ; il sert de nourriture aux huîtres.

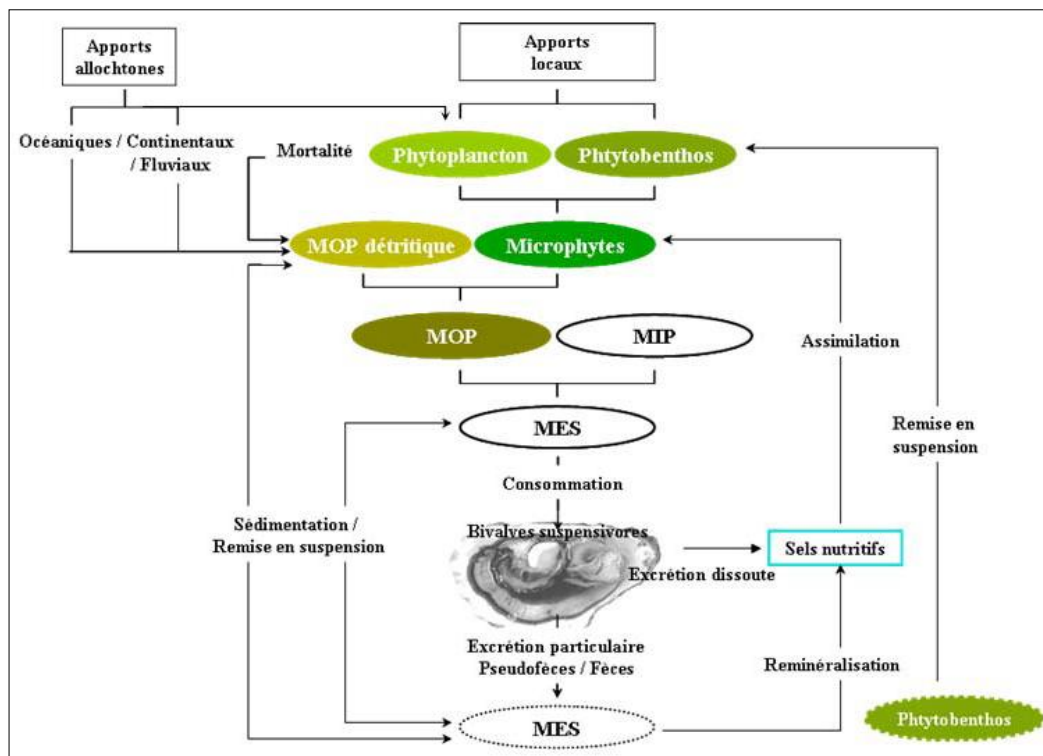
<sup>188</sup> En raison de la complexité des relations entre ces différents paramètres et la reproduction, croissance ou mortalité des huîtres, nous nous limitons à une présentation partielle de leur influence.



*Quantité de matière en suspension (mes) et quantité de matière en suspension organique (meso)*

Les matières en suspension sont des matières fines minérales ou organiques insolubles qui contribuent à la turbidité de l'eau (Ropert, *et al.*, 2007). Elles réduisent en effet la transparence de l'eau et de ce fait la production primaire photosynthétique (Manaud, *et al.*, 1997b). Les fortes turbidités ont tendance à réduire les possibilités d'ingestion de phytoplancton (Ropert, *et al.*, 2007). Néanmoins, selon leur nature, les matières en suspensions sont une source nutritive non négligeable (Manaud, *et al.*, 1997b). La Figure 6-7 représente les relations bivalves / matières en suspension dans un modèle d'écosystème conchylicole.

**Figure 6-7 – Diagramme simplifié des relations bivalves / matières en suspension dans un modèle d'écosystème conchylicole**

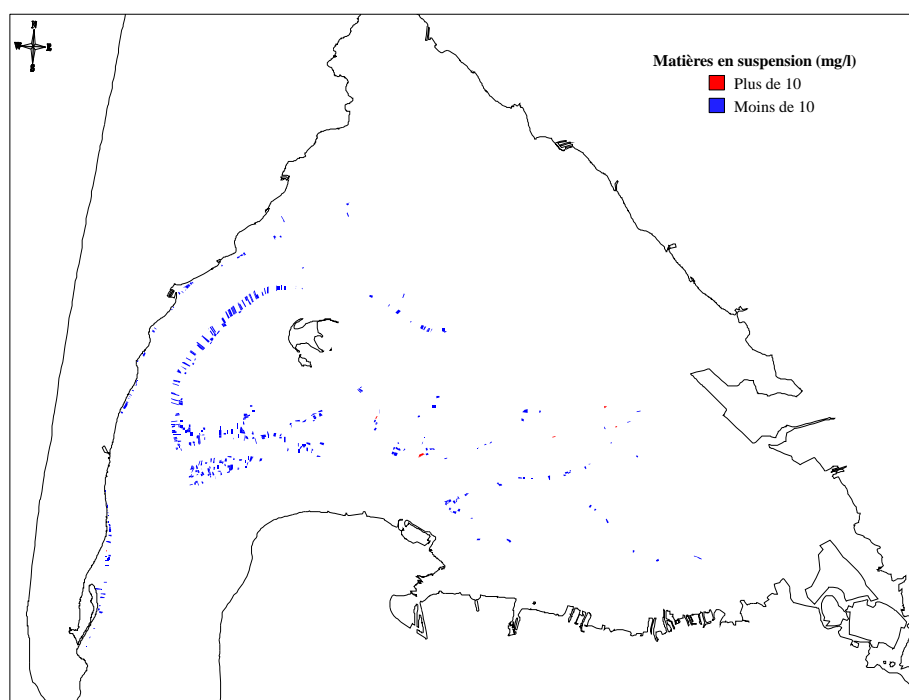


Source : Malet, 2005

Les matières en suspensions proviennent de rejets urbains, industriels et/ou agricoles. Leurs quantités sont donc un indicateur de la qualité de l'eau où elles sont mesurées. Les Figure 6-8 et Figure 6-9 distinguent respectivement les parcelles selon la quantité de matières en suspension et matières en suspension organiques.

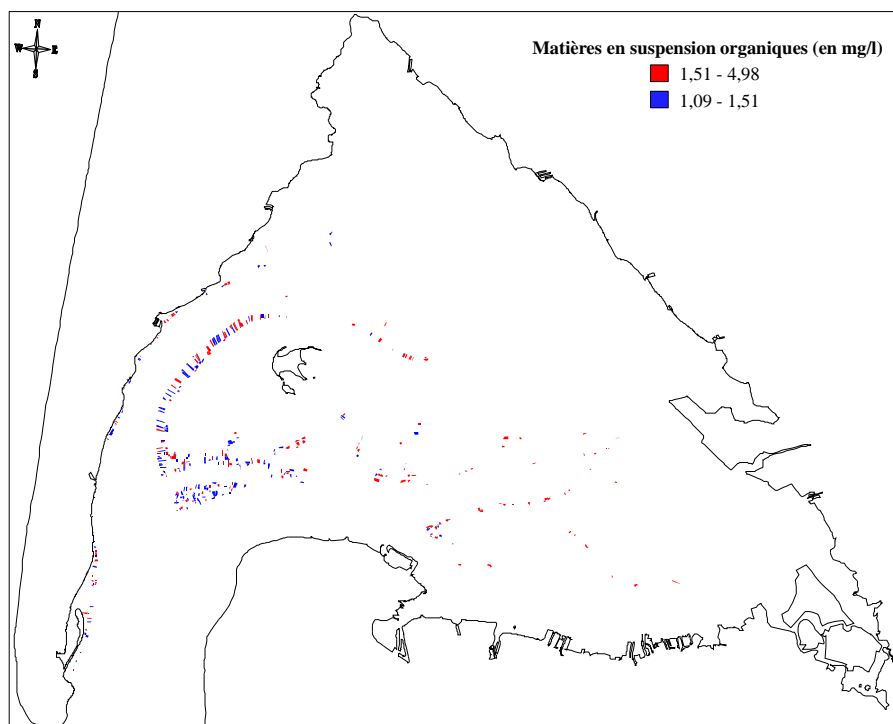
<sup>189</sup> On appelle productivité primaire « la quantité d'énergie chimique (composés organiques) issue de la conversion de l'énergie lumineuse par les organismes autotrophes d'un écosystème, dans une période donnée » (Campbell & Reece, 2004).

**Figure 6-8 – Quantité de matières en suspension (en mg/l)**



Source : Auteur, d'après données ARCHYD

**Figure 6-9 – Quantité de matières en suspension organique (en mg/l)**



Source : Auteur, d'après données ARCHYD

Ces cartes nous montrent bien l'influence des apports en eau douce sur la qualité des eaux du Bassin d'Arcachon. On voit bien en effet que les quantités moyennes de matières en

suspension (*mes* et *meso*) sont plus élevés au sud-est du bassin, là où les apports en eau douce sont les plus importants.

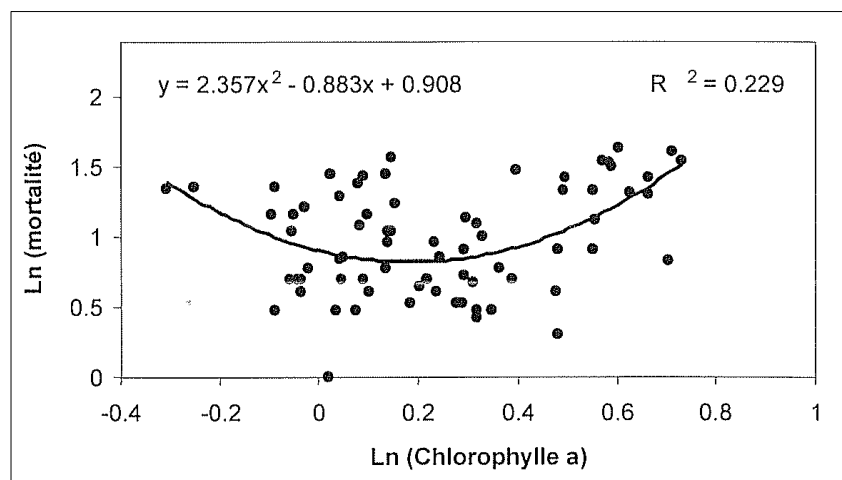
La variable *meso* n'a pas été retenue dans le modèle final en raison de sa colinéarité (0,77) avec la variable *mes* dont elle est un sous-ensemble.

#### *Quantité de chlorophylle a (chla)*

La chlorophylle *a* est le principal pigment photorécepteur des végétaux. Le dosage de la chlorophylle *a* dans l'eau de mer permet une quantification de la biomasse phytoplanctonique plus simple et plus rapide que les techniques basées sur le comptage et la mesure du volume des cellules (Manaud, *et al.*, 1997b). C'est donc un indicateur approximatif de la ressource trophique (Ropert, *et al.*, 2007).

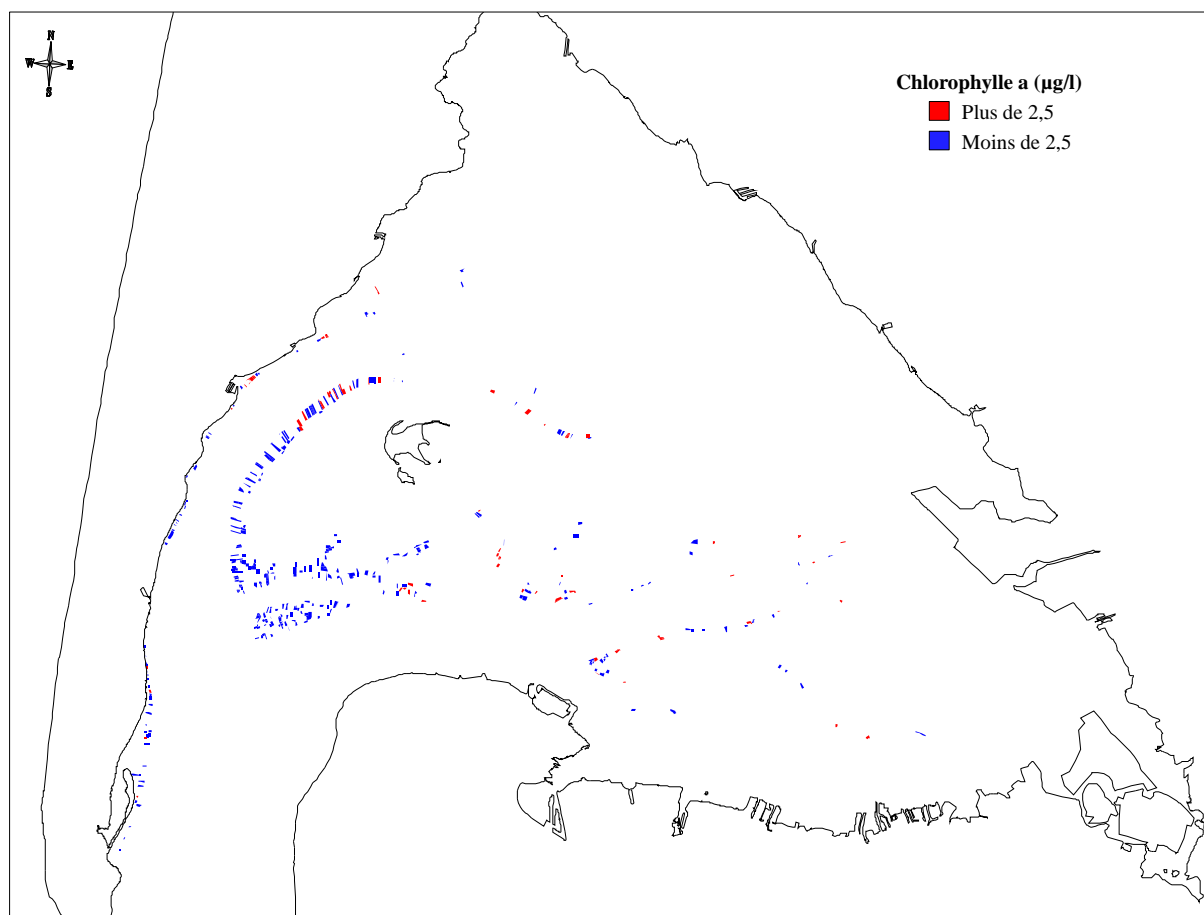
Il a été mis en évidence une relation significative entre le facteur chlorophylle *a* et la mortalité d'huîtres de la classe de 1 an (Ropert, *et al.*, 2007). Ropert, *et al.* (2007), à partir d'un ensemble de moyennes annuelles de paramètres hydrologiques et climatologiques et d'une régression multiple, ont mis en évidence un modèle polynomial d'ordre 2 expliquant une partie de la mortalité estivale par la concentration en chlorophylle *a*. La représentation graphique du modèle<sup>190</sup> (Figure 6-10) correspond à une courbe en U qui montre alors qu'il existe des seuils de concentration en chlorophylle *a* en-deçà desquels les mortalités seraient plus importantes mais également des seuils au-delà desquels les mortalités seraient également plus importantes.

**Figure 6-10 – Représentation graphique du modèle de mortalité des huîtres de 1 an obtenu par analyse en régressions multiples (Ropert, *et al.*, 2007)**



Source : Ropert *et al.*, 2007

<sup>190</sup>  $\text{Log}[\text{Mortalité}(1 \text{ an})] = 2,357 \times \text{Log}[\text{chlorophylle } a]^2 - 0,883 \times \text{Log}[\text{chlorophylle } a] + 0,907$

Figure 6-11 – Concentrations en chlorophylle *a* dans le Bassin d’Arcachon

Source : Auteur, d'après données ARCHYD

La Figure 6-11 nous montre que les quantités de chlorophylle *a* sont plus importantes au nord et à l’est du Bassin d’Arcachon qu’à proximité des passes, ce qui avait déjà été noté par Manaud, *et al.* (1997a).

#### *Quantité de phéopigments (pheo)*

Les phéopigments sont issus de la dégradation des pigments chlorophylliens du phytoplancton ou des débris végétaux terrestres (Bouget, 2008). Tout comme la chlorophylle *a*, les phéopigments sont un des indicateurs du potentiel de phytoplancton ingérable par les huîtres (Bouget, 2008).

Cette variable n’a finalement pas été retenue dans le modèle final en raison de sa forte colinéarité avec la variable *chl a* (0,78).

#### *Quantité d’ammonium (NH<sub>4</sub>)*

L’ammonium est l’une des deux formes en solution – avec l’ammoniac – de l’azote ammoniacal. Ce dernier est utilisé par les végétaux comme source d’azote. En eaux côtières

non polluées et en milieu océanique, les concentrations sont généralement inférieures à 1  $\mu\text{mole/l}$ . par contre, les concentrations sont plus élevées dans les estuaires, ce qui traduit l'influence des rejets urbains et/ou agricoles. L'ammonium est donc un bon traceur de la pollution urbaine notamment. (Manaud, *et al.*, 1997b)

#### *Quantité de nitrate (nit)*

L'ion nitrate ( $\text{NO}_3$ ) est la forme oxydée stable de l'azote en solution aqueuse. Il entre dans le cycle de l'azote comme support de la croissance des végétaux puis régénéré à partir des formes organiques par les bactéries. Lorsque la vitesse de régénération devient inférieure à la vitesse d'utilisation, les ions nitrate sont un facteur limitant de la croissance des algues. (Manaud, *et al.*, 1997b)

#### *Quantité d'orthophosphates (PO4)*

Les sels nutritifs phosphorés interviennent dans la production de matière organique par les végétaux autotrophes au même titre que les sels nutritifs azotés.

Cette variable n'a finalement pas été retenue dans le modèle final en raison de sa forte colinéarité avec la variable *nit*.

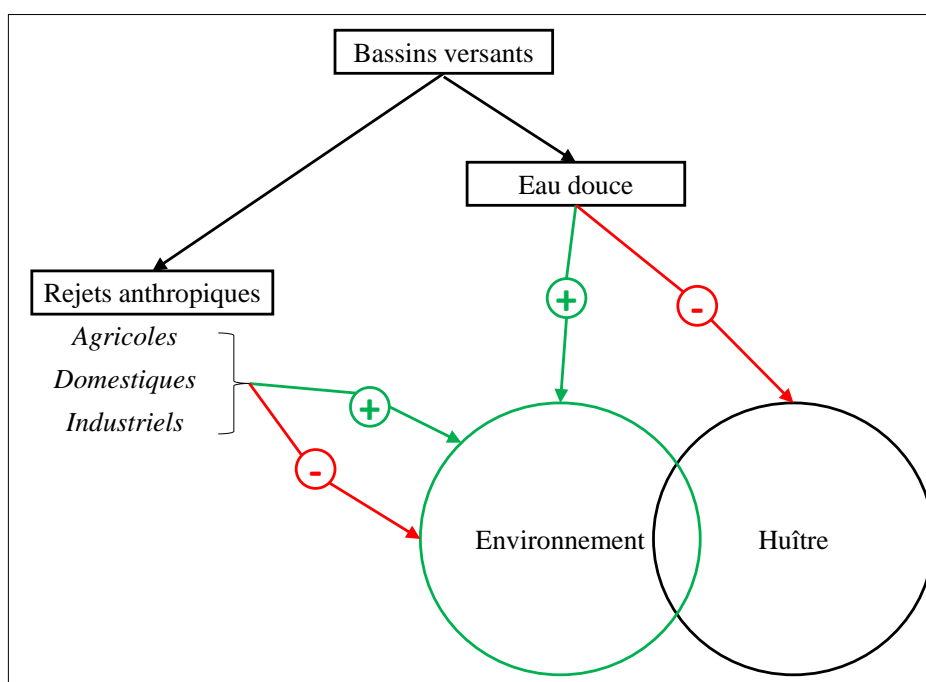
Les sels nutritifs azotés ( $\text{NO}_3$  et  $\text{NH}_4$ ) et phosphorés ( $\text{PO}_4$ ) interviennent dans la production de matière organique par les végétaux autotrophes. Leur présence dans le milieu est donc strictement indispensable au fonctionnement de la chaîne trophique. Néanmoins, l'enrichissement excessif des eaux en nutriments, résultant le plus souvent du développement des activités humaines, peut conduire à une surproduction primaire et provoquer ainsi une eutrophisation. (Manaud, *et al.*, 1997a)

Les zones ostréicoles requièrent donc des apports en nutriments équilibrés ; en déficit, ils peuvent nuire à la productivité<sup>191</sup> des sites, et en excès, induire un risque d'eutrophisation et d'efflorescence d'algues toxiques (Guillaud, *et al.*, 1992 ; Van Beusekom & De Jonge, 2002). On peut résumer cela à l'aide du schéma suivant (Figure 6-12).

---

<sup>191</sup> La productivité dont nous parlons dans ce chapitre est la productivité matérielle. Nous ne disposons pas en effet d'informations relatives aux autres facteurs de production qui peuvent être utilisés en dehors du nombre de collecteurs.

Figure 6-12 – Influence des apports des bassins versants



Source : Ropert et al., 2007

### *Influence de la marée (infm)*

Le Bassin d'Arcachon est sous l'influence des marées. Cette variable, qui permet donc de tenir compte de cette influence, est construite en utilisant les données du réseau ARCHYD dont les mesures sont effectuées à marée haute et à marée basse. Elle reflète l'ampleur des écarts des mesures entre le relevé à marée basse et à marée haute. Pour chaque paramètre, nous avons attribué un 1 si la différence en valeur absolue entre la mesure à basse mer et à haute mer est supérieure à la moyenne des écarts de mesure de toutes nos observations et 0 sinon. Nous avons ensuite fait la somme des valeurs attribuées par paramètre et nous avons considéré que l'influence de la marée était élevée si cette somme est supérieure à 4 – nous lui avons alors attribué la valeur 1 – tandis qu'elle est considérée comme peu élevée si cette somme est inférieure à 5.

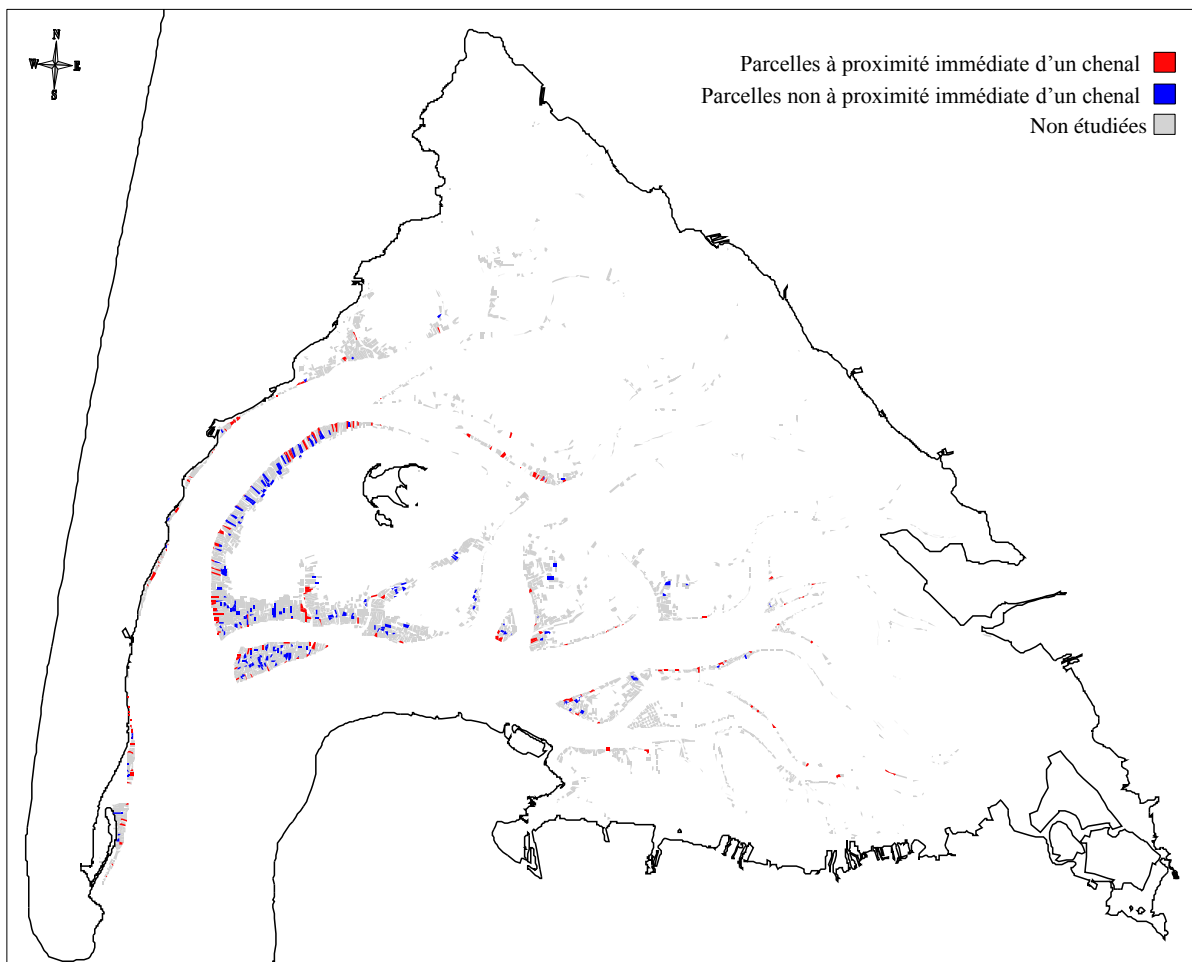
Cette variable n'a finalement pas été retenue dans notre modèle en raison de sa non-significativité. Cela s'explique sans doute par la construction même de cette variable. Nous avons alors tenté d'introduire cette variable « effet marée » en dédoublant les variables relatives aux paramètres hydrologiques selon leur valeur de basse mer et de pleine mer mais les résultats ne sont pas plus concluants. Bien que les marées ont un effet sur la productivité des parcs – et donc sur le montant des indemnités de substitution – notamment car elles jouent sur la durée d'exondation des coquillages, cet effet n'a pas pu être mis en évidence.

*Proximité des chenaux (proxch)*

Cette variable est quelque peu liée à la précédente car elle a pour but de voir quel est l'influence de la proximité d'une parcelle à un chenal. En effet, cette proximité permet d'une part à l'ostréiculteur d'y accéder plus aisément mais également, elle permet aux huîtres élevées sur ces parcs de bénéficier davantage des différents apports nutritifs par exemple. Enfin, la proximité d'un chenal a pour effet de diminuer la durée d'exondation de la parcelle ce qui permet alors aux huîtres d'être moins soumises à du stress et donc à être plus résistantes par exemple.

La Figure 6-13 distingue les parcelles à proximité immédiate d'un chenal et celles situées en 2<sup>ème</sup> ligne.

**Figure 6-13 – Parcelles à proximité ou non immédiate d'un chenal**



Source : Auteur, d'après DDAM33 (2010)

Nous allons voir à présent l'application de la méthode des prix hédoniques à nos données.

## 2.2. *Mise en œuvre*

Après avoir réalisé la spécification économétrique<sup>192</sup> de notre modèle, nous en étudions les résultats.

### 2.2.1. Spécification économétrique

La spécification économétrique consiste dans un premier temps à déterminer la forme fonctionnelle et à contrôler la présence ou non de biais dans les estimations. Une fois réalisées ces deux étapes, il sera possible de commenter les résultats des estimations.

#### 2.2.1.1. Démarche de spécification : forme fonctionnelle, multicolinéarité et endogénéité

La forme fonctionnelle choisie est une double-logarithmique. Les tests réalisés sous STATA montrent en effet que c'est la forme la plus adaptée<sup>193</sup> le paramètre de transformation de Box-Cox  $\lambda$  étant proche de 0<sup>194</sup> lorsque l'on réalise une transformation avec le même paramètre sur les variables dépendantes et indépendantes. De plus, selon Le Goffe (1996), seules les formes log et Box-Cox rendent le prix implicite marginal d'une caractéristique dépendant du niveau des autres caractéristiques.

Egalement, cette forme fonctionnelle est très utilisée en raison du fait que les coefficients estimés peuvent être interprétés en termes d'élasticités pour les variables continues. Ainsi, un accroissement de 1% de la variable explicative étudiée correspond à une variation (en pourcentage) de l'indemnité de substitution égale au coefficient de cette variable.

Quant aux variables binaires, l'estimation de l'impact (noté  $g$ ) de ces dernières sur la variable expliquée est donnée par :

$$g = 100(e^{\beta_k} - 1) \quad (6.34)$$

Notre équation de prix hédoniques est donc de la forme suivante :

<sup>192</sup> Les estimations et les différents tests ont été effectués sous STATA et Matlab.

<sup>193</sup> STATA permet de réaliser une transformation sur la seule variable dépendante, une transformation sur les variables dépendantes et indépendantes (non binaires) avec le même paramètre, une transformation sur les seules variables indépendantes (non binaires) et une transformation sur les variables dépendantes et indépendantes (non binaires) avec des paramètres différents.

<sup>194</sup> 0,101



$$\ln P = \alpha + \beta \ln X + \phi Z + \varepsilon \quad (6.35)$$

S'agissant de la multicolinéarité, cette dernière n'a pas été détectée parmi les variables retenues pour le modèle. En effet, les valeurs des *VIF* sont toutes inférieures à 10 (Tableau 6-6). Tous les coefficients de corrélation des variables indépendantes du modèle final sont par ailleurs inférieurs à 0,8.

Comme nous l'avons précisé précédemment, il est nécessaire également de tester la présence d'un biais d'endogénéité. La démarche du test d'endogénéité repose sur 4 étapes :

- la première étape consiste à choisir les instruments. Pour cela, nous avons utilisé la méthode des variables instrumentales créées à partir des variables continues. Les modalités de ces variables instrumentales correspondent donc aux variables continues dont l'intervalle a été découpé en classes. Les résidus doivent être significativement différents de zéro ;
- la deuxième étape consiste à introduire les résidus de la première étape dans l'équation ; ainsi, si les résidus obtenus ne sont pas significativement différents de zéro, on pourra conclure à une exogénéité des variables suspectées d'endogénéité ;
- la troisième étape consiste à vérifier que les instruments sont bien corrélés avec les variables suspectées d'endogénéité. Pour déterminer cela, on regarde la valeur du  $R^2$  de « première étape » qui, s'il est suffisamment élevé, nous indiquera que les instruments sont bien corrélés aux variables suspectées d'endogénéité ;
- la quatrième étape consiste à vérifier la validité des instruments grâce au test de Sargan ou Hansen.

Le Tableau 6-4 reprend les résultats des différentes étapes. Les *t-stats* nous montrent que les instruments sont bien significativement différents de zéro alors que les résidus eux ne le sont pas à un seuil de 5%. On peut donc conclure à une exogénéité des variables suspectées d'endogénéité. De plus, le  $R^2$  de première étape nous montre bien que les instruments sont bien corrélés avec les variables suspectes. Enfin, la statistique de Hansen nous montre que les instruments choisis sont valides ; en effet, les probabilités associées à chaque valeur de la statistique de Hansen n'étant pas significatives au seuil de 5%, l'hypothèse nulle d'indépendance entre les instruments et les résidus, c'est-à-dire l'hypothèse nulle de validité des instruments ne peut pas être rejetée.

Tableau 6-4 – Tests d'endogénéité des variables indépendantes

Variabes	Instruments	MCO <i>t-stat</i>	Résidus	R <sup>2</sup> de 1 <sup>ère</sup> étape	Statistique de Hansen <sup>195</sup>
nbtn_1	Enbtn_1A [0 ; 43]	-17,61 (0,000)	0,18 (0,855)	0,95	0,000 (0,999)
	Enbtn_1B [44 ; 74]	-42,47 (0,000)			
distkm	EdistkmA [0 ; 1,7]	-24,36 (0,000)	0,92 (0,358)	0,73	0,071 (0,789)
	EdistkmB [1,7 ; 3,312]	-11,10 (0,000)			
capt	EcaptA [0 ; 15 045]	-25,24 (0,000)	1,34 (0,181)	0,74	0,013 (0,908)
	EcaptB [15 045 ; 20 843]	-12,28 (0,000)			
sal	EsalA [0 ; 28,78]	-10,64 (0,000)	0,72 (0,471)	0,82	0,035 (0,852)
	EsalB [28,78 ; 31,31]	-14,80 (0,000)			
mes	EmesA [0 ; 5,86]	-32,42 (0,000)	0,11 (0,916)	0,87	0,994 (0,331)
	EmesB [5,86 ; 7,79]	-17,57 (0,000)			
chla	EchlaA [0 ; 1,89]	-33,98 (0,000)	0,15 (0,883)	0,80	0,374 (0,541)
	EchlaB [1,89 ; 2,87]	-16,50 (0,000)			
NH4	ENH4A [0 ; 1,95]	-18,15 (0,000)	-0,02 (0,981)	0,74	0,083 (0,774)
	ENH4B [1,95 ; 3,3]	-9,05 (0,000)			
nit	EnitA [0 ; 4,9]	-30,01 (0,000)	-1,34 (0,180)	0,88	0,428 (0,513)
	EnitB [4,9 ; 6,2]	-21,19 (0,000)			

Note : Les modalités de référence sont les suivantes :

Enbt\_1C [74 ; ...[      EdistkmC [3,312 ; ...[      EcaptC [20 843 ; ...[      EsalC [31,31 ; ...[

Emes [7,79 ; ...[      EchlaC [2,87 ; ...[      ENH4C [3,3 ; ...[      EnitC [6,2 ; ...[

Les valeurs entre parenthèses correspondent aux *p-values*.

<sup>195</sup> Nous n'utilisons pas ici le test de Sargan mais celui de Hansen car ce dernier est robuste à la présence d'hétéroscédasticité. La détection de cette dernière sera présentée par la suite.

## 2.2.1.2. Détermination du modèle de prix hédoniques

Dans un premier temps, nous procédons à l'estimation du modèle aspatial par la méthode des Moindres Carrés Ordinaires puis aux différents tests de spécification et d'autocorrélation spatiale. Les résultats sont les suivants (Tableau 6-5 et Tableau 6-6) :

**Tableau 6-5 – Résultats de l'estimation du modèle aspatial par les MCO**

Variables	VIF	MCO (non robuste)	
		Coefficient	t-stat
CONSTANTE		-40,0147 ***	-7,12
NBT_1	2,51	-0,4644 ***	-4,26
DISTKM	1,67	-0,2363 ***	-4,05
CAPT	1,64	0,8132 ***	16,18
SAL	2,53	11,5923 ***	7,48
MES	2,09	0,8805 ***	3,98
CHLA	1,92	-0,3504 *	-2,23
NH4	1,52	0,2232 ***	2,89
NIT	2,79	0,2081 ***	4,48
TECH	1,27	-0,2779 **	-3,01
CSANIT	1,66	0,3551 *	2,30
ELEV DUM	2,04	0,5449 ***	4,36
ESPHC	1,23	-0,3313 ***	-3,96
PROXCH	1,24	0,2329 **	2,87
<b>R<sup>2</sup></b>		<b>0,5764</b>	

Niveaux de significativité : †  $p < 0,1$  \*  $p < 0,05$  \*\*  $p < 0,01$  \*\*\*  $p < 0,001$

Tableau 6-6 – Tests de spécification et de dépendance spatiale

TEST	STATISTIQUE	PROBABILITE
<i>Spécification</i>		
Jarque-Bera	36,817	0,000
Test JLM	71,725	0,000 <sup>196</sup>
Koenker-Bassett	1,200	0,274
<i>Diagnostic de l'autocorrélation spatiale</i>		
I de Moran	7,710	0,000
$LM_{LAG}$	32,950	0,000 <sup>197</sup>
$LM_{ERR}$	44,237	0,000 <sup>198</sup>
$RLM_{LAG}$	2,547	0,1105
$RLM_{ERR}$	13,834	0,000 <sup>199</sup>
$LM_{BI}$	46,784	0,000 <sup>200</sup>

Le test de Jarque-Bera (1987) rejette l'hypothèse nulle de normalité des résidus. Nous procédons ensuite au test joint d'autocorrélation spatiale et d'hétéroscédasticité (JLM). Ce dernier étant significatif, nous testons alors uniquement la présence d'hétéroscédasticité grâce au test de Koenker-Bassett (1982) qui est robuste à la non-normalité des résidus. L'hypothèse nulle d'homoscédasticité est acceptée. La significativité du test joint est donc liée à la présence uniquement d'autocorrélation spatiale. De la même façon, le test de Moran confirme le test JLM selon lequel il existe une autocorrélation spatiale.

Afin de déterminer le modèle spatial le mieux adapté, nous comparons les différents tests du multiplicateur de Lagrange et leurs versions robustes. Ainsi, selon la règle de décision proposée par Anselin et Rey (1991), Florax et Folmer (1992), Anselin et Florax (1995) et Anselin, *et al.* (1996), nous rejetons le modèle spatial autorégressif (SAR), le  $LM_{ERR}$  étant plus significatif que le  $LM_{LAG}$  et le  $RLM_{ERR}$  étant significatif mais pas le  $RLM_{LAG}$ . De plus, le  $LM_{BI}$  nous conduit à rejeter l'hypothèse nulle, le modèle spatial général (SAC) n'est donc pas adapté. Enfin, pour déterminer entre le modèle Durbin spatial (SDM) et le modèle avec autocorrélation spatiale des erreurs (SEM) celui qui est le plus adapté, nous utilisons les

<sup>196</sup> 9,38e-010<sup>197</sup> 9,46e-009<sup>198</sup> 2,91e-011<sup>199</sup> 2,00e-004<sup>200</sup> 6,94e-011

critères d'informations d'Akaike et de Schwarz. Les valeurs de ces deux critères pour chacun des deux modèles sont données par le Tableau 6-7.

**Tableau 6-7 – Valeurs des critères d'information d'Akaike et de Schwarz**

	Akaike (AIC)	Schwarz (SC)
Modèle SDM	655,5876	764,9940
Modèle SEM	649,5758	706,3051

Ces critères d'informations nous permettent de justifier le choix d'un modèle avec autocorrélation spatiale des erreurs, ce dernier minimisant à la fois l'AIC et le SC.

### 2.2.2. Résultats de l'estimation

Comme pour l'analyse exploratoire des données spatiales du chapitre précédent, nous avons utilisé une matrice de poids des 9 plus proches voisins. Le Tableau 6-8 nous donne les résultats de la régression du modèle de prix hédoniques.

Le modèle avec autocorrélation spatiale des erreurs explique environ de 62% des indemnités de substitution des concessions ostréicoles arcachonnaises. La constante de ce modèle est significative au seuil de 0,1% ce qui suggère l'existence de variables explicatives non incluses dans le modèle. En effet, des variables telles que l'état des parcelles (équipement, ensablement par exemple) aurait sans doute amélioré le pouvoir explicatif du modèle, ces informations pouvant influencer la productivité des parcelles. De la même façon, des variables relatives aux exploitations des concessionnaires repreneurs (comme la taille de l'exploitation ou encore la localisation des autres concessions détenues) auraient permis d'affiner davantage notre analyse.

**Tableau 6-8 – Résultats de l'estimation du modèle de prix hédoniques**

Variables	Modèle avec autocorrélation spatiale des erreurs (SEM)	
	Coefficient	t-stat
CONSTANTE	-34,1658 ***	-6,48
NBT_1	-0,5119 ***	-4,89
DISTKM	-0,2579 **	-3,16
PCAPT	0,8282 ***	16,99
SAL	9,9490 ***	5,70
MES	0,8849 ***	3,96
CHLA	-0,5012 ***	-3,12
NH4	0,2970 ***	3,89
NIT	0,2071 ***	4,63
TECH	-0,2163 *	-2,38
CSANIT	0,3572 †	1,85
ELEV DUM	0,3818 **	3,07
ESPHC	-0,2295 **	-2,75
PROXCH	0,1614 *	2,06
LAMBDA ( $\lambda$ )	0,4750 ***	6,81
R <sup>2</sup>	0,6205	

Niveaux de significativité : †  $p < 0,1$  \*  $p < 0,05$  \*\*  $p < 0,01$  \*\*\*  $p < 0,001$

Concernant le paramètre lambda ( $\lambda$ ) qui désigne l'intensité de la dépendance spatiale entre les résidus, sa significativité au seuil de 0,1% et son signe indique l'existence d'une autocorrélation spatiale positive dans la distribution des indemnités de substitution et confirme les résultats obtenus lors de l'ESDA effectuée au chapitre précédent.

L'analyse détaillée des résultats va à présent être effectuée en étudiant d'une part les caractéristiques des parcelles et d'autre part, les paramètres hydrologiques.

#### 2.2.2.1. Caractéristiques des parcelles

Nous allons ici dans un premier temps commenter les résultats de l'estimation concernant plus spécifiquement les caractéristiques des parcelles puis nous étudierons les consentements marginaux à payer pour une modification de ces caractéristiques.

#### 2.2.2.1.1. Commentaire des résultats de l'estimation relatifs à la caractérisation des parcelles

Les caractéristiques que nous allons ici étudiées sont celles relatives à la disponibilité des parcelles, à leur accessibilité et aux contraintes réglementaires.

##### 2.2.2.1.1.1. Disponibilité

La disponibilité des parcelles est évaluée à travers la variable *nbtn\_1* qui correspond au nombre de transactions ayant eu lieu l'année précédant la transaction étudiée. Le signe négatif du coefficient indique que plus le nombre de transactions a été important l'année précédente et moins le montant de l'indemnité de substitution est élevé. Ainsi, un accroissement de 1% du nombre de transactions l'année précédente diminue de 0,5% le montant de l'indemnité de substitution. Cela peut s'expliquer par le fait que le montant des indemnités de substitution est censé être cohérent avec le prix moyen des indemnités des transactions des deux années précédentes et donc si les transactions ont été nombreuses l'année précédente, il est probable que l'indemnité moyenne ait été moins élevée que s'il y avait eu peu de transactions. Par conséquent, une indemnité moyenne de substitution moins élevée l'année précédente aura pour effet de diminuer l'indemnité moyenne l'année de la transaction étudiée. Cela peut aussi s'expliquer par le fait que les ostréiculteurs anticipent une offre de cessions de concessions identiques à l'année précédant celle où ils envisagent d'être repreneurs. Dans ce cas, un nombre élevé de concessions proposées à la cession a pour effet d'accroître la concurrence entre ostréiculteurs cédants et par-là même à faire diminuer le montant de l'indemnité afin que la transaction puisse avoir lieu et inversement. Il s'agit là d'un mécanisme lié à la logique de marché faisant que les indemnités de substitution dépendent des ajustements entre l'offre et la demande de concessions mais également de la conjoncture économique du secteur (Mongruel, *et al.*, 2008b).

##### 2.2.2.1.1.2. Accessibilité

L'accessibilité des parcs est évaluée à travers la variable *distkm* correspondant à la distance en kilomètres entre la concession et le port ostréicole le plus proche. Selon Mongruel, *et al.* (2008a), cette accessibilité est un facteur déterminant dans les stratégies d'acquisition de concessions. En effet, une distance réduite entre les concessions et les ateliers

à terre est valorisée. Cela explique alors le signe négatif associé à cette variable. Une augmentation de la distance de 1% – ce qui correspond à +20,9 mètres en moyenne – va se traduire par une diminution de 0,26% du montant de l'indemnité de substitution.

Une autre variable de notre modèle peut également décrire l'accessibilité des parcs. En effet, la proximité des chenaux – variable *proxch* – est un indicateur d'accessibilité. Un parc bordant un chenal est évidemment plus accessible qu'un parc en 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> ligne. Le signe positif du coefficient associé à cette variable confirme d'ailleurs cette conclusion. Ainsi, les parcelles à proximité immédiate d'un chenal ont une indemnité de substitution environ 17,5% plus élevée qu'une parcelle non à proximité immédiate d'un chenal.

#### 2.2.2.1.1.3. Contraintes liées à la réglementation

Les contraintes liées à la réglementation correspondent à celles relatives aux schémas des structures mais également au classement sanitaire.

Concernant le classement sanitaire, le signe positif du coefficient associé à la variable *csanit* nous indique qu'un classement en zone A a un effet positif sur le montant de l'indemnité de substitution. En effet, le classement sanitaire a un impact de l'ordre de près de 43% sur le montant de l'indemnité de substitution ce qui signifie qu'une parcelle classée A est environ 43% plus chère qu'une parcelle classée B. Cela s'explique par le fait qu'un classement en zone B nécessite, pour pouvoir commercialiser les huîtres, des investissements en termes d'équipement d'épuration des coquillages conformément à la grille de salubrité des zones de production conchylicole (Tableau 6-2). C'est pour cela que généralement, les parcelles classées en zone B sont utilisées pour le captage de naissain et non pour l'élevage. Cette variable est d'ailleurs à rapprochée de celle discriminant les parcelles selon leur usage. Ainsi, la variable *elevdum* qui prend la valeur 1 si la parcelle est destinée à être utilisée pour l'élevage a un coefficient positif indiquant que les parcelles destinées à l'élevage sont davantage valorisées que celles destinées au captage. Ainsi, une parcelle destinée à l'élevage est environ 49% plus chère qu'une parcelle destinée au captage.

S'agissant à présent de la technique permise par les différents schémas des structures, la variable *tech* qui prend la valeur 1 si la technique est l'élevage à plat nous indique que l'élevage en surélevé est davantage valorisé que l'élevage à plat. En effet, le coefficient négatif associé à cette variable nous indique que le potentiel productif d'une parcelle dépend de la technique utilisée. L'impact de cette variable sur l'indemnité de substitution est de -



24,14% ce qui signifie que le fait pour une parcelle de devoir être utilisée pour l'élevage à plat diminue l'indemnité de substitution de cette dernière d'environ 24% comparativement à une parcelle devant être utilisée pour l'élevage en surélevé. Comme nous l'avons en effet indiqué, même si la culture à plat nécessite moins d'investissement en matériel et moins de manutention, elle a pour inconvénient majeur d'accroître le risque d'envasement des huîtres et les pertes sont généralement plus importantes qu'en élevage en surélevé même si les huîtres sont moins soumises au stress lié aux phénomènes d'exondation et d'immersion successifs.

Les actes de concession indiquent également quelles sont les espèces pouvant être élevées sur chaque parcelle. La variable *esphc* prend la valeur 1 si la parcelle est concernée exclusivement par l'huître creuse. Le coefficient négatif associé à cette dernière nous montre que le fait de ne pouvoir élever que des huîtres creuses a un effet négatif sur le montant de l'indemnité de substitution – alors même que sur le Bassin d'Arcachon, très peu d'autres espèces sont élevées. L'impact de cette variable sur l'indemnité de substitution est de -25,8%. Par ailleurs, la comparaison de l'indemnité moyenne à l'are des parcelles concernées exclusivement par les huîtres creuses et celle des autres parcelles confirme cette constatation puisqu'en moyenne les parcelles ne pouvant servir qu'aux huîtres creuses ont une indemnité moyenne à l'are de 291 € tandis que pour les autres parcelles elle est en moyenne de 392 € soit environ 35% de plus. Cette valorisation de la parcelle en raison de la possibilité d'élever différentes espèces peut s'expliquer par le fait que pouvoir élever différentes espèces peut permettre à un exploitant de diversifier son activité voire de se reconverter dans l'élevage des moules ou des coques par exemple, surtout en période de crise.

Concernant le potentiel de captage (*pcapt*), il est nécessaire de rappeler ici que son calcul dépend fortement de l'année de transaction et du secteur concerné puisque selon ces deux éléments, les potentiels ne vont pas être les mêmes. Les résultats de l'estimation nous indiquent qu'une variation de 1% du potentiel de captage a pour effet d'entraîner une augmentation de 0,8% de l'indemnité de substitution sachant qu'en moyenne, une hausse de 1% du potentiel de captage correspond à environ 170 collecteurs supplémentaires en moyenne. Il est probable que si le potentiel d'élevage avait été utilisé dans le modèle à la place du potentiel de captage, le coefficient associé aurait été également positif mais moins élevé. En effet, la surcharge des parcs en collecteurs a des conséquences moindres sur la productivité des parcs pour l'élevage et ce, essentiellement parce que les parcs utilisés pour le captage sont généralement en zone classée sanitaires B et donc l'élevage y est très peu pratiqué. Également, plus le nombre de collecteurs posés est important et plus la quantité de

naissain pouvant être capté est importante tandis que plus les parcs sont surchargés en termes de poches et moins ils sont productifs. Comme nous l'avons déjà évoqué au chapitre précédent, la surcharge des parcs aurait pour conséquence une baisse des rendements (Le Roux & Boncoeur, 2006).

2.2.2.1.2. Consentements marginaux à payer pour une modification des caractéristiques des parcelles

A partir des résultats de l'estimation, il est possible de calculer le prix marginal implicite pour une modification d'une caractéristique de la parcelle. Il s'agit en fait d'estimer le consentement marginal à payer<sup>201</sup> d'un concessionnaire repreneur pour une telle modification.

Le CMP se calcule à partir des coefficients estimés des variables concernées et du montant moyen de l'indemnité de substitution (Kim *et al*, 2003 ; Mueller & Loomis, 2008). Selon la forme fonctionnelle utilisée dans la modélisation hédonique, le CMP – ou prix implicite marginal – se calcule différemment :

- si l'équation de prix hédoniques est de forme linéaire :

$$CMP_{x_k} = \hat{\beta}_k \tag{6.36}$$

avec :  $k = 1, \dots, K$ .

- si l'équation de prix hédoniques est de forme log-linéaire :

$$CMP_{x_k} = \hat{\beta}_k \times \bar{P} \tag{6.37}$$

avec :  $k = 1, \dots, K$  et  $\bar{P}$  l'indemnité moyenne.

- si l'équation de prix hédoniques est de forme log-log :

$$CMP_{x_k} = \hat{\beta}_k \times \frac{\bar{P}}{\bar{Z}} \tag{6.38}$$

avec :  $k = 1, \dots, K$ ,  $\bar{P}$  l'indemnité moyenne et  $\bar{Z}$  la moyenne des valeurs prises par la caractéristique étudiée.

Quant aux consentements marginaux à payer des variables binaires se calculent de la façon suivante (Terra, 2005) :

<sup>201</sup> CMP ou *MWTP pour Marginal Willingness To Pay*

$$CMP_{x_k} = (e^{\hat{\beta}_k} - 1) \times \bar{P} \quad (6.39)$$

Le Tableau 6-9 reprend alors les valeurs des consentements à payer marginaux calculés pour les différentes caractéristiques des parcelles à partir de l'indemnité moyenne s'élevant à 5 712 €.

**Tableau 6-9 – Prix marginaux implicites des caractéristiques des parcelles**

Variabes	$\beta$	Prix marginal implicite (€)	Prix marginal en %
DISTKM <sup>202</sup>	-0,2579	-71,20	-1,25
PCAPT <sup>203</sup>	0,8282	277,57	4,86
TECH	-0,2163	-1 111,02	-19,45
CSANIT	0,3572	2 452,29	42,93
ELEVDUM	0,3818	2 655,62	46,49
ESPHC	-0,2295	-1 171,35	-20,51
PROXCH	0,1614	1 000,48	17,52

Ces prix marginaux implicites signifient qu'un exploitant sera prêt à payer une indemnité de substitution 71 € de moins si la parcelle concernée est éloignée de 100 mètres de plus du port le plus proche par rapport à une autre parcelle. De la même façon, un exploitant aura un consentement à payer de 277 € environ pour une hausse du potentiel de captage de 1 000 équivalents-tuiles. Mais les consentements marginaux à payer sont les plus importants en ce qui concerne les contraintes liées aux actes de concession – actes qui précisent entre autres la technique d'élevage, la ou les espèces pouvant être élevées et si la parcelle est destinée au captage ou à l'élevage. Ainsi, on peut voir qu'un exploitant sera prêt à payer en moyenne 55 € de moins à l'are pour une parcelle où l'on peut pratiquer l'élevage à plat par rapport à une parcelle où l'on peut pratiquer l'élevage en surélevé. Egalement, il sera prêt à payer en moyenne 132 € à l'are de plus pour une parcelle destinée à l'élevage mais 58 € de moins à l'are si la parcelle ne peut supporter que des huîtres creuses. De plus, un exploitant aura un consentement marginal à payer de 122 € en moyenne à l'are si la parcelle est située en

<sup>202</sup> Les prix marginaux implicites sont calculés ici non pas pour une variation de 1 kilomètre de la distance au port le plus proche mais pour une variation de 100 mètres.

<sup>203</sup> Concernant le potentiel de captage, le prix marginal implicite est calculé pour une variation de 1 000 équivalents-tuiles. Cette dernière variation peut correspondre à une augmentation de la surface concernée par le captage en moyenne de 0,87 ares – la surface concernée passe de 13,22 ares en moyenne à 14,09 ares en moyenne – ou encore à une augmentation de la densité moyenne à l'are de 233 équivalents-tuiles – la densité moyenne à l'are passe de 1 603 équivalents-tuiles à 1 836 équivalents-tuiles.

zone A plutôt qu'en zone B. Enfin, le consentement marginal à payer sera de 50 € en moyenne à l'are si la parcelle est à proximité immédiate d'un chenal.

Ces informations nous permettent de hiérarchiser les déterminants du montant des indemnités de substitution. C'est en premier lieu le type de parcelle qui va valoriser cette dernière. Un exploitant est prêt à payer davantage pour une parcelle destinée à l'élevage que pour une parcelle destinée au captage, conformément à nos résultats du chapitre précédent. Egalement, le classement de la parcelle en zone A plutôt qu'en zone B a tendance à être plus valorisé, ce qui est cohérent avec le commentaire précédent puisque les parcelles destinées à l'élevage sont principalement situées en zone A (96%). La proximité est un élément important également ; une parcelle plus proche d'un chenal et/ou d'un port qu'une autre sera valorisée même si ce n'est pas nécessairement pour les mêmes raisons. La proximité d'un port réduit les coûts liés au transport tout comme la proximité d'un chenal mais cette dernière a aussi pour avantage de réduire les temps d'exondation et donc de limiter le stress des coquillages. Cette valorisation de la diminution du stress aurait pu également être vérifiée avec la variable relative à la technique utilisée puisque l'élevage à plat réduit les temps d'exondation et donc les réductions de croissance des animaux voire leurs mortalités – mais cette réduction est sans doute moins importante que la hausse des mortalités –, dues par exemple aux prédateurs, liées à l'élevage en plat et qui ne se manifeste pas autant en pratiquant l'élevage en surélevé.

#### 2.2.2.2. Paramètres hydrologiques

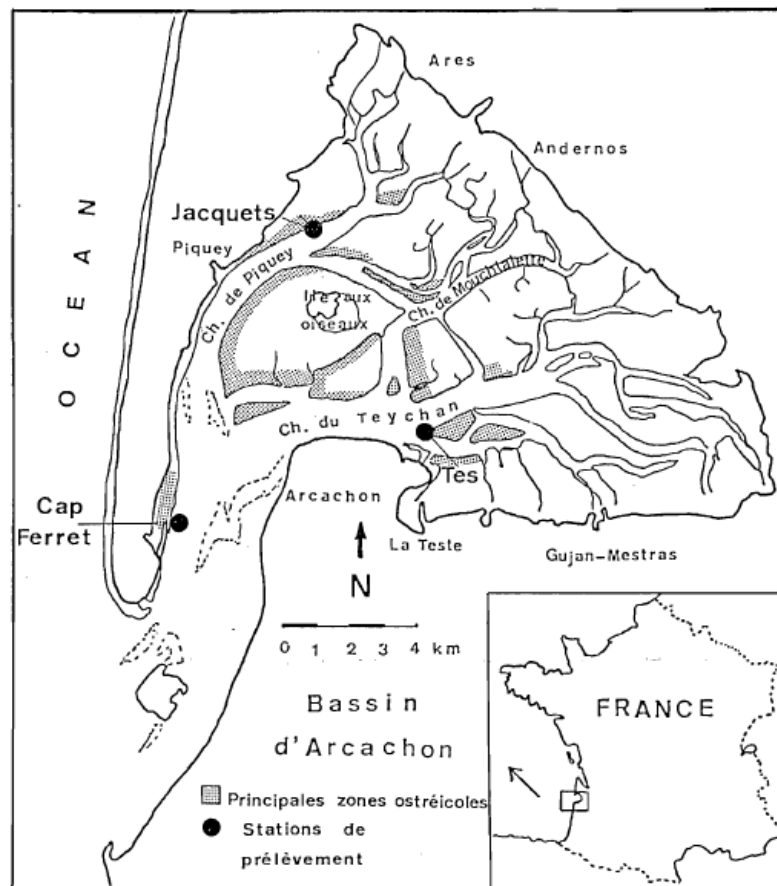
Les paramètres hydrologiques se réfèrent à la fois à la qualité de l'eau mais également à la nourriture disponible pour les huîtres.

##### 2.2.2.2.1. Commentaires des résultats de l'estimation relatifs aux paramètres hydrologiques

Le coefficient positif de la variable *sal* nous indique une relation positive entre la salinité et les indemnités de substitution. Cela est cohérent avec les résultats de l'ESDA du chapitre précédent qui indiquaient que les parcelles les plus chères sont situées à proximité des passes du Bassin, là où les salinités sont les plus élevées. Ainsi, une variation de 1% de la salinité a pour effet d'accroître le montant de l'indemnité de substitution de près de 10%.

L'effet de la salinité n'est pas un effet direct. Il est lié au secteur dans lequel ces salinités sont les plus élevées. Une étude menée par Maurer (1989) explique cela. En effet, il est mis en évidence une hiérarchie dans les performances de croissance de l'huître creuse *Crassostrea Gigas* en fonction des secteurs du Bassin. La Figure 6-14 indique les trois sites étudiés : Ferret, Tès et Jacquets.

**Figure 6-14 – Sites de l'étude des relations entre la croissance de l'huître *Crassostrea Gigas* et le milieu dans le Bassin d'Arcachon**

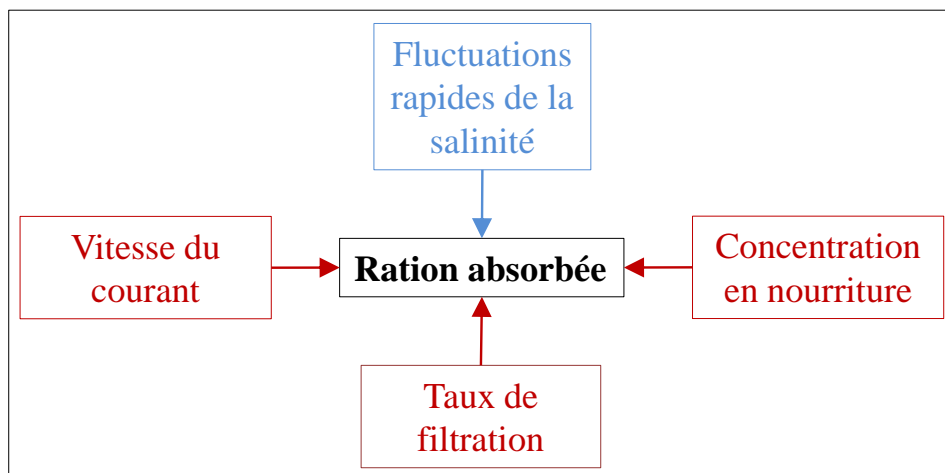


Source : Maurer, 1989

Maurer (1989) a donc mis en évidence le fait que le Ferret présentait toujours la meilleure croissance, que le Tès tenait une position intermédiaire et que la zone des Jacquets présentait les performances les moins bonnes. En comparant les performances de croissance avec les paramètres physico-chimiques et biologiques des trois secteurs, il a été montré que d'une part les amplitudes des variations thermiques étaient la plus grande aux Jacquets et les plus faibles au Ferret. D'autre part, il a été observé pour la salinité que le gradient secteur sous influence océanique – secteur sous influence continentale est très marqué, davantage encore que pour la température. Ainsi, les dessalures sont plus importantes au Tès et aux Jacquets qu'au Ferret impliquant ainsi pour les deux premiers secteurs des amplitudes importantes dans

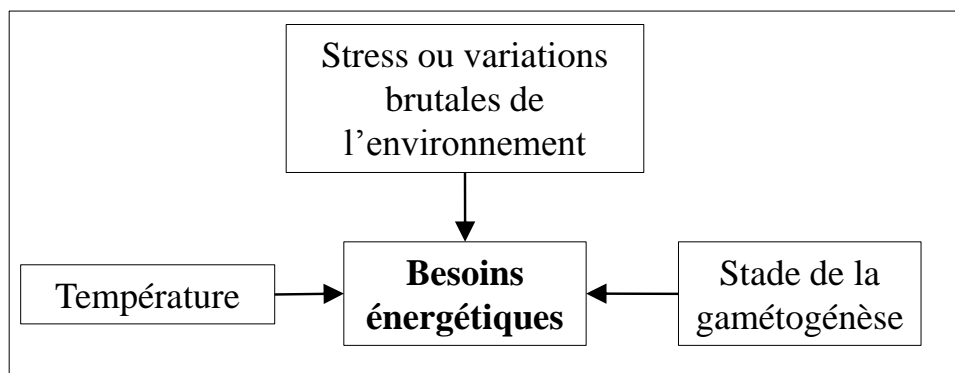
les fluctuations de la salinité. La croissance – en poids sec – étant le résultat d’un bilan positif entre les besoins énergétiques et la quantité d’énergie consommée, elle est dépendante également des conditions du milieu. Ainsi, Maurer (1989) explique une partie de la croissance des huîtres par la ration absorbée et par les besoins énergétiques, sachant que pour ces deux éléments, de nombreux facteurs sont à considérer. Les deux schémas suivants synthétisent grossièrement les principaux facteurs influençant la ration absorbée (Figure 6-15) et les besoins énergétiques (Figure 6-16).

**Figure 6-15 – Eléments influençant la ration absorbée**



Source : Auteur d’après Maurer (1989)

**Figure 6-16 – Eléments influençant les besoins énergétiques**



Source : Auteur d’après Maurer (1989)

La Figure 6-15 nous montre que la vitesse du courant, la concentration en nourriture et le taux de filtration sont liés positivement à la ration absorbée tandis que des fluctuations rapides de la salinité ont pour effet de diminuer la ration absorbée et donc la croissance. Quant

à la Figure 6-16, elle nous indique notamment que selon les stades de la gamétogénèse<sup>204</sup>, les besoins énergétiques ne seront pas les mêmes ; ainsi, les réserves énergétiques s'épuisant à mesure que progresse la gamétogénèse (Moal, *et al.*, 2007), les besoins énergétiques augmentent plus la gamétogénèse évolue vers le stade 5. De la même façon, les besoins énergétiques augmentent avec la hausse des températures mais aussi en situation de stress ou lors de variations brutales de l'environnement (Maurer, 1989). L'étude de Maurer (1989) a montré que le Ferret bénéficie d'une relative stabilité du milieu et a mis en évidence que les zones internes du Bassin présentaient des conditions à la fois plus extrêmes et plus instables et que ce sont ces différences de stabilité du milieu qui pourraient expliquer les différences de croissances des huîtres, les eaux océaniques jouant un rôle de tampon qui pondérerait les variations de l'environnement. La salinité – liée à la localisation des parcelles dans des eaux océaniques ou non – pourrait donc être un indicateur – indirect – de la productivité. Les huîtres élevées dans les secteurs où la salinité est la plus élevée – secteurs les plus proches des passes du Bassin mais également considérés comme les plus *stables* – auraient une meilleure croissance que dans les secteurs plus au nord et à l'est du Bassin, là où des salinités moins importantes sont observées.

S'agissant des variables *mes*, *chla*, *NH4* et *nit*, comme nous l'avons mentionné précédemment, elles se réfèrent à la fois à la qualité des eaux du Bassin ainsi qu'à la quantité de nourriture disponible pour les huîtres.

Afin de juger de la qualité de l'eau du Bassin d'Arcachon, nous utilisons la grille CQEL<sup>205</sup> (Tableau 6-10). Elle a été établie à partir des travaux du groupe national des CQEL pour le compte du ministère de l'environnement, de façon statistique, à partir des données RNO<sup>206</sup> et des REEL<sup>207</sup> (Préfecture de la Gironde, 2004). Seules les informations utilisées dans notre modèle sont présentées.

---

<sup>204</sup> Selon Le Dantec (1968), on peut distinguer 5 stades dans la progression de la gamétogénèse. Le stade 1 correspond au début de la gamétogénèse, le stade 5 correspondant à la déplétion quasi complète et est confondu avec le stade 0 du repos sexuel. La ponte intervient entre les stades 3 et 4 ou 4 et 5.

<sup>205</sup> Cellules Qualité des Eaux Littorales.

<sup>206</sup> Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin.

<sup>207</sup> Réseaux des cellules qualité des eaux.

**Tableau 6-10 – Extrait de la grille de lecture de la qualité générale des eaux de mer (Agences de l'Eau, 2001)**

CLASSES CRITERES	1A	1B	2	3
Salinité	15-38			
MES (mg/l)	<5	5-10	10-20	20-30
Nitrates (mg/l)	<0,5	0,5-1	1-2	2-3
NH <sub>4</sub> <sup>208</sup> (mg/l)	<0,02	0,02-0,05	0,05-0,1	0,1-0,15
Chl <i>a</i> <sup>208</sup> (µg/l)	<1	1-2,5	2,5-5	5-7,5

Note : les classes de qualité sont les suivantes :

- 1A : eau de qualité remarquable, exempte de pollution
- 1B : eau de qualité légèrement moindre
- 2 : eau de qualité passable dont la qualité se dégrade pour un ou plusieurs paramètres
- 3 : eau de qualité médiocre dont un ou plusieurs paramètres dépassent les valeurs normales
- HC (non présentée ici) : eau hors classe dépassant la valeur maximale tolérée en classe 3 pour un ou plusieurs paramètres et/ou la salinité est inférieure à 15 ou supérieure à 38.

La comparaison des seuils du Tableau 6-11 et des statistiques descriptives du Tableau 6-3 montre que la qualité des eaux du Bassin d’Arcachon peut globalement être considérée comme bonne (classe 1B). En effet, la quantité moyenne de matières en suspension par exemple situe le Bassin d’Arcachon dans la classe 1B, de même que pour la quantité de chlorophylle *a*. Quant aux teneurs en nitrates et ammonium, elles situent le Bassin d’Arcachon dans la classe 1A. Néanmoins, certaines parcelles se trouvent avec des quantités de matières en suspension et/ou de chlorophylle *a* supérieures aux seuils de la catégorie 1B correspondant à des eaux de qualité passable mais elles sont peu nombreuses<sup>209</sup>. Donc globalement, on peut dire que les eaux du Bassin d’Arcachon sont de bonne qualité.

Cependant, la variable *chla* présente un coefficient négatif indiquant qu’une hausse de 1% de la quantité de chlorophylle *a* a pour effet de diminuer le montant de l’indemnité de substitution de 0,50%. Quant aux variables relatives à la quantité de matières en suspension, à la quantité d’ammonium et à la quantité de nitrate, elles présentent toutes une signe positif de leurs coefficients respectifs signifiant ainsi qu’une hausse de 1% des quantités de matières en

<sup>208</sup> Les unités dans lesquelles sont exprimés les critères sont ici différentes de celles que nous avons utilisées dans le Tableau 6-3. Selon l’ICES (The International Council for the Exploration of the Sea), les équivalences sont les suivantes :

- NH<sub>4</sub> : 1 µg/l = 0,055437 µmole/l
- Nitrates (NO<sub>3</sub>) : 1µg/l = 0,016128 µmole/l

<sup>209</sup> Moins de 2% des parcelles étudiées ont des quantités moyennes de matières en suspension de plus de 10 mg/l et environ 17,5% ont des quantités moyennes de chlorophylle *a* supérieures à 2,5 µg/l. De plus, près de 88% des parcelles ayant des quantités moyennes de matières en suspension supérieures à 10 mg/l ont aussi des quantités moyennes de chlorophylle *a* supérieures à 2,5 µg/l.



suspension, d'ammonium ou de nitrates aura pour effet d'augmenter le montant de l'indemnité de substitution de respectivement 0,88%, 0,30% et 0,21%.

Nous allons à présent préciser ces résultats à partir des calculs des différents consentements marginaux à payer pour une modification de ces paramètres.

#### 2.2.2.2.2. Consentements marginaux à payer pour une modification des conditions du milieu

Le Tableau 6-11 reprend alors les valeurs des CMP calculés pour les différents paramètres du milieu.

**Tableau 6-11 – Prix marginaux implicites des paramètres du milieu**

Variables	$\beta$	Prix marginal implicite (€)	Prix marginal en %
SAL	9,9490	1 777,56	31,12
MES	0,8849	824,56	14,44
CHLA	-0,5012	-1 555,90	-27,24
NH4	0,2970	712,80	12,48
NIT	0,2071	224,47	3,93

Comme le laissent supposer les analyses précédentes quant à l'influence de la localisation sur le montant des indemnités de substitution, la salinité – en tant qu'indicateur de productivité de la parcelle – représente une part importante de l'indemnité moyenne avec un peu plus de 31%. Le consentement marginal à payer d'un exploitant pour détenir une parcelle située à proximité des passes du Bassin d'Arcachon – dont la salinité serait de près de 33 – s'élève donc à environ 1 778 €. Par contre, le poids de la quantité de chlorophylle *a* dans le montant de l'indemnité de substitution est d'un peu plus de 27% signifiant qu'un exploitant sera prêt à payer près de 1 781 € de moins pour une parcelle dont les quantités de chlorophylle *a* classerait cette dernière dans la classe 2 de la grille CQEL, classe qui correspond à eau de qualité passable. Cela est cohérent avec ce que nous avons indiqué précédemment quant à l'influence des quantités de chlorophylle *a* sur les mortalités des huîtres qui augmentent dès lors que les concentrations sont inférieures à environ 1 µg/l ou supérieures à environ 1,5µg/l (Figure 6-10) ; de plus, ces parcelles correspondent généralement à celles utilisées non pas pour l'élevage mais pour le captage et ces parcelles pour le captage sont moins valorisées.

Concernant le prix implicite de l'ammonium, il représente environ 12,5% de l'indemnité de substitution moyenne. Ainsi, un exploitant aura un consentement marginal à payer d'environ 712 € pour détenir une parcelle ayant des concentrations en ammonium d'environ 4,5  $\mu\text{mole/l}$ . De la même façon mais dans une moindre mesure, il sera prêt à payer 224 € de plus pour une parcelle ayant environ 6,5  $\mu\text{mole/l}$  de nitrates. Néanmoins, concernant ces deux paramètres, il est probable que l'augmentation des concentrations ne va pas avoir un impact positif sur le montant de l'indemnité de substitution de façon continue. Il est en effet possible que des concentrations bien plus élevées en nitrates et ammonium aient un effet négatif sur le montant de l'indemnité car si ces éléments nutritifs sont indispensables au fonctionnement de la chaîne trophique et donc à la croissance des huîtres en particulier, des concentrations excessives – conduisant à une eutrophisation – auront l'effet inverse. Cet effet de seuil n'apparaît pas dans le modèle en raison des quantités de ces éléments nutritifs bien inférieures aux seuils à partir desquels les phénomènes d'eutrophisation apparaissent.

A partir d'un modèle de prix hédoniques intégrant les caractéristiques de localisation des parcelles, nous avons pu mettre en évidence l'importance de la localisation des parcelles dans la détermination du montant de l'indemnité de substitution. En effet, les parcelles plus à l'est et au nord du Bassin d'Arcachon ont tendance à être moins valorisées que celles à proximité des passes du Bassin. Cela s'explique par des différences de productivité naturelle. En effet, le sud du Bassin bénéficie de conditions de salinité, de température, de ressources trophiques et plus globalement d'une qualité du milieu plus importante que les parcelles situées à l'est du Bassin. C'est pourquoi les parcelles situées plus à l'est sont destinées uniquement au captage de naissain d'huîtres creuses qui ne nécessite pas d'un niveau de qualité des eaux aussi important que les parcelles destinées à l'élevage. Cela justifie également que les parcelles se situant dans les zones les plus productives soient soumises à des contraintes plus strictes en matière de règles d'exploitation et de densité d'animaux en élevage car une trop forte densité d'huître en élevage peut conduire, comme nous l'avons déjà évoqué, à dégrader les conditions de production comme cela s'est déjà vu par le passé.

Un autre résultat intéressant est celui relatif à la distance au port le plus proche. En effet, ce résultat est conforme à la théorie de la localisation<sup>210</sup>. Ainsi, les ostréiculteurs vont

---

<sup>210</sup> Von Thünen (1826) est considéré comme le père de la théorie de la localisation. Pour résumer, ses travaux sur la théorie de l'utilisation des terres (basé sur la théorie de la productivité marginale) considèrent que le prix à payer par le locataire pour l'usage de la terre correspond à une rente. Ainsi chaque producteur bénéficie d'une rente différentielle de situation égale à l'économie en coût de transport réalisé par rapport au lieu le moins bien

bénéficier d'une rente différentielle de situation égale aux coûts de transport économisés en se positionnant sur une parcelle située plus à proximité d'un port. Cette rente sera donc décroissante par rapport à la distance au port le plus proche.

---

situé. La rente apparaît donc comme décroissante à mesure que la distance de la ville-marché centrale augmente. Les activités s'organisent alors dans l'espace autour d'un centre (lieu d'attraction unique) et la distance à ce centre va expliquer la rente et l'affectation du sol à une activité ou une autre (Beckmann, 1999).

## CONCLUSION DE LA PARTIE 3

---

Cette troisième partie nous a permis d'étudier l'utilisation par les entreprises ostréicoles arcachonnaises du Domaine Public Maritime et de montrer à nouveau que cette activité est fortement dépendante du milieu naturel et plus particulièrement de sa qualité.

Dans un premier temps, nous avons vu qu'il existait des règles particulières propres à l'utilisation privative du Domaine Public par l'ostréiculture. En effet, le régime de l'autorisation des exploitations de cultures marines régleme les conditions d'acquisition, de transmission ou de cession des concessions et les schémas des structures régleme l'exploitation qui en est faite. Ces schémas des structures, créés par le décret de 1987, ont entre autres pour objectif de prendre les mesures nécessaires à assurer une « meilleure croissance des cultures marines ». Ils doivent tenir compte des capacités du milieu en veillant à ce que les parcs ne soient pas surexploités. Si des différences de productivité existent au sein d'un même bassin, elles doivent être également considérées. Ces mesures ne sont pas destinées à contraindre les ostréiculteurs mais bien à ce qu'il soit fait une utilisation optimale des ressources naturelles nécessaires à la reproduction et au développement des huîtres. Nous l'avons vu, le schéma des structures en vigueur dans le Bassin d'Arcachon différencie deux types de secteurs en imposant des règles différentes. Il est ainsi veillé à ce que les secteurs considérés comme plus productifs ne soient pas surchargés.

Ces secteurs soumis à dispositions particulières et donc ayant une productivité supérieure sont, comme nous l'avons vu, situés à proximité des passes du Bassin d'Arcachon. Leur productivité plus importante est révélée au travers des montants des indemnités de substitution qui sont donc plus élevés ce qui a été mis en évidence avec l'analyse spatiale de la distribution des indemnités de substitution. L'analyse spatiale a également révélé des schémas locaux d'association spatiale. Cela concerne 48% des parcelles parmi lesquelles 84% reflètent une autocorrélation spatiale positive. Cela signifie que très peu de parcelles ayant une indemnité élevée (respectivement faible) sont à proximité de parcelles ayant une indemnité faible (respectivement élevée). Cette influence de la localisation a donc été intégrée dans le modèle de prix hédonistes ayant servi à décomposer le montant des indemnités de substitution. Nos résultats corroborent ainsi ceux de Maurer (1989) qui a montré qu'il existait des différences de performances de croissance de l'huître selon le secteur considéré, ces différences pouvant varier du simple au double. Ainsi, l'auteur indique que globalement, les

performances sont supérieures à proximité des passes du Bassin. Egalement, il a été montré l'importance de l'influence océanique dont bénéficient davantage les parcelles situées au sud du Bassin. Cette influence océanique est sans doute à l'origine des différences de performances des élevages situés à proximité des passes par rapport à ceux qui en sont plus éloignés et la moins bonne croissance des secteurs internes pourrait être liée aux conditions de milieu plus instables et plus extrêmes pour ces derniers (Maurer, 1989). A nouveau, nous voyons bien ici, à travers l'étude des indemnités de substitution, que l'ostréiculture est fortement dépendante des conditions du milieu.

**CONCLUSION  
GENERALE**



## Conclusion générale

---

Tout au long de ce travail, nous nous sommes attachés à évaluer la dépendance de l'activité ostréicole arcachonnaise au milieu naturel dans lequel elle est exercée.

La première partie avait pour objectif de dresser une typologie des entreprises ostréicoles afin de caractériser cette activité dans le Bassin d'Arcachon. Les Analyses des Correspondances Multiples et les Classifications Ascendantes Hiérarchiques associées montrent que cette activité est principalement exercée par des entreprises plutôt de type familiales et de taille moyenne ; les autres entreprises sont soit de petite taille, soit de grande taille. La structure, le taux d'équipement en matériel et les surfaces dont une entreprise dispose permettent de caractériser sa taille.

La deuxième partie a été consacrée à la mise en évidence et à la caractérisation de la sensibilité des entreprises suite à une variation des conditions de production. A partir des méthodes d'évaluation des facteurs de production environnementaux, une situation de référence a été estimée. Pour cela, nous avons considéré un cycle de production de trois années dont l'intrant initial est le naissain d'huître creuse capté naturellement ; la quantité de naissain captée est considérée comme dépendante de la température de l'eau. En tenant compte des taux de mortalité des animaux, des parts de la production commercialisées à chaque stade de développement et des achats effectués durant l'année de *référence*, nous avons alors déterminé quels étaient les objectifs en termes de volumes de production des différentes catégories d'entreprises considérées. Ces catégories regroupent les entreprises pratiquant les mêmes métiers<sup>211</sup>. La prise en compte des prix d'achat et de vente des animaux nous a permis d'exprimer nos résultats en termes de production apparente en valeur. Nous avons procédé dans un second temps à une simulation numérique de l'impact d'une variation de la température – positive et négative – sur la quantité de naissain captée et donc sur la production apparente en valeur. Une comparaison des montants des productions apparentes en valeur, pour chaque niveau de variation de température, avec celui de la situation de référence, met en évidence l'impact d'une variation de la température pour chaque catégorie d'entreprises. Cela nous a donc permis d'estimer le degré de sensibilité au milieu naturel pour chaque catégorie d'entreprises. L'estimation d'un modèle économétrique qualitatif a donné

---

<sup>211</sup> Vente de naissain et/ou de « 18 mois » et/ou d'huîtres adultes sans marquage sanitaire et/ou avec marquage sanitaire.



lieu ensuite à la détermination des facteurs ayant le meilleur pouvoir explicatif des différences de degré de sensibilité. Ainsi, ce sont principalement la vente de naissain et la vente de « 18 mois » qui hiérarchisent les entreprises selon leur sensibilité au milieu naturel. Pour le naissain, ce résultat s'explique par le fait que le Bassin d'Arcachon est l'un des deux centres naisseurs en France et que la vente de naissain est une activité importante pour les entreprises qui la pratiquent. En effet, la vente de naissain représente pour ces dernières de 40 à 100% de leur chiffre d'affaires total sur un cycle de production. Dans le cas du « 18 mois », la raison est différente : la vente de « 18 mois » représente moins d'un quart du chiffre d'affaires total des entreprises qui pratiquent cette activité. Le rôle important de cette pratique vis-à-vis de la sensibilité des entreprises à une variation de la température s'expliquerait davantage par le coût d'opportunité induit par la renonciation à la vente d'huîtres adultes. Il serait par ailleurs intéressant de regarder si les entreprises qui ne pratiquent pas la vente d'adultes le font par choix ou par contrainte foncière. En effet, il est possible que ces entreprises ne disposent pas de parcelles situées dans les zones productives et qu'il ne soit donc pas économiquement rentable de poursuivre l'élevage jusqu'au stade d'adulte<sup>212</sup>. Cela n'est toutefois pas envisageable à partir des différentes informations dont nous disposons, les données cadastrales ne pouvant être rapprochées de celles issues du Recensement de la Conchyliculture.

La troisième partie a été consacrée à l'étude du foncier conchylicole. L'analyse spatiale de la distribution des indemnités de substitution a mis en évidence l'existence d'un lien entre le montant de l'indemnité et la localisation des parcelles. Ainsi, les parcelles les plus productives sont situées à proximité des passes du Bassin d'Arcachon et elles sont consacrées essentiellement à l'élevage, le captage étant pratiqué davantage dans le fond du Bassin. L'estimation de la fonction de prix hédoniques a permis de dégager un certain nombre d'éléments en termes de préférences des ostréiculteurs. Les ostréiculteurs valorisent davantage les parcelles destinées à l'élevage que celles destinées au captage, de même que celles classées A par rapport à celles classées B. En revanche, on observe un effet négatif de la technique d'élevage à plat. Cela est lié aux risques de mortalité plus importants inhérents à cette technique d'élevage. La productivité naturelle est aussi un critère de choix pour les ostréiculteurs. Les parcelles les plus productives sont les plus chères alors même que la réglementation relative à l'exploitation des cultures marines en termes de densité y est plus contraignante. Néanmoins, comme nous l'avons vu, la limitation de la densité sur les parcelles

---

<sup>212</sup> En raison de coûts supplémentaires liés à l'allongement du cycle de production par exemple.

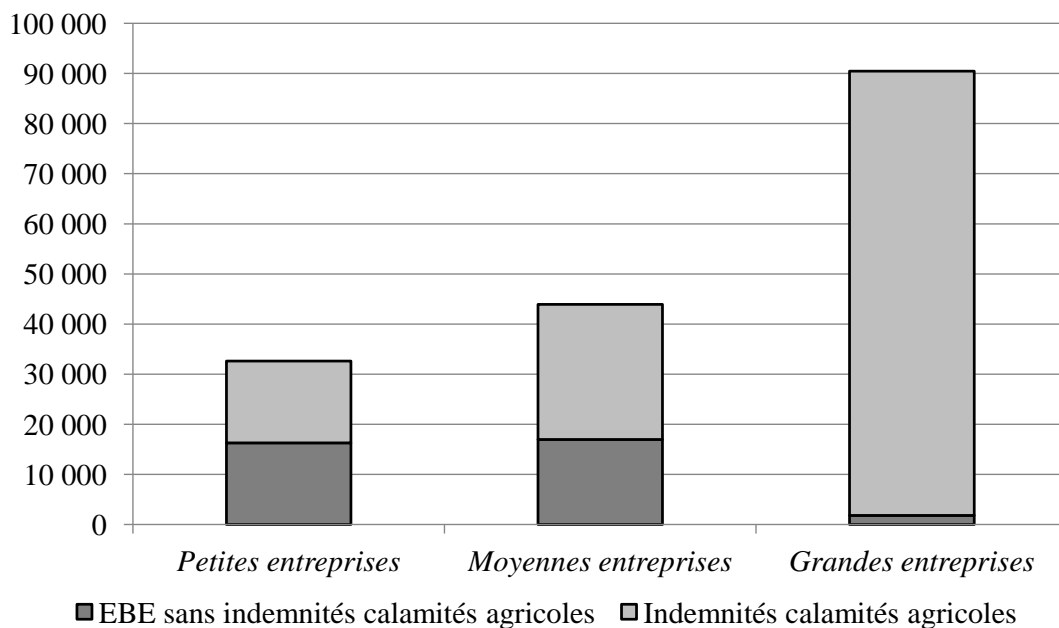
ne constitue pas une contrainte négative pour les ostréiculteurs, bien au contraire. Cette limitation permet notamment d'optimiser les potentiels de croissance et de survie des animaux. Enfin, nous avons pu mettre en évidence l'effet de la distance entre une parcelle et le port ostréicole le plus proche. Les ostréiculteurs sont donc prêts à payer plus cher pour une parcelle moins éloignée du port. Ce résultat est conforme à la théorie de la localisation : les ostréiculteurs vont bénéficier d'une rente différentielle de situation égale aux coûts de transport économisés en se positionnant sur une parcelle située plus à proximité d'un port.

Dans ce contexte, il aurait été intéressant d'étudier comment sont réparties spatialement les différentes parcelles constitutives du foncier de chaque exploitation. En effet, la dichotomie spatiale du type d'utilisation des parcelles oblige les ostréiculteurs pratiquant le captage naturel de naissain d'huîtres creuses à se positionner sur deux zones distinctes pour optimiser leurs rendements : le plus près des passes du Bassin pour l'élevage et plus à l'intérieur du Bassin pour le captage. La recherche d'une plus grande distance entre ces deux types de parcelles pourrait donc aussi être une stratégie des ostréiculteurs en termes d'occupation du sol puisque les parcelles pour le captage sont généralement classées B. L'accroissement des coûts de transport dans ce contexte pourrait alors être vu comme bénéfique. Egalement, la connaissance de la répartition géographique des parcelles d'un même exploitant permettrait de voir quels sont les schémas d'occupation, c'est-à-dire si les entreprises ont un foncier dispersé ou au contraire plutôt concentré. Dans le premier cas, il serait alors nécessaire de mobiliser d'autres paramètres que la seule distance au port le plus proche. La distance entre chaque parcelle d'un même exploitant devrait être prise en compte et combinée avec celle du port de rattachement de ce dernier. Ainsi, l'influence de la distance sur le consentement à payer des ostréiculteurs serait mieux approximée.

La dépendance à l'environnement, notamment quand elle est se caractérise par des externalités négatives, se manifeste à plusieurs niveaux. D'abord, le milieu détermine la quantité de ressources biologiques marines disponibles pour l'activité. Par exemple de mauvaises conditions de températures pourraient se traduire par une absence d'animaux à élever et donc l'activité n'aurait plus aucune raison d'exister. Sans aller si loin, elle peut diminuer la quantité de ressources biologiques disponibles. A termes, en raison des phénomènes de mortalité naturelle, la quantité d'animaux commercialisable pourrait être insuffisante pour que le maintien de l'activité soit justifié. Ensuite, le milieu conditionne la croissance des animaux. Si la croissance est lente, le cycle de production s'allonge générant des coûts « inhabituels » que les entreprises pourraient ne pas être en mesure de supporter.

Enfin, le milieu peut modifier la qualité des ressources ce qui se traduit, dans le cas d'une détérioration de la qualité, par des interdictions de consommation et de commercialisation des huîtres. Le manque à gagner peut être plus ou moins important selon les durées d'interdiction. Par exemple, en 2006, des mesures exceptionnelles ont été prises par la Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture pour compenser les pertes de chiffre d'affaires suite aux interdictions de commercialisation de coquillages (Figure C-1).

**Figure C-1 – Composition de l'Excédent Brut d'Exploitation en 2006**



Source : Gauthier & Malfait (2007), d'après CER

Ainsi, en 2006, les indemnités de calamités agricoles représentent 50% de l'EBE des « petites entreprises », 61% de celui des « moyennes entreprises » et 98% de l'EBE des « grandes entreprises » (Gauthier & Malfait, 2007)<sup>213</sup>. Ce sont donc les « grandes entreprises » qui ont le plus subi les effets des interdictions de consommation et de commercialisation en 2006.

Plusieurs dispositifs ont été envisagés pour que les entreprises puissent continuer à vendre même en période d'interdiction : la création de stocks protégés de coquillages et d'eau, des dispositifs de détoxification de l'eau, ou encore la création de zones de refuges. Seul le

<sup>213</sup> Les *petites entreprises* ici sont celles dont le chiffre d'affaires hors taxes est inférieur à 72 322 €, les *moyennes entreprises* celles qui ont un chiffre d'affaires hors taxes entre 72 323 et 331 753 € et les *grandes entreprises* celles dont le chiffre d'affaires hors taxes est supérieur à 331 753 €. L'échantillon de cette étude a été créé sur la base des entreprises ostréicoles adhérentes à un centre de gestion agréé et est composé de 60 entreprises (Bel *et al.*, 2005).

premier dispositif semble pouvoir être applicable au Bassin d'Arcachon (Capot, 2007). Dans ce cas, les stocks d'eau et de coquillages sont protégés grâce à une installation en circuit fermé.

Pour pouvoir continuer à commercialiser même en période de crise, les ostréicultures doivent avoir adhéré au protocole de fonctionnement en circuit fermé et avoir reçu une autorisation des services vétérinaires. En 2007, moins de 20 entreprises étaient concernées par l'adhésion à ce protocole selon Capot (2007). D'après le Recensement National de la Conchyliculture, en 2001, moins d'une entreprise arcachonnaise sur trois possédait un équipement pour le traitement de l'eau et seulement 12% étaient équipées d'une installation en circuit fermé. Le plus souvent, ces installations sont utilisées pour l'élevage d'huîtres en provenance d'autres bassins ostréicoles non concernés par la toxicité.

Cependant ces installations imposent de lourds investissements en bassin et en matériel de purification de l'eau (par U.V, aération, etc.). Or, comme nous l'avons vu, les entreprises ostréicoles arcachonnaises sont principalement des entreprises familiales de taille moyenne ; il leur est donc impossible de s'équiper de telles installations. Ce problème est aggravé par le fait que les concessions conchyloles ne sont pas intégrées à l'actif des entreprises bien qu'elles aient une valeur vénale à travers l'indemnité de substitution. Pourtant, lorsqu'elles achètent leur droit d'usage des parcelles cela est inscrit dans leur comptabilité. Pour beaucoup d'entreprises, l'impossibilité de reporter la concession à l'actif du bilan limite les garanties bancaires et donc l'accès au crédit. Néanmoins, intégrer les concessions dans le patrimoine des entreprises reviendrait à reconnaître à ces dernières un droit de propriété. Ainsi, la concession pourrait être légitimement saisie par la banque en cas d'emprunts bancaires non remboursés, ce qui est incompatible non seulement avec la nature des concessions mais aussi avec leur destination. Une solution possible à ce problème serait de créer un « fonds de garantie », ayant un statut public, qui deviendrait « propriétaire » des parcelles en cas de défaut de paiement des entreprises et qui s'engagerait à rembourser les créanciers.

En plus de l'impossibilité de valoriser les concessions dans le patrimoine des entreprises, le statut précaire des concessions implique d'autres contraintes. La réglementation relative aux usages privatifs du Domaine Public impose que les parcelles qui ne sont plus utilisées – parce qu'elles ne sont plus productives ou parce que l'entreprise a cessé son activité sans avoir pu transférer son droit d'usage – ou proposées à la restitution soient remises en état. Cette remise en état étant très coûteuse, il arrive bien souvent que les

entreprises ne soient en mesure de la supporter financièrement ; les parcs sont alors laissés à l'abandon. Selon les chiffres du dernier recensement, par entreprise, le taux de parcelles concédées sur le DPM non utilisées varie de 2 à 81%, soit en moyenne 37% de la surface totale concédée. Ce problème est d'autant plus important que l'abandon des parcs peut être à l'origine d'un engorgement du Bassin, mais aussi de la prolifération des bancs d'huîtres sauvages qui peuvent au final avoir des répercussions sur la profession toute entière. En 2004, une opération de nettoyage de 40 hectares sur le banc de la Matelle a été menée. Son coût a été estimé à plus de 65 000 € par hectare. Ainsi si l'on considère que les parcs concédés inexploités correspondent à des parcs abandonnés, le coût total de nettoyage, calculé à partir des données précédentes, s'élèverait à plus de 13 millions d'euros environ. Comparé aux 31 millions d'euros<sup>214</sup> de chiffre d'affaires annuel de la filière on comprend que le nettoyage des parcs ne peut être assumé par les seuls ostréiculteurs.

Toutefois, la question des concessions ostréicoles et de leur statut pour les ostréiculteurs ne sont pas les seuls éléments qui rendent l'activité économiquement fragile. S'il est possible que les investissements dans des installations en circuit fermé réduisent la dépendance de l'ostréiculture au milieu naturel, il reste néanmoins le problème de la disponibilité des ressources biologiques.

S'agissant du naissain, les ostréiculteurs peuvent se défaire de leur dépendance au captage naturel en se procurant des juvéniles auprès des écloseries. En 10 ans, le recours au naissain d'écloserie a évolué dans le Bassin d'Arcachon. En effet, en 2001, à peine plus de 5% des entreprises déclaraient avoir acheté du naissain en écloserie, alors qu'elles sont plus de 15% en 2010. Il y a donc une évolution marquée du recours au naissain d'écloserie même si le nombre d'entreprises s'y fournissant reste faible. Une raison peut être invoquée pour expliquer cette évolution : depuis 2008, des surmortalités du naissain sont observées et il est donc possible que les ostréiculteurs ne puissent plus acheter du naissain issu du captage naturel ou qu'ils n'en aient pas capté suffisamment. Cependant, comme nous l'avons signalé, les mortalités touchent aussi bien le naissain issu du captage naturel que le naissain en provenance d'écloserie. La solution concernant l'insuffisance du captage naturel semble être le recours aux écloseries mais à condition que les taux de mortalité y soient moins élevés. Pour autant, la situation de dépendance ne serait que transférée puisque les ostréiculteurs

---

<sup>214</sup> Le chiffre d'affaires est ici une approximation grossière à partir des informations du réseau Nautil Mer et Gestion qui estime en 2009 un prix de vente de 3 140 € la tonne d'huîtres.

deviendront plus dépendants des écloséries qui pourraient alors pratiquer des prix élevés et conduire à la disparition des plus petites exploitations.

Reste également la question des surmortalités des huîtres adultes. Des études ont montré qu'il existait des différences de sensibilité aux mortalités selon les souches génétiques des huîtres (Huvet, *et al.*, 2007). En 2010, un plan de réensemencement de géniteurs (diploïde pour les femelles et tétraploïde pour les mâles) de souches « R »<sup>215</sup> est mis en place permettant ainsi d'avoir du naissain triploïde. Les huîtres triploïdes sont généralement stériles et donc ne dépensent aucune énergie pour la reproduction. Elles sont donc plus à même de résister à une modification de leur environnement. Cependant, ces huîtres sont souvent assimilées à des organismes génétiquement modifiés bien que la législation européenne ne les considère pas comme telles.

Enfin, certains<sup>216</sup> pensent que les surmortalités de l'huître creuse *Crassostrea Gigas* pourraient s'expliquer par une dégénérescence de l'espèce. Les défenses immunitaires se seraient dégradées avec la consanguinité du fait d'un élevage depuis plus de 30 ans à partir des mêmes souches originelles. Une solution pour l'ostréiculture arcachonnaise et plus généralement pour l'ostréiculture française serait alors le réensemencement d'huîtres mères ou encore l'expérimentation de l'implantation d'une nouvelle espèce.

Si ce travail nous a permis de montrer dans quelles mesures une activité économique telle que l'ostréiculture arcachonnaise pouvait dépendre du milieu naturel avec les conséquences que nous avons évoquées, il ne nous permet pas de déterminer des pistes d'affaiblissement de cette dépendance. En effet, la mise en évidence de l'interaction de l'huître avec son environnement naturel et la mise en évidence de la complexité des processus biologiques, chimiques, etc., montre que les difficultés économiques contemporaines du secteur ne sont que la conséquence de la dépendance de l'activité au milieu naturel. Il semble alors que la « question ostréicole arcachonnaise » ne puisse pas être envisagée autrement que dans un cadre interdisciplinaire. C'est d'ailleurs ce qui a motivé la mise en place du programme régional OSQUAR – *Ostréiculture et Qualité du milieu* (2009-2012) – qui fait appel à de nombreux domaines : physique, sédimentologie, chimie, biologie mais aussi géographie, économie ou encore sociologie.

---

<sup>215</sup> Résistantes par opposition aux souches « S » sensibles.

<sup>216</sup> Guy Lebrun en particulier (entrepreneur en aquaculture marine et docteur en biologie marine).



## Bibliographie

---

- ACHARYA, G. (1998). Valuing the environment as input: the production function approach. Dans M. Acutt, & P. Masan (Éds.), *Environmental valuation, Economic Policy, and Sustainability*. Cheltenham, UK.
- ACHARYA, G. (2000). Approaches to valuing the hidden hydrological services of wetland ecosystems. *Ecological Economics*, Vol. 35 (n°1), pp.63-74.
- ACHARYA, G., & BARBIER, E. B. (2000). Valuing groundwater recharge through agricultural production in the Hadejia-Jama're wetlands in Northern Nigeria. *Agricultural Economics*, Vol. 22, pp. 247-259.
- AGENCES DE L'EAU. (2001). *Définition d'un système d'évaluation de la qualité (SEQ) des milieux littoraux*. Rapport final, Réf : I090-RTOR-02/2000.
- ANONYME. (2008). SCOT du Bassin d'arcachon et du Val de l'Eyre - Etat initial de l'environnement.
- ANONYME. (2011). Recensement des entreprises ostréicoles, caractérisation de la situation des conjoints et évaluation des besoins de formation. *Document de travail du Comité Régional de la Conchyliculture d'Arcachon Aquitaine*, 40 p.
- ANSART, C. (1991). Constitution et informatisation d'un fichier des entreprises ostréicoles. Analyse typologique préalable à la définition d'une méthode d'étude des modes de production. *Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur Agronome, Institut National Agronomique Paris-Grignon*, 78 p. + Annexes.
- ANSELIN, L. (1988a). *Spatial econometrics: methods and models*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 284 p.
- ANSELIN, L. (1988b). Lagrange multiplier test diagnostics for spatial dependence and spatial heterogeneity. *Geographical Analysis*, Vol. 20 (n°1), pp. 1-17.
- ANSELIN, L. (1995a). *Exploring Spatial Data with GeoDa: A Workbook*. Center for Spatial Integrated Social Science, Santa Barbara.



- ANSELIN, L. (1995b). Local indicators of spatial association – LISA. *Geographical Analysis*, Vol. 27 (n°2), pp. 93-115.
- ANSELIN, L. (1996). The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association, In Fischer M., Scholten H.J., Unwin D. (eds). *Spatial Analytical Perspectives on GIS*, Taylor & Francis, London, pp. 11-125.
- ANSELIN, L. (1999). Spatial econometrics. Université du Texas, Dallas.
- ANSELIN, L., & BAO, S. (1997). Exploratory spatial data analysis linking Spacestat and Arcview, In Fischer M. M., Gestis A. *Recent Developments in Spatial Analysis: Spatial Statistics, Behavioural Modelling and Computational Intelligence*, Springer-Verlag, Berlin, New York, pp. 35-59.
- ANSELIN, L., & BERA, A. K. (1998). Spatial dependence in linear regression models with an application to spatial econometrics. (A. Ullah, & D. E. Gilles, Éds.) *Handbook of Applied Economics Statistics*, New York, pp. 237-289.
- ANSELIN, L., & GRIFFITH, D. A. (1988). Do spatial effects really matter in regression analysis? *Papers of The Régional Science Association*, Vol. 65, pp. 11-34.
- ANSELIN, L., & FLORAX, R. (1995). Small sample properties of tests for spatial dependence in regression models. in Anselin L. et Florax R. (éds). *New Directions in Spatial Econometrics*, Springer, pp. 21-74.
- ANSELIN, L., & REY, S. (1991). Properties of tests for spatial dependence in linear regression models. *Geographical Analysis*, Vol. 23, pp. 112-131.
- ANSELIN, L., BERA, A. K., FLORAX, R., & YOON, M. J. (1996). Simple diagnostic tests for spatial dependence. *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 26 (n°1), pp. 77-104.
- ARAKAWA, K. (1970). Notes on damage to cultured oyster in Hiroshima caused by predation of a species of Tubellarian, *Stylochus ijimai* (Yeri & Kaburaki). *Venus*, Vol. 29 (n°2), The Malacological Society of Japan, pp. 65-71.
- AUBY, I., & MAURER, D. (2004). *Etude de la reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon - Rapport final*. Rapport Ifremer. R.INT.DEL/AR/04.05.

- AUBY, I., MAURER, D., BARBIER, C., CANTIN, C., TOURNAIRE, M.-P., RUMEBE, M., et al. (2011). *Reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon - Année 2010*.
- AUBY, I., NEAUD-MASSON, N., & TRUT, G. (2010). Bulletin de surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral. Départements Gironde, Landes et Pyrénées Atlantiques. *Ifremer/RST.LER/AR/10.003/Laboratoire Environnement et Ressources d'Arcachon*, 99 p.
- BACHER, C., DESLOUS-PAOLI, J.-M., HERAL, M., & PROU, J. (1986). *Amélioration de l'évaluation des stocks de mollusques cultivés en Charente-Maritime*. Compte-rendu n°2 sur l'état d'avancement des travaux - Convention de recherches Conseil Régional Poitou-Charentes IFREMER.
- BAILLY, D. (1988). Aspects économiques de la gestion des bassins conchylicoles. *Présentation lors des 1ères Rencontres Interrégionales "Recherche appliquée à la gestion des ressources vivantes marines"*. Arcachon, 12 & 13 février.
- BAILLY, D. (1989). Aspects économiques et sociaux de la gestion des bassins conchylicoles. 13 p.
- BARBIER, E. B. (1994). Valuing Environmental functions: Tropical Wetlands. *Land Economics*, Vol. 70 (No. 2), pp. 155-173.
- BARBIER, E. B. (1996). The economics of soil erosion: theory, methodology and examples. *Economy and Environment Program for Southeast Asia, Singapore*, Special paper, 29 p.
- BARBIER, E. B. (2000). Valuing the environment as input: review of applications to mangrove-fishery linkages. *Ecological Economics* (n°35), pp. 47-61.
- BARBIER, E. B. (2007). Valuing ecosystem services as productive inputs. *Economic Policy*, Vol. 22 (n°49), pp. 177-229.
- BARBIER, E. B., HACKER, S. D., KENNEDY, C., KOCH, E. W., STRIER, A. C., & SILLIMAN, B. R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, Vol. 81 (n°2), pp. 169-193.

- BARILLE, L., PROU, J., HERAL, M., & RAZET, D. (1997). Effects of high natural seston concentrations on the feeding, selection, and absorption of the oyster *Crassostrea Gigas* (Thunberg). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 212 (n°2), pp. 149-172.
- BAUDRY, M., & MASLIANSKAÏA-PAUTREL, M. (2011). Une remise en cause de la méthode des prix hédoniques en présence d'une segmentation de marché. *Revue Economique*, Vol. 62 (n°3), pp. 567-578.
- BAUMONT, C., ERTUR, C., & LE GALLO, J. (2002). Estimation des effets de la proximité dans le processus de convergence régionale : une approche par l'économétrie spatiale sur 92 régions européennes (1980-1995). *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, Vol. 2, pp. 203-216.
- BEATTIE, J. H., CHEW, K. K., & HERSHBERGER, W. K. (1980). Differential survival of selected strains of Pacific Oyster (*Crassostrea Gigas*) during summer mortality. *Proceedings of the National Shellfisheries Association*, Vol. 70 (n°1), pp. 184-189.
- BECK, M. W., BRUMBAUGH, R. D., AIROLDI, L., CARRANZA, A., COEN, L. D., CRAWFORD, C., et al. (2011). Oyster reefs at risk and recommendations for conservation, restoration, and management. *BioScience*, Vol. 61 (n°2), pp. 107-116.
- BECKMANN, M. J. (1999). *Lectures on location theory*. Springer.
- BEL, C., GAUTHIER, M., & MALFAIT, J.-J. (2005). *Etablissement d'un état initial préalable à la mise en place d'un observatoire socio-économique et technico-environnemental*. Rapport provisoire réalisé par la Section Régionale Conchylicole Arcachon - Cap Ferret.
- BENALI, H. (1986). Stabilité de l'analyse factorielle des correspondances multiples en cas de données manquantes et de modalités à faibles effectifs. *Rapports de Recherche n°528, Publication Interne de l'IRISA*, 16 p.
- BENALI, H., & ESCOPIER, B. (1987). Stabilité de l'analyse factorielle des correspondances multiples en cas de données manquantes et de modalités à faibles effectifs. *Revue de Statistique Appliquée*, tome 35 (1), pp. 41-51.

- BENIRSCHKA, A., & BINKLEY, J. (1996). Land price volatility in geographically dispersed market. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 76, pp. 185-195.
- BENZÉCRI, J.-P. (1973a). *L'Analyse des Données. La Taxinomie (Tome 1)*. Dunod.
- BENZÉCRI, J.-P. (1973b). *L'Analyse des Données. L'Analyse des Correspondances (Tome 2)*. Dunod.
- BERA, A. K., & YOON, M. (1993). Specification testing with locally misspecified alternatives. *Econometric Theory*, Vol. 9, pp. 649-658.
- BERNARD, I. (2011). Ecologie de la reproduction de l'huître creuse, *Crassostrea Gigas*, sur les côtes atlantiques françaises. Vers une explication de la variabilité du captage. *Thèse de Doctorat en Océanologie Biologique et Environnement Marin*, Université de La Rochelle, 198 p.
- BEURIER, J.-P. (1983). De la conchyliculture aux cultures marines : étude du décret du 22 mars 1983 sur les exploitations de cultures marines. *Revue Juridique de l'Environnement* (n°4), pp. 323-329.
- BKM-DDE. (2006). *Etude des enjeux écologiques et paysagers du Bassin d'Arcachon*.
- BOCKSTAEL, N. E., & MCCONNELL, K. E. (2007). *Environmental and resource valuation with revealed preference: a theoretical guide to empirical models*. Dordrecht: Springer.
- BODOY, A. (1986). Assessments of natural mortality of cultivated oysters (*Crassostrea Gigas*) in the bay of Marennes-Oleron (France). *CIEM Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 12 p.
- BODOY, A., GARNIER, J., RAZET, D., & GEAIRON, P. (1990). Mass mortality of oysters (*Crassostrea Gigas*) during spring 1988 in the bay of Marennes-Oleron, related to environmental conditions. *CIEM Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 24 p.
- BOSCH, D. J., & SHABMAN, L. A. (1990). Modelling to Set Priorities for Research on Oyster Production. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 72 (n°2), pp.371-381.

- BOUGET, J.-F. (2008). Suivi de la production primaire en baie de Quiberon en 2008. *Note d'informations, Ifremer* .
- BOUROCHE, J.-M., & SAPORTA, G. (2002). *L'analyse des données* (éd. 8ème). Paris: Presses Universitaires de France, Coll. Que sais-je?
- BOX, G. E., & COX, D. R. (1964). An analysis of transformations. *Journal of the Royal Society. Series B (Methodological)*, Vol. 26 (n°2), pp. 211-252.
- BROSSIER, G. (1984). Algorithmes d'ordonnancement des hiérarchies binaires et propriétés. *Revue de Statistique Appliquée*, Tome 32 (3), pp. 64-69.
- BRUECKNER, J. K. (1998). Testing for strategic interaction among local governments: the case of growth controls. *Journal of Urban Economics*, Vol. 44, pp. 438-467.
- BURT, C. (1950). The factorial analysis of qualitative data. *British Journal of Statistical Psychology*, Vol. 3 (3), pp. 166-185.
- CAMPBELL, N. A., & REECE, J. B. (2004). Biologie. *Adaptation et révision scientifique de R. Mathieu*, De Boeck, 1443 p.
- CAN, A. (1992). Specification and estimation of hedonic housing price models. *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 22, pp. 453-474.
- CAN, A., & Megboluge, I. (1997). Spatial dependence and house price index construction. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 14, pp. 203-222.
- CAPOT, E. (2007). Possibilité d'amélioration et de maintien de la qualité de l'eau utilisée dans les bassins ostréicoels de finition sur le Bassin d'Arcachon. *Mémoire pour le diplôme d'Ingénieur du Génie Sanitaire, Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, Rennes* .
- CARPENTIER, F.-G. (2004). Introduction aux analyses multidimensionnelles. Documents pédagogiques Master de Psychologie Sociale des Représentations, Université de Brest.
- CASE, A. C., ROSEN, H. S., & HINES, J. R. (1993). Budget spillovers and fiscal policy interdependence: evidence from the states. *Journal of Public Economics*, Vol. 52, pp. 285-307.

- CHAVENT, M., KUENTZ, V., & SARACCO, J. (2010). A partitioning method for the clustering of categorical variables. Dans H. Locarek-Junge, & C. Weihs (Éds.), *Classification as Tool for Research* (pp. 91-99). Springer.
- CHICOINE, D. L. (1981). Farmland values at urban fringe: an analysis of sale prices. *Land Economics*, Vol. 57, pp-353-362.
- CLIFF, A. D., & ORD, J. K. (1981). *Spatial processes: models & applications*. Pion, London, 266 p.
- COCHENNEC-LAUREAU, N., BAUD, J.-P., PEPIN, J.-F., BENABDELMOUNA, A., SOLECHNIK, P., LUPO, C., et al. (2011). Les surmortalités des naissain d'huîtres creuses, *Crassostrea Gigas* : acquis des recherches en 2010. *Rapport Ifremer RST/LER/MPL/11.07*, 30 p.
- CONSEIL GENERAL DE LA GIRONDE. (2001). Rapport final du Programme TERRA Concercost sur le Bassin d'Arcachon. 29 p.
- CONSIDINE, T. J., & LARSON, D. F. (2006). The environment as a factor of production. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 52 (n°3), pp. 646-662.
- COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R., FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, Vol. 387 (n°6630), pp. 253-260.
- COSTIL, K., ROYER, J., ROPERT, M., SOLECHNIK, P., & MATHIEUR, M. (2005). Spatio-temporal variations in biological performances and summer mortality of the Pacific oyster *Crassostrea Gigas* in Normandy (France). *Helgoland Marine*, Vol. 59 (n°4), pp. 286-300.
- DALL'ERBA, S. (2004). Les politiques de développement régional en Europe à la lumière des outils récents de la science régionale. Thèse de Doctorat ès Sciences Economiques, Université de Pau et des Pays de l'Adour, .
- DANTAS, M. (2010). Analyse économique des effets de la planification urbaine sur les prix immobiliers et fonciers en zone littorale : le cas du Bassin d'Arcachon. *Thèse pour le Doctorat de Sciences Economiques*, Université Montesquieu Bordeaux IV, 348 p.

- DE MONTAUDOUIN, X., SAURIAU, P.-G., NAULEAU, P., LABARRAQUE, D., GIRAUD, K., & TIOZZO, J. (2002). *La Crépidule : identifier les mécanismes de sa prolifération et caractériser ses effets sur le milieu pour envisager sa gestion (Chantier : Bassin d'Arcachon)*. Rapport Final Liteau 1ère tranche.
- DEGREMONT, L. (2003). Etude des bases génétiques de la mortalité estivale et des relations avec la croissance chez les juvéniles de l'huître creuse *Crassostrea Gigas*. *Thèse de Doctorat en Physiologie, Biologie des Organismes, Populations, Interactions*, Université de Caen, 336 p.
- DEGREMONT, L., BEDIER, E., & BOUDRY, P. (2010). Summer mortality of hatchery-produced Pacific Oyster spat (*Crassostrea Gigas*). II. Response to selection for survival and its influence on growth and yield. *Aquaculture, Vol. 299* (n°1-4), pp. 21-29.
- DEGREMONT, L., ERNANDE, B., BEDIER, E., & BOUDRY, P. (2007). Summer mortality of hatchery-produced Pacific Oyster spat (*Crassostrea Gigas*). I. Estimation of genetic parameters for survival and growth. *Aquaculture, Vol. 261* (n°1), pp.41-53.
- DELTREIL, J.-P. (2006). *Historique de l'ostréiculture dans le Bassin d'Arcachon*. Ifremer.
- DESAIGUES, B., & POINT, P. (1993). *Economie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*. Economica.
- DOWNING, P. B. (1973). Factors affecting commercial land values: an empirical study of Milwaukee, Wisconsin. *Land Economics, Vol. 49*, pp. 44-56.
- DUMONT, P. (1986). Analyse de l'ostréiculture : marché, production, utilisation du littoral. *Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques*, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, 354 p. + Annexes.
- EFSA PANEL ON ANIMAL HEALTH AND WELFARE. (2010). Scientific opinion on the increased mortality events in Pacific Oysters, *Crassostrea Gigas*. *EFSA Journal, Vol. 8* (n°11), 60 p.
- ELLIS, G. M., & FISHER, A. C. (1987). Valuing the environment as input. *Journal of Environmental Management, Vol. 25*, pp. 149-156.

- ENRIQUEZ-DIAZ, M. R. (2004). Variabilité et bioénergie de la reproduction chez l'huître creuse *Crassostrea Gigas*. *Thèse pour le Doctorat en Océanologie Biologique*, Université de Bretagne Occidentale, 216 p.
- ESCOFIER, B., & PAGES, J. (2008). *Analyses factorielles simples et multiples : Objectifs, méthodes et interprétation* (éd. 4ème). Dunod.
- FINGLETON, B. (2003). Increasing returns: evidence from local wage rates in Great Britain. *Oxford Economic Papers*, Vol. 55 (n°4), pp. 716-739.
- FINGLETON, B., & LE GALLO, J. (2007). Finite sample properties of estimators of spatial models with autoregressive, moving average, disturbances and system feedback. *Annals of Economics and Statistics: Spatial Econometrics, Innovative Networks and Growth* (n° 87/88), pp. 39-62.
- FINGLETON, B., & LE GALLO, J. (2008). Estimating spatial models with endogenous variables, a spatial lag and spatially dependent disturbances: finite sample properties. *Papers in Regional Science*, Vol. 87 (n°3), pp.319-339.
- FLEURY, P.-G., RUELLE, F., CLAUDE, S., PALVADEAU, H., ROBERT, S., VERCELLI, C., et al. (1999). *Résultats du suivi de la croissance de l'huître creuse sur les côtes françaises. REMORA. Résultats des stations nationales. Année 1998*, 47 p.
- FLEURY, P.-G., SIMONNE, C., CLAUDE, S., PALVADEAU, H., GUILPAIN, P., D'AMICO, F., et al. (2005). *REseau Mollusques des Rendements Aquacoles (REMORA - Huître Creuse) ; Résultats des stations NATIONALES ; Année 2004*.
- FLORAX, R., & FOLMER, H. (1992). Specification and estimation of spatial linear regression models. *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 22, pp. 405-432.
- FREEMAN, A. M. (1979). Hedonic prices, property values and measuring environmental benefits: a survey of the issues. *The Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 81 (n°2), pp. 154-173.
- FREEMAN, A. M. (1982). *Air and water pollution control: a benefit-cost assessment*. New York: John Wiley.



- FREEMAN, A. M. (1991). Valuing environmental resources under alternative management regimes. *Ecological Economics* (n°3), pp. 247-256.
- FREEMAN, A. M. (2003). *The Measurement of environmental resource values: theory and methods* (éd. 2ème). Washington DC: Resources for the Future.
- FUJIYA, M. (1970). Oyster farming in Japan. *Helgoland Marine Research, Vol. 20* (n° 1-4), pp. 464-479.
- GALTSOFF, P. S. (1964). The American oyster, *Crassostrea Virginica* Glemlin. *Fishery Bulletin, Vol. 64*, 480 p.
- GANGERE, K. (2009). Réponse écophysiological de l'huître creuse *Crassostrea Gigas* à la variabilité spatio-temporelle des facteurs environnementaux. Etude par modélisation écologique. *Thèse de Doctorat, Université de Caen*, 294 p.
- GAUTHIER, M., & MALFAIT, J.-J. (2007). *Observatoire Socio-économique et Technico-environnemental de la Filière Ostréicole sur le Bassin d'Arcachon*. Rapport réalisé pour la Section Régionale Conchylicole Arcachon - Cap Ferret, 53 p.
- GILLY, B., & MEURIOT, E. (1985). Analyse bio-économique des activités conchylicoles en France : perspectives et limites. 14 p.
- GIRARD, S., PEREZ AGUNDEZ, J. A., MIOSSEC, L., & CZERWINSKI, N. (2005). Recensement de la conchyliculture 2001. *Agreste Cahiers n°1*, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et de la Ruralité, Paris, 89 p.
- GORDON, A. (1987). A Review of Hierarchical Classification. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A, Vol. 150* (n°2), pp. 119-137.
- GOULLETQUER, P. (1995). Cycle de reproduction naturelle de l'huître creuse *Crassostrea Gigas*. *Groupe de travail sur la Reproduction des Mollusques Bivalves d'Aquaculture Marine*. Nantes, 14-15 novembre.
- GOULLETQUER, P., SOLETSCHNIK, P., LE MOINE, O., RAZET, D., GEAIRON, P., & FAURY, N. (1998). Summer mortality of the Pacific Oyster *Crassostrea Gigas* in the bay of Marennes-Oleron (France). *CIEM Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 21 p.

- GOURIEROUX, C. (1989). *Econométrie des variables qualitatives* (éd. 2ème). Paris: Economica.
- GREENE, W. H. (2003). *Econometric analysis* (éd. 5ème). Pearson Education International.
- GREMY, J.-P., & LE MOAN, M.-J. (1977). Analyse de la démarche de construction de typologies dans les sciences sociales. *Informatique et sciences humaines*, n°35.
- GRIZEL, H., & HÉRAL, M. (1991). Introduction into France of Japanese Oyster (*Crassostrea Gigas*). *International Council for the Exploration of the Sea - Journal of Marine Sciences*, Vol. 47 (n°3), pp. 399-403.
- GUILLAUD, J.-F., AMINOT, A., & MENESGUEN, A. (1992). Urban wastewater disposal and eutrophication risk assessment in the coastal zone. *Water Science and Technology*, Vol. 25 (n°12), pp. 77-86.
- GUJARATI, D. N. (2004). *Econométrie*. De Boeck, Ouvertures économiques.
- GUTTMAN, L. (1941). The quantification of a class of attributes: a theory and method of scale construction. (P. Horst, Éd.) *Social Science Research Council*, pp. 251-264.
- HANLEY, N., & BARBIER, E. B. (2009). Valuing the environment: production function approaches. *Pricing Nature: Cost-Benefit Analysis and Environmental Policy*, pp. 116-141.
- HANSEN, L. (1982). Large sample properties of generalized method of moments estimators. *Econometrica*, Vol. 50 (n°3), pp. 1029-1054.
- HAUSMAN, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*, Vol. 46 (n°6), pp. 1251-1271.
- HERAL, M. (1989). Approche de la capacité trophique des écosystèmes conchylicoles. *ICES Symposium: "The Ecology and Management Aspects of Extensive Aquaculture"*. Nantes, France, 20-23 juin.
- HERAL, M., DELOUS-PAOLI, J.-M., & PROU, J. (1986). Dynamique des productions et des biomasses des huîtres creuses cultivées (*Crassostrea Angulata* et *Crassostrea Gigas*)

- dans le bassin de Marennes-Oléron depuis un siècle. *CIEM Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 41 p.
- HIS, E. (1975). La détection des pontes dans le milieu naturel : application de l'ostréographie à l'étude de la reproduction des huîtres. *Haliotis, Vol. 5*, pp. 206-213.
- HIS, E. (1991). Biologie et écotoxicologie des véligères de *Crassostrea Gigas* (Thunberg) dans le Bassin d'Arcachon. *Thèse Doctorat d'Etat, Université Bordeaux I*, 192 p.
- HOTELLING, H. (1932). Edgeworth's taxation paradox and the nature of demand and supply functions. *Journal of Political Economy, Vol. 40* (n°5), pp. 577-616.
- HUVET, A., ROYER, J., BURGEOT, T., LAPÈGUE, S., BOULO, V., NICOLAS, J. L., et al. (2007). Caractérisation phénotypique des souches R (Résistantes) et S (Sensibles) à la mortalité estivales. (J.-F. Samain, & H. McCombie, Édés.) *Mortalité estivales de l'huître creuse Crassostrea Gigas, Défi Morest, Ifremer/Quæ*, pp. 185-227.
- IMAI, T., NUMACHI, K.-I., OIZUMI, J., & SATO, S. (1965). Studies on the mass mortality of the oyster in Matsushima Bay II. Search for the cause of mass mortality and the possibility to prevent it by transplantation experiment. *Bulletin of the Tohoku National Fisheries Research Institute Shiogama, Vol. 25*, pp. 27-38.
- JARQUE, C. M., & BERA, A. K. (1987). A test for normality of observations and regression residuals. *International Statistical Review, Vol. 55* (n°2), pp. 163-172.
- KAR, T. K., & CHAKRABORTY, K. (2009). Bioeconomic analysis of Maryland's Chesapeake Bay oyster fishery with reference to the optimal utilization and management of the resource. *International Journal of Engineering, Science and Technology, Vol. 1* (n°1), pp. 172-189.
- KENNEDY, P. (2003). A guide to econometrics. 5ème édition, *Blackwell, Oxford*, 623 p.
- KIM, C. W., PHIPPS, T. T., & ANSELIN, L. (2003). Measuring the benefits of air quality improvement: a spatial hedonic approach. *Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 45* (n°1), pp. 24-39.
- KOENKER, R., & BASSETT, G. (1982). Robust tests for heteroskedasticity based on regression quantiles. *Econometrica, Vol. 50* (n°1), pp. 43-61.

- LABRID, C. (1969). *L'ostréiculture et le Bassin d'Arcachon*. Bordeaux: Feret & Fils.
- LANCASTER, K. J. (1966). New approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*, Vol. 74 (n°2), pp. 132-157.
- LANGO-REYNOSO, F. (1999). Détermination de la sexualité chez l'huître *Crassostrea Gigas* (Thunberg, 1793). *Thèse de Doctorat en Océanologie Biologique*, Université de Bretagne Occidentale, 178 p.
- LE DANTEC, J. (1968). Ecologie et reproduction de l'huître portugaise (*Crassostrea Angulata* LAMARCK) dans le bassin d'Arcachon et sur la rive gauche de la Gironde. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, Vol. 32 (n°3), pp. 237-362.
- LE GALLO, J. (2002a). Disparités géographiques et convergence des régions européennes : une approche par l'économétrie spatiale. *Thèse pour le Doctorat en Analyse et Politique Economiques*, Université de Bourgogne, 417 p.
- LE GALLO, J. (2002b). Econométrie spatiale : l'autocorrélation spatiale dans les modèles de régression linéaire. *Economie et Prévision* (n°155), pp. 139-157.
- LE GALLO, J. (2004). Hétérogénéité spatiale : principes et méthodes. *Economie et Prévision*, Vol. 162, pp. 151-172.
- LE GOFFE, P. (1996). La méthode des prix hédonistes : principes et application à l'évaluation des biens environnementaux. *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales* (n°39-40), pp. 179-198.
- LE GOFFE, P., & SALANIE, J. (2007). Le droit d'épandage a-t-il un prix ? Mesure sur le marché foncier. *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales* (n°77), pp. 36-63.
- LE ROUX, J., & BONCOEUR, J. (2006). *Impact de la prolifération de l'huître creuse sauvage sur les activités conchylicoles et la pêche à pied professionnelle en Bretagne : Etude économique*. Rapport PROGIG, 65 p.
- LEBART, L., MORINEAU, A., & PIRON, M. (2000). *Statistique exploratoire multidimensionnelle* (éd. 3ème). Dunod.
- LECOUTRE, J.-P. (2003). *Statistique et probabilités* (éd. 2ème). Dunod.

- LESAGE, J. P. (1997). Bayesian estimation of spatial autoregressive models. *International Regional Science Review*, Vol. 20, pp. 113-129.
- LESAGE, J. P. (1999). The theory and practice of spacial econometrics. Université de Toledo, 309 p.
- LIU, S., COSTANZA, R., FARBER, S., & TROY, A. (2010). Valuing ecosystem services: theory, practice, and the need for a transdisciplinary synthesis. *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1185 (n°1), pp. 54-78.
- LONG, J. S. (1997). *Regression Models for categorical and limited dependent variables*. Sage Publications, Advanced Quantitative Techniques in the Social Sciences Series (Vol. 7).
- MADDALA, G. S. (1983). *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*. Econometric Society Monographs n° 3, Cambridge University Press.
- MADEC, P.-J. (1985). Typologie des exploitations ostréicoles du Bassin d'Arcachon. *Mémoire de fin d'études pour le diplôme d'Agronomie Approfondie, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes*, 43 p. + Annexes.
- MALET, N. (2005). Ecologie alimentaire de l'huître *Crassostrea Gigas* : dynamiques des compositions isotopiques naturelles. *Thèse pour le Doctorat d'Océanologie Biologique, Université de La Rochelle*, 276 p.
- MANAUD, F., BOUCHET, J.-M., DELTREIL, J.-P., MAURER, D., TRUT, G., AUBY, I., et al. (1997a). Etude intégrée du Bassin d'Arcachon - Tome 2 : Qualité des eaux et des sédiments. Rapport Interne DEL/Arcachon.
- MANAUD, F., BOUCHET, J.-M., DELTREIL, J.-P., MAURER, D., TRUT, G., AUBY, I., et al. (1997b). Etude intégrée du Bassin d'Arcachon - Tome 5 : Activités ressources vivantes. Rapport Interne DEL/Arcachon.
- MARTEIL, L. (1976). La conchyliculture française. 2ème partie. Biologie de l'huître et de la moule. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, Vol. 40 (n°2), pp. 149-346.

- MAURER, D. (1989). Approche des relations entre la croissance de l'huître *Crassostrea Gigas* et le milieu dans le Bassin d'Arcachon. *Ifremer*, 33 p.
- MAURER, D., & COMBS, M. (1986). Mortalités estivales de l'huître *Crassostrea Gigas* dans le Bassin d'Arcachon : facteurs de milieu, aspects biochimiques et histologiques. *In Pathology In Marine Aquaculture* (Special publication n°9), C. P. Vivares, J. R. Bonami & E. Jaspers (eds), European Aquaculture Society, Bredene Belgium, pp. 29-41.
- MAURER, D., COMPS, M., & HIS, E. (1986). Caractéristiques des mortalités estivales de l'huître *Crassostrea Gigas* dans le Bassin d'Arcachon. *Haliotis* (n°15), pp. 309-317.
- MAURER, D., HIS, E., & ROBERT, R. (1984). Observations sur le phytoplancton du Bassin d'Arcachon en période estivale. Rôle potentiel dans la nutrition des larves de *Crassostrea Gigas*. *Communication présentée au Congrès International de la Mer, Comité de l'Océanographie Biologique*.
- MCKELVEY, R. D., & ZAVOINA, W. (1975). A statistical model for the analysis of ordinal level dependent variables. *Journal of Mathematical Sociology* (n°4), pp. 103-120.
- MIOSSEC, L., ALLAIN, G., ARZUL, I., FRANÇOIS, C., GARCIA, C., & CAMERON, A. (2009). First results of an epidemiological study on oyster (*Crassostrea Gigas*) mortality events in France during summer 2008. *ISVEE XII - International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics*. Durban, South Africa, 10-14 août.
- MOAL, J., LAMBERT, C., POUVREAU, S., Le MOULLAC, G., & SAMAIN, J.-F. (2007). Le facteur de risque température. (J.-F. Saimain, & H. McCombie, Éd.) *Mortalité estivales de l'huître creuse Crassostrea Gigas, Défi Morest, Ifremer/Quæ*, pp. 271-289.
- MONGRUEL, R., PEREZ AGUNDEZ, J. A., & GIRARD, S. (2008a). Droits à produire transférables : le marché des concessions conchylicoles et ses effets non désirés. *Economie Rurale* (n°306), pp. 23-38.
- MONGRUEL, R., PEREZ AGUNDEZ, J. A., GIRARD, S., BAILLY, D., & NASSIRI, A. (2008b). *Analyse des stratégies d'occupation du domaine maritime côtier : le cas des concessions conchylicoles*. Rapport final du projet ASTRODOME.

- MORAN, P. (1950). A test for the serial independence of residuals. *Biometrika*, Vol. 37 (n° 1/2), pp. 178-181.
- MORINEAU, A. (1984). Note sur la caractérisation statistique d'une classe et les valeurs tests. *Bulletin Technique Centre Statistique Informatique Appliquées*, Vol. 2 (n°1-2), pp. 20-27.
- MUELLER, J. M., & LOOMIS, J. B. (2008). Spatial dependence in hedonic property models: do different corrections for spatial dependence result in economically significant differences in estimated implicit prices? *Journal of Agricultural and Resource Economics*, Vol. 33 (n°2), pp. 212-231.
- NAKACHE, J.-P., & CONFAIS, J. (2004). *Approche pragmatique de la classification : Arbres Hiérarchiques, Partitionnements*. Technip.
- NAUTIL MER ET GESTION. (2007). *Observatoire économique des entreprises conchyliques du réseau NAUTIL*.
- NAUTIL MER ET GESTION. (2008). *Observatoire économique des entreprises conchyliques du réseau NAUTIL*.
- NAUTIL MER ET GESTION. (2009). *Observatoire économique des entreprises conchyliques du réseau NAUTIL*.
- NAUTIL GESTION ET MER. (2010). *Observatoire économique des entreprises conchyliques du réseau NAUTIL*.
- NELL, J. A. (2001). The history of oyster farming in Australia. *Marine Fisheries Review*, pp. 14-25.
- NICOLAS, J.-L., RENAULT, T., GAGNAIRE, B., GARCIA, C., GARNIER, M., GAY, M., et al. (2007). Les risques associés aux pathogènes. (J.-F. Samain, & H. McCombie, Éd.) *Mortalité estivales de l'huître creuse Crassostrea Gigas, Défi Morest, Ifremer/Quæ*, pp. 229-269.
- O'BRIEN, R. M. (2007). A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. *Quality & Quantity*, Vol. 41 (n°5), pp. 673-690.

- PACE, R. K., & GILLEY, O. W. (1997). Using the spatial configuration of the data to improve estimation. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Vol. 14, pp. 333-340.
- PAGÈS, J. (2002). Analyse factorielle multiple appliquée aux variables qualitatives et aux données mixtes. *Revue de Statistique Appliquée*, Tome 50 (n°4), pp. 5-37.
- PALMQUIST, R. B. (1989). Land as differentiated factor of production: A hédonic model and its implications for welfare measurement. *Land Economics*, Vol. 65 (n°1), pp. 23-28.
- PAQUOTTE, P. (1992, mars). Aquaculture : Activité économique déconcentrée ou intégrée. *Séminaire MEDRAP - Aquaculture et Environnement en Méditerranée* .
- PERDUE, J. A., BEATTIE, J. H., & CHEW, K. K. (1981). Some relationship between gametogenic cycle and summer mortality phenomenon in the Pacific Oyster (*Crassostrea Gigas*) in Washington State. *Journal of Shellfish Research*, Vol. 1 (n°1), pp. 9-16.
- PIGEOT, J., MIRAMAND, P., GARCIA-MEUNIER, P., GUYOT, T., & SÉGUIGNES, M. (2000). Présence d'un nouveau prédateur de l'huître creuse, *Ocenebrellus inornatus* (Récluz, 1851) dans le bassin conchylicole de Marennes-Oléron. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Séries III - Sciences de la Vie*, Vol. 323 (n°8), pp. 697-703.
- PLUS, M., MAURER, D., STANISIERE, J.-Y., & DUMAS, F. (2006). *Caractérisation des composantes hydrodynamiques d'une lagune mésotidale, le Bassin d'Arcachon*.
- POINT, P. (2005). La pollution de l'estuaire de la Gironde par le cadmium. Essai d'approche économique du dommage à la conchyliculture. *Les documents de recherche du GRAPE-CEEP*, 77 p.
- PREFECTURE DE LA GIRONDE. (2004). *Schéma de Mise en Valeur de la Mer du Bassin d'Arcachon*. Rapport du Service Maritime et de la Navigation de la Gironde, 129 p.
- REMORA-ARCACHON. (2002).
- REMORA-ARCACHON. (2003).



- RIDKER, R. G., & HENNING, J. A. (1967). The determinants of residential property values with special reference to air pollution. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 49 (n°2), pp. 246-257.
- ROBIN, J. M. (2002). Endogénéité et variables instrumentales dans les sciences sociales. *Actes des journées de méthodologie statistique*. 4 et 5 décembre 2000, Tome 2, Insee Méthodes n°101.
- RONCIN, N., KERVAREC, F., & BONCOEUR, J. (2001). *Evaluation économique des dommages liés à la contamination microbiologique des eaux côtières. Le cas de la conchyliculture*.
- ROPERT, M., MAZURIE, J., BEDIER, E., LE COZ, F., & SOLECHNIK, P. (2007). Evaluation des risques dans les écosystèmes conchylicoles. (J.-F. Saimain, & H. McCombie, Édés.) *Mortalité estivales de l'huître creuse Crassostrea Gigas, Défi Morest, Ifremer/Quæ*, pp. 1-49.
- ROSEN, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *The Journal of Political Economy*, Vol. 82 (n° 1), pp. 34-55.
- SAIMAIN, J.-F., & MCCOMBIE, H. (eds). (2007). Mortalités estivales de l'huître creuse *Crassostrea Gigas*. *Défi Morest, Ifremer/Quæ*, 331 p.
- SAMAIN, J.-F. (2002). Défi "MOREST". Etude des mortalités estivales de l'huître creuse *Crassostrea Gigas*. *Synthèse des résultats présentés au cours du séminaire du 13-15 novembre*, 3 p.
- SAMAIN, J.-F., DEGREMONT, L., SOLECHNIK, P., HAURE, J., BEDIER, E., ROPERT, M., et al. (2007a). Genetically based resistance to summer mortality in the Pacific Oyster (*Crassostrea Gigas*) and its relationship with physiological, immunological characteristics and infection processes. *Aquaculture*, Vol. 268 (n°1-4), pp. 227-243.
- SAMAIN, J.-F., ROPERT, M., BEDIER, E., SOLECHNIK, P., MAZURIE, J., LE COZ, F., et al. (2007b). Synthèse générale et recommandations pour la gestion et la prévision des mortalités estivales. (J.-F. & H. McCombie, Édés.) *Mortalité estivales de l'huître creuse Crassostrea Gigas, Défi Morest, Ifremer/Quæ*, pp. 291-331.

- SARGAN, J. D. (1958). The estimation of economic relationships using instrumental variables. *Econometrica*, Vol. 26 (n°3), pp. 393-415.
- SIBA. (2008). *Quantifier et qualifier la fréquentation touristique du Bassin d'Arcachon*.
- SOKAL, R., & SNEATH, P. (1963). *Principles of Numerical Taxinomy*. (F. & co, Éd.) San Francisco.
- SOLECHNIK, P., LE MOINE, O., FAURY, N., RAZET, D., GEAIRON, P., & GOULLETQUER, P. (1999). Mortalité de l'huître *Crassostrea Gigas* dans le Bassin Marennes-Oléron : étude de la variabilité spatiale de son environnement et de sa biologie par un système d'informations géographiques (SIG). *Aquatic Living Resources*, Vol. 12 (n°2), pp. 131-143.
- SWALLOW, S. K. (1990). Depletion of the Environmental Basis for Renewable Resources: The Economics of Interdependent Renewable and Nonrenewable Resources. *Journal of Environmental Economics and Management* (n°19), pp. 281-196.
- TASSI, P., & LEGAIT, S. (1990). *Théorie des probabilités en vue des applications statistiques*. Editions Technip.
- TERRA, S. (2005). Guide des bonnes pratiques pour la mise en oeuvre de la méthode des prix hédoniques. *Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale*, 35 p.
- THAURONT, G. (1998). L'Analyse des Données sur tableau de distances ou "Qui se ressemble s'assemble". *La Revue Modulab* (n°1), pp. 13-20.
- THOMAS, A. (2000). *Econométrie des variables qualitatives*. Paris: Dunod.
- TRAVERS, M. (2007). Méthode des prix hédoniques et évaluation des actifs environnementaux : application au cas du littoral. *Thèse de Doctorat en Sciences Economiques*, Université de Bretagne Occidentale, 452 p.
- UPTON, G. J., & FINGLETON, B. (1985). *Spatial data analysis by example* (Vol. 1). Point Pattern and Quantitative Data, Wiley, New York, 410 p.

VAN BEUSEKOM, J., & De Jonge, V. (2002). Long-term changes in Wadden Sea nutrient cycles: importance of organic matter import from the North Sea. *Hydrobiologia*, Vol. 475, pp. 185-194.

VON THÜNEN, J. H. (1826). *Der isolirte staat in beziehung auf landwirtschaft und nationalökonomie*. Stuttgart. Traduction anglaise : The isolated state (1966). Pergamon Press, Oxford.

# **ANNEXES**



## **Annexe Introduction générale**

---

### **Les différents réseaux de surveillance**

#### ***Réseau National d'Observation (RNO) :***

Réseau mis en place par le Ministère chargé de l'environnement en 1974 pour évaluer la contamination chimique du littoral. Il est géré par l'Ifremer. Les prélèvements des échantillons à analyser sont prélevés sur des coquillages (huîtres et moules) par les laboratoires de l'Ifremer et les Cellules Qualité des Eaux Littorales deux fois par an (en février et novembre).

#### ***Réseau de surveillance phytoplanctonique (REPHY) :***

Créé par l'IFREMER en 1984, suite à l'observation de nombreuses intoxications de type diarrhéique (dues à l'espèce *Dinophysis*) chez les consommateurs de coquillages des côtes bretonnes, le REPHY a pour objectifs la connaissance de la distribution spatio-temporelle des différentes espèces phytoplanctoniques, le recensement des événements (eaux colorées, efflorescences exceptionnelles, développement d'espèces toxiques ou nuisibles pour la faune marine), et la protection des consommateurs, par la détection des espèces productrices de toxines et la recherche de ces toxines dans les coquillages. Les échantillonnages sont réalisés toute l'année de 2 à 4 fois par mois.

#### ***Réseau de Surveillance Microbiologique (REMI) :***

Les premiers contrôles sanitaires des coquillages ont été mis en place en France depuis le début du siècle à la suite de graves épidémies attribuées à la consommation d'huîtres. Le réseau REMI, créé par l'IFREMER en 1989, a vu ses objectifs révisés en 1997 afin de l'ajuster à l'application de la réglementation relative au classement de salubrité et à la surveillance des zones de production de coquillages. Ces derniers sont : la préparation des propositions de classement des zones de production conchylicoles et la surveillance sanitaire des dites zones dans les conditions prévues par la réglementation. Ces deux objectifs d'usage et de contrôle sont assurés par le dispositif de surveillance et le dispositif d'alerte auprès de l'Administration.

***Réseau hydrologique du Bassin d'Arcachon (ARCHYD) :***

Depuis 1988, le Bassin d'Arcachon fait l'objet d'un suivi hydrologique concernant 9 stations réparties sur l'ensemble de la baie. L'échantillonnage est réalisé une fois par semaine, aux alentours de la mi-journée, alternativement à l'étales de basse mer (par fort coefficient) et à l'étales de haute-mer (par faible coefficient). Pour l'ensemble de ces paramètres, quatre niveaux de variabilité sont analysés : spatiale, tidale, saisonnière et interannuelle, en utilisant des modèles linéaires mêlant facteurs fixes à modalités qualitatives et covariables quantitatives continues. L'explication de ces variations s'appuie sur l'analyse de différents facteurs (données météorologiques, localisation des stations dans le gradient continent-océan, cycles biogéochimiques). Les niveaux atteints, dans le Bassin d'Arcachon, par les différents paramètres sont comparés avec ceux obtenus dans d'autres zones côtières françaises. L'ensemble des données recueillies est intégré dans la base Quadriga depuis le début de l'année 1999.

***Réseau Mollusque des rendements Aquacoles (REMORA) :***

Le REseau MOllusques des Rendements Aquacoles (REMORA) suit chaque année (depuis 1993) la survie, la croissance et la qualité des huîtres creuses (*Crassostrea gigas*) répartis dans 45 stations (39 jusqu'en 2002) des principales régions ostréicoles françaises. Le réseau REMORA permet d'évaluer les tendances géographiques et chronologiques de la survie, de la croissance et de la qualité des huîtres creuses. Il a ainsi un rôle d'aide à la gestion des bassins ostréicoles et de référentiel pour des études scientifiques (écosystèmes, évolution de parasites, mortalités estivales). Trois sites sont suivis dans le cadre de ce réseau dans le Bassin d'Arcachon : Ferret, Tès et Arguin.

# Annexe Chapitre 1

---

## Annexe 1-1 – Classification des entreprises ostréicoles arcachonnaises selon les différents thèmes

---

---

### GESTION

---

---

- CLASSE 1 [ges1 (3)]<sup>371</sup> : Entreprises de très grande taille, non spécifiques  
CLASSE 2 [ges2 (224)] : Entreprises relativement grandes, relativement spécifiques  
CLASSE 3 [ges3 (5)] : Petites entreprises, peu spécifiques  
CLASSE 4 [ges4 (137)] : Très petites entreprises, relativement spécifiques

---

---

### INFORMATIONS RELATIVES AU CHEF D'ENTREPRISE

---

---

- CLASSE 1 [inf1 (325)] : Entrepreneur conchylicole quadragénaire travaillant à temps plein, marié  
CLASSE 2 [inf2 (16)] : Entrepreneure conchylicole quadragénaire travaillant à temps plein, mariée  
CLASSE 3 [inf3 (28)] : Retraité quinquagénaire travaillant moins de 30 heures hebdomadaire, marié

---

---

### FORMATION DU CHEF D'ENTREPRISE

---

---

- CLASSE 1 [for1 (47)] : Formation initiale spécifique de niveau moyen  
CLASSE 2 [for2 (18)] : Formation initiale non spécifique de niveau moyen  
CLASSE 3 [for3 (41)] : Formation initiale supérieure spécifique et formation continue  
CLASSE 4 [for4 (175)] : Formation initiale spécifique de niveau moyen et formation continue  
CLASSE 5 [for5 (88)] : Formation initiale non spécifique de niveau primaire et formation continue

---

---

### MAIN D'ŒUVRE

---

---

- CLASSE 1 [mo1 (51)] : Pas de main d'œuvre familiale mais grande entreprise  
CLASSE 2 [mo2 (95)] : Le chef d'entreprise travaille seul  
CLASSE 3 [mo3 (30)] : Main d'œuvre familiale importante et très grande entreprise  
CLASSE 4 [mo4 (38)] : Main d'œuvre familiale importante mais petite entreprise  
CLASSE 5 [mo5 (40)] : Main d'œuvre familiale importante mais très petite entreprise  
CLASSE 6 [mo6 (80)] : Importance moyenne de la main d'œuvre familiale et entreprise très petite  
CLASSE 7 [mo7 (35)] : Main d'œuvre familiale très importante mais petite entreprise

---

<sup>371</sup> Entre crochets, codes correspondant aux modalités de la base de données créée à partir des résultats de la classification hiérarchique ascendante pour chacun des thèmes. Le nombre entre parenthèses associé correspond au nombre d'entreprises appartenant à la classe en question.



---

---

### EQUIPEMENT EN BÂTIMENT

---

---

- CLASSE 1 [eqb1 (218)] : Entreprises bien équipées, taille de l'équipement importante  
CLASSE 2 [eqb2 (85)] : Entreprises très bien équipées, taille de l'équipement importante  
CLASSE 3 [eqb3 (37)] : Entreprises équipées mais équipement de petite taille  
CLASSE 4 [eqb4 (29)] : Entreprises non équipées en terme de bâtiment

---

---

### EQUIPEMENT EN MATÉRIEL

---

---

- CLASSE 1 [eqm1 (11)] : Entreprises très bien équipées, principalement en véhicules  
CLASSE 2 [eqm2 (272)] : Entreprises faiblement équipées mais nombre de véhicules important  
CLASSE 3 [eqm3 (71)] : Entreprises très peu équipées, pas de véhicules  
CLASSE 4 [eqm4 (15)] : Entreprises très bien équipées mais peu en véhicules

---

---

### STRUCTURE

---

---

- CLASSE 1 [str1 (55)] : Petites entreprises plus ou moins diversifiées  
CLASSE 2 [str2 (118)] : Entreprises de taille moyenne, diversifiées  
CLASSE 3 [str3 (112)] : Grandes entreprises, diversifiées  
CLASSE 4 [str4 (47)] : Très grandes entreprises, non diversifiées  
CLASSE 5 [str5 (37)] : Très petites entreprises, non diversifiées

---

---

### SURFACES

---

---

- CLASSE 1 [srf1 (242)] : Entreprises de taille moyenne, dépendance exclusive au DPM  
CLASSE 2 [srf2 (62)] : Entreprises de très grande taille, dépendance exclusive au DPM  
CLASSE 3 [srf3 (14)] : Entreprises de petite taille, dépendance moindre au DPM  
CLASSE 4 [srf4 (51)] : Entreprises de très grande taille, dépendance moindre au DPM

---

---

### CAPTAGE NATUREL DE NAISSAIN D'HUITRES CREUSES

---

---

- CLASSE 1 [cap1 (48)] : Nombre de collecteurs moyennement important  
CLASSE 2 [cap2 (9)] : Nombre de collecteurs très important  
CLASSE 3 [cap3 (186)] : Nombre de collecteurs moyen  
CLASSE 4 [cap4 (51)] : Nombre de collecteurs moyen<sup>\*372</sup>  
CLASSE 5 [cap5 (20)] : Nombre de collecteurs important  
CLASSE 6 [cap6 (55)] : Pas de pratique du captage naturel de naissain d'huitres creuses

---

<sup>372</sup> La différence avec la modalité précédente (*cap3*) est que plusieurs types de collecteurs ont été utilisés.

---

---

### MORTALITÉ OU PRÉDATION

---

---

- CLASSE 1 [mor1 (251)] : Mortalité et/ou prédation importantes pour le naissain et le demi-élevage  
CLASSE 2 [mor2 (12)] : Mortalité et/ou prédation très importantes pour le naissain et le demi-élevage  
CLASSE 3 [mor3 (12)] : Mortalité et/ou prédation importantes pour le naissain et en cours d'élevage  
CLASSE 4 [mor4 (22)] : Mortalité et/ou prédation très importantes pour le naissain, importantes pour le demi-élevage  
CLASSE 5 [mor5 (37)] : Entreprises peu ou pas concernées

---

---

### COMMERCIALISATION DES HÙTRES CREUSES

---

---

- CLASSE 1 [chc1 (55)] : Vente directe au consommateur, à des poissonniers<sup>373</sup> et à des comités d'entreprises  
CLASSE 2 [chc2 (22)] : Vente principalement à des poissonniers  
CLASSE 3 [chc3 (20)] : Vente principalement à des comités d'entreprise  
CLASSE 4 [chc4 (30)] : Vente principalement directement au consommateur et à des comités d'entreprise  
CLASSE 5 [chc5 (22)] : Vente quasi-exclusive directement au consommateur, à des poissonniers  
CLASSE 6 [chc6 (176)] : Vente directe au consommateur exclusivement  
CLASSE 7 [chc7 (44)] : Entreprises non concernées

---

---

### COMMERCIALISATION DES HÙTRES PLATES

---

---

- CLASSE 1 [chp1 (328)] : Entreprises non concernées  
CLASSE 2 [chp2 (1)] : Vente principalement à des grossistes<sup>374</sup> mais aussi à des GMS<sup>375</sup>, à des poissonniers  
CLASSE 3 [chp3 (1)] : Vente directe au consommateur, à des GMS et au travers d'autres circuits de commercialisation  
CLASSE 4 [chp4 (39)] : Vente directe au consommateur exclusivement

---

---

### COMMERCIALISATION DES PALOURDES

---

---

- CLASSE 1 [cpl1 (352)] : Entreprises non concernées  
CLASSE 2 [cpl2 (1)] : Vente pour moitié directement au consommateur et pour moitié à des poissonniers  
CLASSE 3 [cpl3 (10)] : Vente directe au consommateur exclusivement  
CLASSE 4 [cpl4 (6)] : Vente à des grossistes exclusivement

---

<sup>373</sup> Poissonniers, restaurateurs, écaillers.

<sup>374</sup> Grossistes, revendeurs, mareyeurs.

<sup>375</sup> Grandes et Moyennes Surfaces, hors centrales d'achat

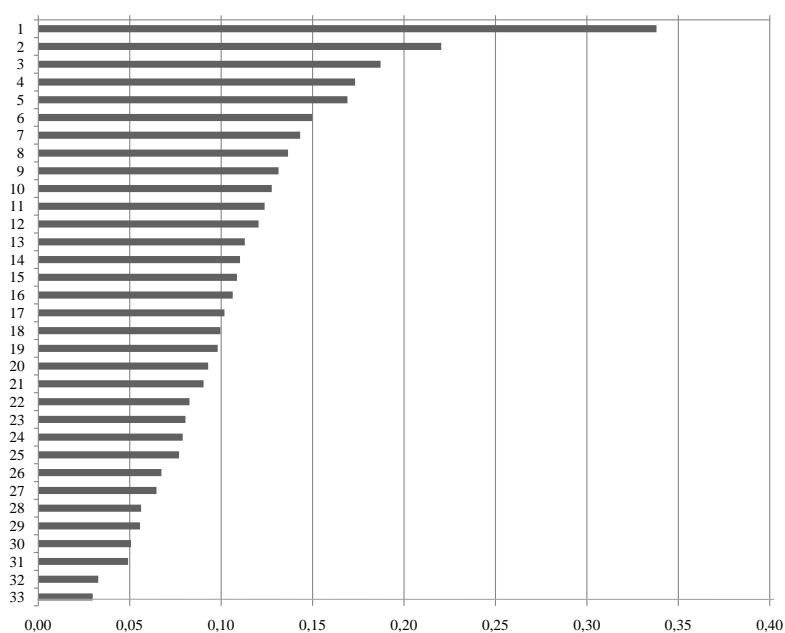


## Annexes Chapitre 2

**Annexe 2-1 – Tableau des valeurs propres de l'ACM globale**

NUMÉRO	VALEUR PROPRE	POURCENTAGE D'INERTIE	POURCENTAGE CUMULÉ	NUMÉRO	VALEUR PROPRE	POURCENTAGE D'INERTIE	POURCENTAGE CUMULÉ
1	0,3381	9,22	9,22	18	0,0996	2,72	72,56
2	0,2204	6,01	15,23	19	0,0981	2,67	75,23
3	0,1872	5,11	20,34	20	0,0929	2,53	77,76
4	0,1732	4,72	25,06	21	0,0903	2,46	80,23
5	0,1691	4,61	29,67	22	0,0826	2,25	82,48
6	0,1498	4,09	33,76	23	0,0804	2,19	84,67
7	0,1432	3,90	37,66	24	0,0789	2,15	86,83
8	0,1366	3,73	41,39	25	0,0770	2,10	88,93
9	0,1314	3,58	44,97	26	0,0674	1,84	90,76
10	0,1276	3,48	48,45	27	0,0646	1,76	92,52
11	0,1237	3,37	51,82	28	0,0562	1,53	94,06
12	0,1205	3,28	55,11	29	0,0556	1,52	95,57
13	0,1129	3,08	58,19	30	0,0507	1,38	96,96
14	0,1103	3,01	61,20	31	0,0491	1,34	98,30
15	0,1087	2,96	64,16	32	0,0327	0,89	99,19
16	0,1064	2,90	67,06	33	0,0298	0,81	100,00
17	0,1018	2,78	69,84				

**Annexe 2-2 – Diagramme des valeurs propres de l'ACM globale**



Annexe 2-3 – Tableau des coordonnées, contributions et cosinus carrés des modalités actives de l'ACM globale sur les axes 1 et 2

Libellé	Poids relatif (en %)	Carré de la distance à l'origine	Coordonnées des modalités actives		Contributions des modalités actives		Cosinus carrés des modalités actives	
			Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2
<b>GES</b>								
ges1	0,090	122,00000	0,73	0,20	0,14	0,02	0,00	0,00
ges2	6,745	0,64732	-0,42	-0,18	3,45	0,97	0,27	0,05
ges3	0,151	72,80000	1,73	-1,10	1,33	0,83	0,04	0,02
ges4	4,125	1,69343	0,60	0,33	4,41	2,01	0,21	0,06
<i>Cumul des contributions</i>					9,34	3,83		
<b>INFCE</b>								
inf1	9,786	0,13539	-0,14	0,04	0,57	0,07	0,14	0,01
inf2	0,482	22,06250	-0,01	0,79	0,00	1,36	0,00	0,03
inf3	0,843	12,17860	1,63	-0,90	6,63	3,07	0,22	0,07
<i>Cumul des contributions</i>					7,19	4,49		
<b>FORMACE</b>								
for1	1,415	6,85106	-0,29	0,03	0,36	0,01	0,01	0,00
for2	0,542	19,50000	-0,28	0,44	0,12	0,49	0,00	0,01
for3	1,235	8,00000	-0,11	0,13	0,05	0,09	0,00	0,00
for4	5,270	1,10857	-0,15	0,00	0,37	0,00	0,02	0,00
for5	2,650	3,19318	0,57	-0,17	2,56	0,34	0,10	0,01
<i>Cumul des contributions</i>					3,46	0,92		
<b>MO</b>								
mo1	1,536	6,23529	-0,50	-0,33	1,15	0,78	0,04	0,02
mo2	2,861	2,88421	0,84	0,29	5,96	1,06	0,24	0,03
mo3	0,903	11,30000	-0,86	-1,39	1,96	7,87	0,07	0,17
mo4	1,144	8,71053	-0,11	-0,22	0,04	0,26	0,00	0,01
mo5	1,204	8,22500	-0,09	-0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
mo6	2,409	3,61250	0,00	0,44	0,00	2,11	0,00	0,05
mo7	1,054	9,54286	-0,59	0,17	1,08	0,14	0,04	0,00
<i>Cumul des contributions</i>					10,22	12,22		
<b>EQBAT</b>								
eqb1	6,564	0,69266	-0,27	0,14	1,43	0,55	0,11	0,03
eqb2	2,559	3,34118	-0,19	-0,26	0,26	0,78	0,01	0,02
eqb3	1,114	8,97297	0,28	0,20	0,27	0,20	0,01	0,00
eqb4	0,873	11,72410	2,22	-0,52	12,73	1,06	0,42	0,02
<i>Cumul des contributions</i>					14,68	2,59		

Libellé	Poids relatif (en %)	Carré de la distance à l'origine	Coordonnées des modalités actives		Contributions des modalités actives		Cosinus carrés des modalités actives	
			Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2	Axe 1	Axe 2

**EQMAT**

eqm1	0,361	29,75000	-0,58	-0,27	0,36	0,12	0,01	0,00
eqm2	7,919	0,40304	-0,29	0,27	1,99	2,64	0,21	0,18
eqm3	2,349	3,73077	1,30	-0,33	11,77	1,15	0,45	0,03
eqm4	0,482	22,06250	-1,12	-2,65	1,78	15,32	0,06	0,32

*Cumul des contributions*    15,90    19,23

**STRU**

str1	1,656	5,70909	0,69	-0,49	2,31	1,79	0,08	0,04
str2	3,553	2,12712	-0,25	0,07	0,63	0,09	0,03	0,00
str3	3,372	2,29464	-0,25	0,69	0,62	7,22	0,03	0,21
str4	1,415	6,85106	-0,97	-0,86	3,93	4,77	0,14	0,11
str5	1,114	8,97297	1,75	-0,49	10,10	1,21	0,34	0,03

*Cumul des contributions*    17,59    15,08

**SURF**

srf1	7,287	0,52479	0,15	0,34	0,48	3,79	0,04	0,22
srf2	1,867	4,95161	-0,91	-1,17	4,58	11,58	0,17	0,28
srf3	0,422	25,35710	2,14	-1,63	5,69	5,10	0,18	0,11
srf4	1,536	6,23529	-0,19	0,26	0,16	0,48	0,01	0,01

*Cumul des contributions*    10,90    20,95

**CAP**

cap1	1,445	6,68750	-0,57	-0,63	1,41	2,59	0,05	0,06
cap2	0,271	40,00000	-0,98	-0,66	0,77	0,54	0,02	0,01
cap3	5,601	0,98387	-0,07	0,51	0,08	6,73	0,00	0,27
cap4	1,536	6,23529	-0,12	0,12	0,07	0,10	0,00	0,00
cap5	0,602	17,45000	-0,66	-1,76	0,78	8,43	0,02	0,18
cap6	1,656	5,70909	1,25	-0,55	7,61	2,30	0,27	0,05

*Cumul des contributions*    10,71    20,69

Annexe 2-4 – Coordonnées des modalités de la variable illustrative *Production Apparente*

Libellé	Effectif	Poids absolu	Distance à l'origine	Axe 1	Axe 2
pa1	18	18,00	19,50000	1,12	-0,69
pa2	73	73,00	4,05479	0,64	0,06
pa3	146	146,00	1,52740	0,02	0,33
pa4	68	68,00	4,42647	-0,34	0,26
pa5	28	28,00	12,17860	-0,63	-0,57
pa6	9	9,00	40,00000	-0,61	-0,91
pa7	27	27,00	12,66670	-0,86	-1,26

## Annexe 2-5 – Tableau des valeurs-test des modalités actives et illustratives de l'ACM globale

LIBELLÉ	EFFECTIF / POIDS ABSOLU	DISTANCE À L'ORIGINE	AXE 1	AXE 2
<b>GES</b>				
ges1	3	122,00000	1,26	0,34
ges2	224	0,64732	<b>-9,92</b>	<b>-4,25</b>
ges3	5	72,80000	<b>3,89</b>	<b>-2,48</b>
ges4	137	1,69343	<b>8,86</b>	<b>4,83</b>
<b>INFCE</b>				
inf1	325	0,13539	<b>-7,29</b>	<b>2,00</b>
inf2	16	22,06250	-0,05	<b>3,22</b>
inf3	28	12,17860	<b>8,96</b>	<b>-4,92</b>
<b>FORMACE</b>				
for1	47	6,85106	<b>-2,15</b>	0,23
for2	18	19,50000	-1,20	1,93
for3	41	8,00000	-0,77	0,86
for4	175	1,10857	<b>-2,80</b>	0,01
for5	88	3,19318	<b>6,14</b>	-1,81
<b>MO</b>				
mo1	51	6,23529	<b>-3,86</b>	<b>-2,56</b>
mo2	95	2,88421	<b>9,48</b>	<b>3,23</b>
mo3	30	11,30000	<b>-4,89</b>	<b>-7,91</b>
mo4	38	8,71053	-0,72	-1,46
mo5	40	8,22500	-0,59	-0,19
mo6	80	3,61250	-0,01	<b>4,43</b>
mo7	35	9,54286	<b>-3,65</b>	1,06
<b>EQBAT</b>				
eqb1	218	0,69266	<b>-6,25</b>	<b>3,14</b>
eqb2	85	3,34118	-1,96	<b>-2,72</b>
eqb3	37	8,97297	1,83	1,27
eqb4	29	11,72410	<b>12,44</b>	<b>-2,90</b>

<b>LIBELLÉ</b>	<b>EFFECTIF / POIDS ABSOLU</b>	<b>DISTANCE À L'ORIGINE</b>	<b>AXE 1</b>	<b>AXE 2</b>
<b><i>EQMAT</i></b>				
eqm1	12	29,75000	<b>-2,03</b>	-0,96
eqm2	263	0,40304	<b>-8,82</b>	<b>8,19</b>
eqm3	78	3,73077	<b>12,93</b>	<b>-3,27</b>
eqm4	16	22,06250	<b>-4,56</b>	<b>-10,81</b>
<b><i>STRU</i></b>				
str1	55	5,70909	<b>5,51</b>	<b>-3,92</b>
str2	118	2,12712	<b>-3,23</b>	0,96
str3	112	2,29464	<b>-3,17</b>	<b>8,70</b>
str4	47	6,85106	<b>-7,10</b>	<b>-6,32</b>
str5	37	8,97297	<b>11,21</b>	<b>-3,14</b>
<b><i>SURF</i></b>				
srf1	242	0,52479	<b>3,94</b>	<b>8,96</b>
srf2	62	4,95161	<b>-7,85</b>	<b>-10,08</b>
srf3	14	25,35710	<b>8,14</b>	<b>-6,22</b>
srf4	51	6,23529	-1,43	<b>2,02</b>
<b><i>CAP</i></b>				
cap1	48	6,68750	<b>-4,26</b>	<b>-4,66</b>
cap2	9	40,00000	<b>-2,97</b>	<b>-2,01</b>
cap3	186	0,98387	-1,33	<b>9,95</b>
cap4	51	6,23529	-0,93	0,90
cap5	20	17,45000	<b>-3,03</b>	<b>-8,07</b>
cap6	55	5,70909	<b>10,01</b>	<b>-4,45</b>
<b><i>PA</i></b>				
pa1	18	19,50000	<b>4,86</b>	<b>-2,99</b>
pa2	73	4,05479	<b>6,06</b>	0,54
pa3	146	1,52740	0,32	<b>5,15</b>
pa4	68	4,42647	<b>-3,09</b>	<b>2,41</b>
pa5	28	12,17860	<b>-3,48</b>	<b>-3,15</b>
pa6	9	40,00000	-1,86	<b>-2,76</b>
pa7	27	12,66670	<b>-4,64</b>	<b>-6,78</b>



**Annexe 2-6 – Description de l'axe 1 par les modalités des variables actives et illustratives de l'ACM globale**

<b>LIBELLÉ DE LA VARIABLE</b>	<b>LIBELLÉ DE LA MODALITÉ</b>	<b>VALEUR-TEST</b>	<b>POIDS</b>
GES	ges2	-9,92	224,000
EQMAT	eqm2	-8,82	263,000
SURF	srf2	-7,85	62,000
INFCE	inf1	-7,29	325,000
STRU	str4	-7,10	47,000
EQBAT	eqb1	-6,25	218,000
MO	mo3	-4,89	30,000
PA	pa7	-4,64	27,000
EQMAT	eqm4	-4,56	16,000
CAP	cap1	-4,26	48,000
MO	mo1	-3,86	51,000
MO	mo7	-3,65	35,000
PA	pa5	-3,48	28,000
STRU	str2	-3,23	118,000
STRU	str3	-3,17	112,000
<b>ZONE CENTRALE</b>			
GES	ges3	3,89	5,000
SURF	srf1	3,94	242,000
PA	pa1	4,86	18,000
STRU	str1	5,51	55,000
PA	pa2	6,06	73,000
FORMACE	for5	6,14	88,000
SURF	srf3	8,14	14,000
GES	ges4	8,86	137,000
INFCE	inf3	8,96	28,000
MO	mo2	9,48	95,000
CAP	cap6	10,01	55,000
STRU	str5	11,21	37,000
EQBAT	eqb4	12,44	29,000
EQMAT	eqm3	12,93	78,000

**Annexe 2-7 – Description de l'axe 2 par les modalités des variables actives et illustratives de l'ACM globale**

<b>LIBELLÉ DE LA VARIABLE</b>	<b>LIBELLÉ DE LA MODALITÉ</b>	<b>VALEUR-TEST</b>	<b>POIDS</b>
EQMAT	eqm4	-10,81	16,000
SURF	srf2	-10,08	62,000
CAP	cap5	-8,07	20,000
MO	mo3	-7,91	30,000
PA	pa7	-6,78	27,000
STRU	str4	-6,32	47,000
SURF	srf3	-6,22	14,000
INFCE	inf3	-4,92	28,000
CAP	cap1	-4,66	48,000
CAP	cap6	-4,45	55,000
GES	ges2	-4,25	224,000
STRU	str1	-3,92	55,000
EQMAT	eqm3	-3,27	78,000
PA	pa5	-3,15	28,000
<b>ZONE CENTRALE</b>			
SURF	srf4	2,02	51,000
PA	pa4	2,41	68,000
MORT	mor1	2,91	251,000
EQBAT	eqb1	3,14	218,000
INFCE	inf2	3,22	16,000
MO	mo2	3,23	95,000
MO	mo6	4,43	80,000
GES	ges4	4,83	137,000
PA	pa3	5,15	146,000
EQMAT	eqm2	8,19	263,000
STRU	str3	8,70	112,000
SURF	srf1	8,96	242,000
CAP	cap3	9,95	186,000

Annexe 2-8 – Tableau de caractérisation de la classe 1 par les modalités

LIBELLÉS DES VARIABLES	MODALITÉS CARACTÉRISTIQUES	% DE LA MODALITE DANS LA CLASSE	% DE LA MODALITE DANS L'ECHANTILLON	% DE LA CLASSE DANS LA MODALITE	VALEUR- TEST	PROBABILITÉ	POIDS
SURF	srf1	83,33	65,58	82,64	9,68	0,000	242
EQMAT	eqm2	85,00	71,27	77,57	7,74	0,000	263
STRU	str3	42,08	30,35	90,18	7,00	0,000	112
STRU	str2	42,50	31,98	86,44	6,07	0,000	118
CAP	cap3	59,58	50,41	76,88	4,73	0,000	186
PA	pa3	46,25	39,57	76,03	3,51	0,000	146
PA	pa4	22,08	18,43	77,94	2,38	0,009	68
EQBAT	eqb1	63,75	59,08	70,18	2,37	0,009	218
INFCE	inf1	91,25	88,08	67,38	2,36	0,009	325
PA	pa1	2,92	4,88	38,89	-2,09	0,018	18
PA	pa5	5,00	7,59	42,86	-2,30	0,011	28
CAP	cap2	0,83	2,44	22,22	-2,32	0,010	9
MO	mo3	5,42	8,13	43,33	-2,35	0,009	30
CAP	cap5	2,92	5,42	35,00	-2,59	0,005	20
PA	pa7	4,17	7,32	37,04	-2,89	0,002	27
INFCE	inf3	3,33	7,59	28,57	-3,90	0,000	28
CAP	cap6	8,75	14,91	38,18	-4,27	0,000	55
EQMAT	eqm4	0,42	4,34	6,25	-4,77	0,000	16
SURF	srf3	0,00	3,79	0,00	-5,03	0,000	14
EQBAT	eqb4	1,25	7,86	10,34	-6,19	0,000	29
EQMAT	eqm3	10,42	21,14	32,05	-6,62	0,000	78
STRU	str5	1,67	10,03	10,81	-7,07	0,000	37
STRU	str4	0,83	12,74	4,26	-9,35	0,000	47
SURF	srf2	0,83	16,80	3,23	-11,32	0,000	62

Annexe 2-9 – Tableau de caractérisation de la classe 2 / 3 par les modalités

LIBELLÉS DES VARIABLES	MODALITÉS CARACTÉRISTIQUES	% DE LA MODALITE DANS LA CLASSE	% DE LA MODALITE DANS L'ECHANTILLON	% DE LA CLASSE DANS LA MODALITE	VALEUR- TEST	PROBABILITÉ	POIDS
SURF	srf2	79,45	16,80	93,55	14,55	0,000	62
STRU	str4	61,64	12,74	95,74	12,44	0,000	47
EQMAT	eqm4	20,55	4,34	93,75	6,35	0,000	16
GES	ges2	89,04	60,70	29,02	5,77	0,000	224
PA	pa7	21,92	7,32	59,26	4,55	0,000	27
MO	mo3	21,92	8,13	53,33	4,12	0,000	30
CAP	cap5	16,44	5,42	60,00	3,88	0,000	20
PA	pa5	19,18	7,59	50,00	3,58	0,000	28
CAP	cap2	8,22	2,44	66,67	2,80	0,003	9
CAP	cap3	38,36	50,41	15,05	-2,17	0,015	186
STRU	str5	2,74	10,03	5,41	-2,28	0,011	37
STRU	str2	19,18	31,98	11,86	-2,55	0,005	118
PA	pa3	26,03	39,57	13,01	-2,55	0,005	146
STRU	str1	4,11	14,91	5,45	-2,98	0,001	55
CAP	cap6	4,11	14,91	5,45	-2,98	0,001	55
EQBAT	eqb4	0,00	7,86	0,00	-3,02	0,001	29
PA	pa2	6,85	19,78	6,85	-3,17	0,001	73
EQMAT	eqm3	6,85	21,14	6,41	-3,45	0,000	78
STRU	str3	12,33	30,35	8,04	-3,81	0,000	112
MO	mo2	5,48	25,75	4,21	-4,74	0,000	95
GES	ges4	9,59	37,13	5,11	-5,71	0,000	137
SURF	srf1	6,85	65,58	2,07	-11,79	0,000	242

Annexe 2-10 – Tableau de caractérisation de la classe 3 par les modalités

LIBELLÉS DES VARIABLES	MODALITÉS CARACTÉRISTIQUES	% DE LA MODALITE DANS LA CLASSE	% DE LA MODALITE DANS L'ECHANTILLON	% DE LA CLASSE DANS LA MODALITE	VALEUR-TEST	PROBABILITÉ	POIDS
EQMAT	eqm3	85,71	21,14	61,54	11,53	0,000	78
STRU	str5	55,36	10,03	83,78	10,02	0,000	37
EQBAT	eqb4	46,43	7,86	89,66	9,38	0,000	29
CAP	cap6	55,36	14,91	56,36	7,86	0,000	55
SURF	srf3	23,21	3,79	92,86	6,40	0,000	14
INFCE	inf3	32,14	7,59	64,29	6,09	0,000	28
MO	mo2	53,57	25,75	31,58	4,74	0,000	95
GES	ges4	66,07	37,13	27,01	4,64	0,000	137
PA	pa2	44,64	19,78	34,25	4,53	0,000	73
STRU	str1	37,50	14,91	38,18	4,50	0,000	55
PA	pa1	17,86	4,88	55,56	3,89	0,000	18
FORMACE	for5	44,64	23,85	28,41	3,61	0,000	88
FORMACE	for4	32,14	47,43	10,29	-2,36	0,009	175
MO	mo7	0,00	9,49	0,00	-2,83	0,002	35
SURF	srf2	3,57	16,80	3,23	-3,00	0,001	62
STRU	str4	0,00	12,74	0,00	-3,49	0,000	47
CAP	cap3	26,79	50,41	8,06	-3,74	0,000	186
PA	pa4	1,79	18,43	1,47	-3,84	0,000	68
INFCE	inf1	66,07	88,08	11,38	-4,71	0,000	325
EQBAT	eqb1	28,57	59,08	7,34	-4,87	0,000	218
STRU	str3	3,57	30,35	1,79	-5,21	0,000	112
STRU	str2	3,57	31,98	1,69	-5,45	0,000	118
GES	ges2	26,79	60,70	6,70	-5,45	0,000	224
EQMAT	eqm2	14,29	71,27	3,04	-9,66	0,000	263

## Annexes Chapitre 4

**Annexe 4-1 – Variation de la production apparente en valeur (en € par collecteur) selon les catégories d’entreprises pour une variation négative de la température**

Variation T°C	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 7	Cat. 8	Cat. 9	Cat. 10	Cat. 11	Cat. 12	Cat. 13
<b>Référence</b>	<b>5,19</b>	<b>6,69</b>	<b>10,42</b>	<b>8,30</b>	<b>8,95</b>	<b>11,47</b>	<b>4,67</b>	<b>13,91</b>	<b>13,36</b>	<b>4,62</b>	<b>10,60</b>	<b>6,02</b>	<b>12,33</b>
-0,10	4,47	5,80	9,39	7,28	7,78	10,48	4,09	12,62	11,16	4,12	9,23	4,89	11,47
-0,20	3,85	5,01	8,49	6,39	6,75	9,62	3,59	11,50	9,23	3,69	8,02	3,90	10,72
-0,30	3,30	4,33	7,70	5,61	5,85	8,86	3,14	10,51	7,54	3,31	6,97	3,03	10,06
-0,40	2,81	3,72	7,00	4,92	5,06	8,19	2,75	9,64	6,05	2,97	6,05	2,27	9,48
-0,50	2,39	3,20	6,40	4,32	4,37	7,61	2,41	8,88	4,76	2,68	5,24	1,60	8,98
-0,60	2,02	2,73	5,87	3,79	3,76	7,10	2,11	8,22	3,62	2,42	4,53	1,01	8,53
-0,70	1,70	2,33	5,40	3,33	3,23	6,65	1,85	7,64	2,62	2,20	3,91	0,50	8,14
-0,80	1,42	1,97	4,99	2,93	2,76	6,26	1,62	7,13	1,75	2,00	3,36	0,05	7,80
-0,90	1,17	1,66	4,63	2,57	2,36	5,92	1,42	6,68	0,98	1,82	2,88	-0,34	7,50
-1,00	0,95	1,39	4,32	2,26	2,00	5,61	1,25	6,29	0,31	1,67	2,46	-0,69	7,24
-1,10	0,76	1,15	4,04	1,99	1,68	5,35	1,09	5,94	-0,28	1,54	2,10	-0,99	7,01
-1,20	0,59	0,94	3,80	1,75	1,41	5,12	0,96	5,64	-0,79	1,42	1,78	-1,26	6,81
-1,30	0,44	0,76	3,59	1,54	1,17	4,92	0,84	5,38	-1,25	1,32	1,50	-1,49	6,63
-1,40	0,31	0,60	3,41	1,36	0,96	4,74	0,74	5,15	-1,64	1,23	1,25	-1,69	6,48
-1,50	0,20	0,46	3,24	1,20	0,77	4,58	0,64	4,95	-1,99	1,15	1,03	-1,87	6,34
-1,60	0,10	0,33	3,10	1,06	0,61	4,45	0,56	4,77	-2,29	1,09	0,84	-2,03	6,22
-1,70	0,02	0,22	2,98	0,93	0,47	4,33	0,50	4,61	-2,56	1,03	0,68	-2,16	6,12
-1,80	-0,06	0,13	2,87	0,83	0,35	4,22	0,43	4,48	-2,79	0,97	0,53	-2,28	6,03
-1,90	-0,13	0,05	2,77	0,73	0,24	4,13	0,38	4,36	-3,00	0,93	0,40	-2,39	5,95
-2,00	-0,18	-0,03	2,69	0,65	0,14	4,05	0,33	4,25	-3,18	0,89	0,29	-2,48	5,88

**Annexe 4-2 – Variation de la production apparente en valeur (en € par collecteur) selon les catégories d'entreprises pour une variation positive de la température**

Variation T°C	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 7	Cat. 8	Cat. 9	Cat. 10	Cat. 11	Cat. 12	Cat. 13
<b>Référence</b>	<b>5,19</b>	<b>6,69</b>	<b>10,42</b>	<b>8,30</b>	<b>8,95</b>	<b>11,47</b>	<b>4,67</b>	<b>13,91</b>	<b>13,36</b>	<b>4,62</b>	<b>10,60</b>	<b>6,02</b>	<b>12,33</b>
0,10	5,91	7,64	11,39	9,35	10,23	12,47	5,33	15,38	15,24	4,97	11,81	7,02	13,13
0,20	6,75	8,71	12,49	10,67	11,67	13,61	6,08	16,83	17,39	5,53	13,48	8,01	13,91
0,30	7,70	9,94	13,74	12,18	13,32	14,90	6,94	18,22	19,85	6,31	15,38	9,14	15,88
0,40	8,79	11,35	15,66	13,90	15,19	16,38	7,92	20,79	22,65	7,20	17,55	10,43	18,11
0,50	10,03	12,95	17,87	15,86	17,34	18,06	9,03	23,73	25,85	8,21	20,02	11,90	20,67
0,60	11,44	14,78	20,39	18,09	19,79	20,23	10,31	27,08	29,49	9,37	22,85	13,58	23,58
0,70	13,06	16,86	23,27	20,65	22,58	23,09	11,76	30,90	33,66	10,69	26,07	15,49	26,90
0,80	14,90	19,24	26,55	23,56	25,76	26,35	13,42	35,26	38,40	12,20	29,75	17,68	30,70
0,90	17,00	21,95	30,30	26,88	29,40	30,07	15,32	40,23	43,82	13,92	33,95	20,17	35,02
1,00	19,40	25,05	34,58	30,68	33,55	34,31	17,48	45,91	50,01	15,89	38,74	23,02	39,96
1,10	22,14	28,59	39,46	35,01	38,28	39,15	19,95	52,39	57,06	18,13	44,21	26,27	45,60
1,20	25,26	32,62	45,02	39,95	43,68	44,67	22,76	59,78	65,12	20,69	50,45	29,97	52,03
1,30	28,82	37,22	51,38	45,58	49,85	50,98	25,97	68,22	74,31	23,61	57,57	34,20	59,37
1,40	32,89	42,48	58,63	52,02	56,88	58,17	29,64	77,84	84,79	26,94	65,69	39,03	67,74
1,50	37,53	48,47	66,90	59,36	64,91	66,38	33,82	88,83	96,75	30,74	74,96	44,54	77,30
1,60	42,83	55,31	76,34	67,73	74,07	75,75	38,59	101,36	110,41	35,07	85,53	50,82	88,21
1,70	48,87	63,12	87,11	77,29	84,52	86,43	44,04	115,67	125,99	40,02	97,60	57,99	100,65
1,80	55,77	72,02	99,41	88,19	96,44	98,63	50,25	131,99	143,76	45,67	111,38	66,18	114,85
1,90	63,64	82,18	113,43	100,64	110,05	112,55	57,34	150,61	164,05	52,12	127,09	75,52	131,05
2,00	72,62	93,78	129,44	114,84	125,58	128,43	65,43	171,86	187,20	59,47	145,03	86,17	149,54

**Annexe 4-3 – Variation de la production apparente en pourcentage par rapport à la production apparente de référence selon les catégories d'entreprises pour une variation négative de la température**

Variation T°C	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	Cat. 5	Cat. 6	Cat. 7	Cat. 8	Cat. 9	Cat. 10	Cat. 11	Cat. 12	Cat. 13
-0,10	-13,79	-13,37	-9,88%	-12,28	-13,11	-8,61	-12,37	-9,24	-16,48	-10,76	-12,95	-18,80	-6,97
-0,20	-25,87	-25,09	-18,54%	-23,03	-24,59	-16,16	-23,20	-17,35	-30,93	-20,20	-24,30	-35,28	-13,08
-0,30	-36,46	-35,36	-26,12%	-32,46	-34,66	-22,78	-32,70	-24,45	-43,58	-28,46	-34,24	-49,72	-18,43
-0,40	-45,74	-44,36	-32,77%	-40,72	-43,48	-28,58	-41,02	-30,67	-54,68	-35,71	-42,96	-62,38	-23,12
-0,50	-53,87	-52,24	-38,60%	-47,96	-51,21	-33,66	-48,31	-36,12	-64,40	-42,05	-50,60	-73,47	-27,23
-0,60	-61,00	-59,15	-43,71%	-54,31	-57,99	-38,11	-54,71	-40,90	-72,92	-47,62	-57,29	-83,18	-30,83
-0,70	-67,24	-65,21	-48,18%	-59,87	-63,92	-42,01	-60,31	-45,09	-80,38	-52,49	-63,15	-91,70	-33,99
-0,80	-72,72	-70,52	-52,10%	-64,74	-69,13	-45,43	-65,22	-48,75	-86,92	-56,76	-68,29	-99,16	-36,75
-0,90	-77,51	-75,17	-55,54%	-69,01	-73,68	-48,43	-69,52	-51,97	-92,66	-60,51	-72,80	-105,71	-39,18
-1,00	-81,71	-79,24	-58,55%	-72,76	-77,68	-51,05	-73,29	-54,79	-97,68	-63,79	-76,75	-111,44	-41,30
-1,10	-85,40	-82,81	-61,19%	-76,04	-81,18	-53,36	-76,59	-57,26	-102,09	-66,66	-80,20	-116,46	-43,16
-1,20	-88,63	-85,94	-63,50%	-78,91	-84,25	-55,37	-79,48	-59,42	-105,94	-69,18	-83,24	-120,86	-44,79
-1,30	-91,45	-88,69	-65,53%	-81,43	-86,94	-57,14	-82,02	-61,32	-109,33	-71,39	-85,89	-124,72	-46,22
-1,40	-93,93	-91,09	-67,31%	-83,63	-89,30	-58,69	-84,24	-62,98	-112,29	-73,33	-88,22	-128,10	-47,48
-1,50	-96,11	-93,20	-68,86%	-85,57	-91,36	-60,05	-86,19	-64,44	-114,89	-75,02	-90,26	-131,06	-48,57
-1,60	-98,01	-95,04	-70,23%	-87,26	-93,17	-61,23	-87,90	-65,71	-117,16	-76,51	-92,05	-133,66	-49,54
-1,70	-99,68	-96,66	-71,42%	-88,75	-94,76	-62,28	-89,40	-66,83	-119,16	-77,81	-93,62	-135,93	-50,38
-1,80	-101,14	-98,08	-72,47%	-90,05	-96,15	-63,19	-90,71	-67,81	-120,90	-78,95	-94,99	-137,93	-51,12
-1,90	-102,42	-99,32	-73,39%	-91,19	-97,36	-63,99	-91,86	-68,67	-122,43	-79,95	-96,19	-139,68	-51,77
-2,00	-103,54	-100,41	-74,19%	-92,19	-98,43	-64,69	-92,86	-69,42	-123,78	-80,83	-97,25	-141,21	-52,33



**Annexe 4-4 – Variation de la production apparente en pourcentage par rapport à la production apparente de référence selon les catégories d'entreprises pour une variation positive de la température**

<b>Variation T°C</b>	<b>Cat. 1</b>	<b>Cat. 2</b>	<b>Cat. 3</b>	<b>Cat. 4</b>	<b>Cat. 5</b>	<b>Cat. 6</b>	<b>Cat. 7</b>	<b>Cat. 8</b>	<b>Cat. 9</b>	<b>Cat. 10</b>	<b>Cat. 11</b>	<b>Cat. 12</b>	<b>Cat. 13</b>
0,10	13,99	14,11	9,34	12,63	14,24	8,74	14,11	10,55	14,11	7,62	11,41	16,48	6,43
0,20	30,07	30,21	19,87	28,52	30,36	18,63	30,21	21,01	30,21	19,59	27,13	32,92	12,82
0,30	48,43	48,59	31,89	46,65	48,75	29,91	48,59	31,03	48,59	36,47	45,07	51,67	28,72
0,40	69,37	69,55	50,30	67,35	69,74	42,78	69,55	49,52	69,55	55,73	65,54	73,08	46,85
0,50	93,27	93,48	71,51	90,96	93,69	57,48	93,48	70,61	93,48	77,70	88,90	97,50	67,55
0,60	120,55	120,78	95,71	117,91	121,02	76,41	120,78	94,69	120,78	102,78	115,56	125,37	91,17
0,70	151,67	151,93	123,33	148,66	152,21	101,31	151,94	122,16	151,93	131,39	145,98	157,17	118,12
0,80	187,18	187,48	154,85	183,75	187,80	129,71	187,48	153,51	187,48	164,04	180,69	193,46	148,88
0,90	227,70	228,05	190,80	223,78	228,41	162,13	228,05	189,28	228,05	201,30	220,29	234,87	183,97
1,00	273,94	274,34	231,84	269,47	274,76	199,12	274,34	230,10	274,34	243,81	265,49	282,12	224,02
1,10	326,71	327,16	278,67	321,61	327,64	241,32	327,16	276,68	327,16	292,33	317,06	336,04	269,72
1,20	386,92	387,44	332,10	381,10	387,98	289,49	387,44	329,84	387,44	347,69	375,91	397,57	321,87
1,30	455,63	456,22	393,07	448,99	456,84	344,45	456,22	390,49	456,23	410,86	443,07	467,78	381,37
1,40	534,04	534,71	462,65	526,45	535,41	407,16	534,71	459,70	534,71	482,95	519,70	547,90	449,27
1,50	623,50	624,27	542,04	614,85	625,07	478,73	624,27	538,68	624,28	565,21	607,15	639,32	526,76
1,60	725,60	726,48	632,64	715,72	727,39	560,39	726,48	628,81	726,47	659,08	706,93	743,64	615,17
1,70	842,10	843,10	736,02	830,83	844,14	653,58	843,10	731,65	843,10	766,19	820,80	862,69	716,07
1,80	975,03	976,17	853,99	962,18	977,36	759,92	976,18	849,00	976,18	888,41	950,73	998,53	831,19
1,90	1 126,73	1 128,03	988,61	1 112,06	1 129,39	881,26	1 128,03	982,91	1 128,03	1 027,88	1 098,99	1 153,54	962,57
2,00	1 299,83	1 301,32	1 142,2	1 283,09	1 302,87	1 019,72	1 301,32	1 135,72	1 301,32	1 187,04	1 268,18	1 330,44	1 112,49

## Annexe Chapitre 6

Annexe 6-1 – Tableau des coefficients de corrélation des variables du modèle hédoniste des indemnités de substitution

	Surfare	djours	nbtn	nbtn_1	distkm	pcapt	pelev	temp	sal	mes	meso	chla
<b>Surfare</b>	1,00											
<b>djours</b>	0,01	1,00										
<b>nbtn</b>	0,01	-0,09	1,00									
<b>nbtn_1</b>	0,03	0,09	0,01	1,00								
<b>distkm</b>	0,17	0,08	-0,02	-0,06	1,00							
<b>pcapt</b>	<b>0,88</b>	0,11	0,00	-0,03	0,23	1,00						
<b>pelev</b>	<b>0,97</b>	0,03	0,00	0,06	0,13	<b>0,86</b>	1,00					
<b>temp</b>	0,02	0,02	-0,23	0,47	0,06	0,00	0,04	1,00				
<b>sal</b>	-0,07	0,02	-0,01	0,12	-0,20	-0,07	-0,07	-0,24	1,00			
<b>mes</b>	-0,02	0,05	0,12	-0,34	0,18	0,05	-0,02	-0,03	-0,56	1,00		
<b>meso</b>	0,05	0,17	0,06	-0,13	0,14	0,29	0,09	0,11	-0,46	<b>0,77</b>	1,00	
<b>chla</b>	-0,03	0,00	-0,54	-0,17	0,01	-0,05	-0,03	0,11	-0,48	0,46	0,31	1,00
<b>pheo</b>	0,03	0,08	-0,40	-0,16	0,12	0,09	0,05	0,31	-0,60	0,68	0,65	<b>0,78</b>
<b>nh4</b>	-0,03	-0,08	-0,41	-0,14	0,10	-0,27	-0,09	0,05	-0,17	-0,05	-0,48	0,35
<b>nit</b>	-0,02	-0,04	0,03	0,71	0,02	-0,09	0,00	0,53	-0,13	-0,24	-0,11	-0,23
<b>po4</b>	0,01	-0,03	0,10	-0,46	0,06	-0,05	-0,03	-0,26	0,01	0,24	-0,05	0,26
<b>lpost86</b>	-0,01	-0,14	0,01	0,15	-0,04	-0,26	-0,04	0,07	0,17	-0,18	-0,52	-0,12
<b>sspost08</b>	-0,14	-0,32	0,03	-0,21	-0,04	-0,26	-0,17	0,00	0,13	-0,17	-0,36	-0,07
<b>tech</b>	0,29	0,02	0,00	0,14	-0,09	0,25	0,50	0,04	0,17	-0,21	-0,05	-0,15
<b>statut</b>	0,03	0,01	0,03	0,06	0,01	0,03	0,03	0,01	-0,05	0,00	0,04	-0,03
<b>csanit</b>	0,15	0,09	0,00	0,00	0,46	0,17	0,13	-0,05	0,26	-0,08	-0,05	-0,15
<b>elevdum</b>	0,50	-0,02	-0,01	0,02	0,17	0,47	0,50	-0,06	0,31	-0,17	-0,08	-0,15
<b>esphc</b>	0,28	0,02	0,00	0,04	0,15	0,19	0,27	0,01	0,03	0,01	-0,02	0,02
<b>proxhc</b>	-0,20	-0,01	0,01	0,03	-0,20	-0,24	-0,23	0,06	-0,15	0,07	0,00	0,11
<b>infm</b>	-0,04	-0,03	-0,29	-0,09	0,08	-0,15	-0,06	0,07	-0,55	0,48	0,14	<b>0,73</b>

	pheo	nh4	nit	po4	lpost86	sspost08	tech	statut	csanit	elevdum	esphc	proxhc	infm
<b>pheo</b>	1,00												
<b>nh4</b>	0,11	1,00											
<b>nit</b>	-0,13	-0,07	1,00										
<b>po4</b>	0,06	0,39	<b>-0,73</b>	1,00									
<b>lpost86</b>	-0,20	0,48	0,08	0,22	1,00								
<b>sspost08</b>	-0,21	0,22	0,27	-0,09	0,08	1,00							
<b>tech</b>	-0,11	-0,20	0,07	-0,14	-0,01	-0,08	1,00						
<b>statut</b>	0,01	-0,04	0,04	-0,04	-0,02	-0,10	0,00	1,00					
<b>csanit</b>	-0,13	-0,06	-0,09	0,04	-0,02	-0,08	0,12	-0,03	1,00				
<b>elevdum</b>	-0,17	-0,09	-0,10	0,07	-0,00	-0,02	0,31	0,00	0,39	1,00			
<b>esphc</b>	0,02	0,05	0,01	0,04	0,10	0,01	0,12	0,08	0,14	0,40	1,00		
<b>proxhc</b>	0,10	0,07	0,04	0,02	0,08	0,00	-0,25	0,00	-0,25	-0,37	-0,15	1,00	
<b>infm</b>	0,52	0,51	-0,04	0,23	0,09	0,00	-0,23	-0,04	-0,17	-0,19	0,10	0,09	1,00

Les cases grisées correspondent aux coefficients de corrélation des variables retenues dans le modèle final.

## **Table des encadrés, illustrations, figures et tableaux**

---

### **Encadrés**

Encadré 1-1 – Bases théoriques de l'algorithme de la méthode d'agrégation autour des centres mobiles .....	87
Encadré 1-2 – Justification de l'utilisation du critère de la valeur-test des modalités actives pour la caractérisation des classes de la partition.....	89

### **Illustrations**

Illustration 3-1 – Tuiles chaulées pour le captage de naissain d'huître .....	180
Illustration 3-2 – Collecteurs mis en place pour le captage .....	181
Illustration 3-3 – Fixation des larves sur un support.....	182
Illustration 3-4 – Détrouage mécanisé des collecteurs.....	182

### **Figures**

Figure I-1 – Le bassin d'Arcachon vu du ciel.....	11
Figure I-2 – Carte des aménagements dédiés aux activités maritimes.....	12
Figure I-3 – Espaces naturels protégés du Bassin d'Arcachon .....	13
Figure I-4 – Fréquentation de la Maison de l'Huître.....	14
Figure I-5 – Evolution de l'occupation des sols.....	15
Figure I-6 – Evolution du cours de l'huître entre 1873 et 1920 .....	18
Figure I-7 – Evolution de la surface et du nombre de parcs de 1855 à nos jours .....	21
Figure I-8 – Chronologie des interdictions de commercialisation des huîtres creuses .....	23
Figure I-9 – Evaluation des effets de la variation d'une composante du patrimoine naturel intervenant comme facteur de production .....	25
Figure I-10 – Surplus du producteur et profit .....	26
Figure I-11 – Décomposition de la variation du surplus total.....	27
Figure I-12 – Mesure de l'impact de la variation du facteur environnemental dans le cas d'une fonction d'offre à élasticité constante.....	31
Figure I-13 – L'évaluation d'une modification du facteur environnemental.....	33
Figure I-14 – Illustration de la méthode dose-réponse.....	34
Figure I-15 – L'approche par le changement de productivité pour l'évaluation de l'impact de l'érosion sur les cultures .....	35

Figure I-16 – Marché des concessions conchyliques .....	41
Figure 1-1 – Tableau de données sous forme de codage condensé.....	58
Figure 1-2 – Diagramme des valeurs propres de l'ACM Gestion .....	66
Figure 1-3 – Plan factoriel 1-2 des modalités actives du thème Gestion .....	73
Figure 1-4 – Répartition des entreprises conchyliques françaises en fonction de leur statut..	76
Figure 1-5 – Arbre hiérarchique ou dendrogramme.....	80
Figure 1-6 – Diagramme (a) des indices de niveau en fonction du nombre de classes .....	86
Figure 1-7 – Diagramme (b) des indices de niveau en fonction du nombre de classes .....	86
Figure 1-8 – Etapes de l'algorithme de la classification autour des centres mobiles .....	87
Figure 1-9 – Dendrogramme de la CAH du thème Gestion.....	92
Figure 1-10 – Diagramme des indices de niveau issu de la CAH du thème Gestion.....	93
Figure 1-11 – CAH du thème Gestion .....	112
Figure 2-1 – Démarche permettant de dresser la typologie des entreprises ostréicoles arcachonnaises .....	116
Figure 2-2 – Histogramme des productions apparentes (en tonnes) .....	120
Figure 2-3 – Plan 1-2 des modalités actives et illustratives de l'ACM globale.....	122
Figure 2-4 – Dendrogramme de la Classification Ascendante Hiérarchique Globale .....	123
Figure 2-5 – Diagramme des indices de niveau issus de la Classification Ascendante Hiérarchique Globale.....	123
Figure 2-6 – Plan factoriel 1-2 de la Classification Ascendante Hiérarchique Globale .....	130
Figure 2-7 – Représentation schématique des variables latente $y_i^*$ et observée $y_i$ .....	137
Figure 2-8 – Probabilités pour un modèle ordonné.....	138
Figure 2-9 – Probabilité que la production apparente soit inférieure à 10 tonnes selon les modalités des variables indépendantes .....	153
Figure 2-10 – Probabilité que la production apparente soit comprise entre 10 et 30 tonnes selon les modalités des variables indépendantes .....	153
Figure 2-11 – Probabilité que la production apparente soit supérieure à 30 tonnes selon les modalités des variables indépendantes .....	154
Figure 2-12 – Synthèse des résultats .....	157
Figure II.1 – Intensités moyennes du captage entre 1985 et 2010 .....	163

Figure 3-1 – Anatomie de l’huître creuse.....	166
Figure 3-2 – Nomenclature des stades de développement larvaire .....	168
Figure 3-3 – Schéma conceptuel des différents facteurs susceptibles d’agir sur l’intensité du captage.....	170
Figure 3-4 – Schéma conceptuel des différents facteurs dont les études ont montré qu’ils étaient susceptibles d’agir sur l’intensité du captage.....	171
Figure 3-5 – Modèle d’interaction hiérarchisé .....	177
Figure 3-6 – Représentation schématique du cycle de production des huîtres creuses dans le Bassin d’Arcachon.....	184
Figure 3-7 – Part des entreprises conchylicoles de chaque bassin pratiquant le captage naturel de naissain d’huître creuse.....	186
Figure 3-8 – Poids de chaque bassin dans la production totale de naissain d’huître creuse en 2000 en France .....	187
Figure 3-9 – Part des entreprises arcachonnaises pratiquant au moins une des différentes activités de vente .....	187
Figure 3-10 – Répartition des entreprises arcachonnaises selon le nombre d’activités pratiquées.....	188
Figure 3-11 – Les différents circuits de commercialisation des huîtres creuses sous marquage sanitaire.....	189
Figure 3-12 – Exemple d’étiquette sanitaire .....	190
Figure 3-13 – Ventilation des volumes de vente d’huîtres creuses sous marquage sanitaire en 2001 dans le Bassin d’Arcachon .....	190
Figure 3-14 – Part des volumes d’huîtres produits en France vendue au détail selon les régions ostréicoles .....	192
Figure 3-15 – Part des volumes d’huîtres produits en France vendue au détail, demi-gros et en gros selon les régions ostréicoles .....	192
Figure 3-16 – Part des entreprises arcachonnaises utilisant chacun des circuits de commercialisation pour la vente de leurs huîtres creuses adultes .....	193
Figure 3-17 – Répartition des entreprises selon le nombre de circuits utilisés pour la commercialisation des huîtres creuses.....	194
Figure 3-18 – Part des entreprises ne vendant qu’au travers d’un seul circuit de commercialisation par circuit concerné.....	194
Figure 3-19 – Prix moyen de vente des huîtres marchandes et du naissain entre 2004 et 2006 (€/kg) .....	195

Figure 4-1 – Cycle dynamique de production de l’huître creuse dans le Bassin d’Arcachon	201
Figure 4-2 – Schéma simplifié de la structure du modèle utilisé pour la détermination du scénario de référence .....	201
Figure 4-3 – Structure du modèle utilisé pour la détermination du scénario de référence ....	202
Figure 4-4 – Schéma temporel du cycle de production de l’huître à partir du captage en 2000 .....	203
Figure 4-5 – Taux de mortalités cumulés des juvéniles dans le Bassin d’Arcachon .....	204
Figure 4-6 – Taux de mortalités cumulés des adultes dans le Bassin d’Arcachon .....	205
Figure 4-7 – Prix de vente retenus des huîtres par stade de développement et par circuit de commercialisation.....	208
Figure 4-8 – Comparaison des chiffres d’affaires et des productions apparentes des différentes catégories d’entreprises .....	215
Figure 4-9 – Echelle de sensibilité à une baisse de la température .....	218
Figure 4-10 – Echelle de sensibilité à une hausse de la température .....	218
Figure 4-11 – Synthèse des résultats du modèle sensib .....	229
Figure 4-12 – Synthèse des résultats du modèle sensih .....	231
Figure 5-1 – Cadastre ostréicole 2010.....	249
Figure 5-2 – Zones concernées et non concernées par des dispositions particulières.....	251
Figure 5-3 – Indemnité moyenne par zone conchylicole en 2004 (en €).....	253
Figure 5-4 – Evolution de l’indemnité moyenne à l’are entre 2004 et 2010 .....	254
Figure 5-5 – Diagramme de Moran.....	259
Figure 5-6 – Transactions de substitution sur le Bassin d’Arcachon entre 1979 et 2010 .....	261
Figure 5-7 – Histogramme des indemnités de substitution (en €).....	262
Figure 5-8 – Histogramme des indemnités de substitution à l’are (en €) .....	262
Figure 5-9 – Cartogramme des indemnités de substitution.....	263
Figure 5-10 – Cartogramme des indemnités de substitution à l’are.....	263
Figure 5-11 – Histogramme des surfaces des parcelles (en ares) .....	264
Figure 5-12 – Test sur la valeur I de Moran par permutation .....	266
Figure 5-13 – Diagramme de Moran des indemnités de substitution réalisé avec une matrice de poids des neuf plus proches voisins.....	267
Figure 5-14 – Carte des parcelles appartenant au quadrant LH .....	268
Figure 5-15 – Carte des parcelles appartenant au quadrant HL .....	269

Figure 5-16 – Carte des parcelles appartenant au quadrant LL.....	270
Figure 5-17 – Carte des parcelles appartenant au quadrant HH.....	271
Figure 5-18 – Carte des parcelles selon l’indemnité de substitution.....	272
Figure 5-19 – Carte de significativité des LISA .....	273
Figure 5-20 – Carte des clusters .....	273
Figure 6-1 – Technique utilisée.....	298
Figure 6-2 – Classement des zones du Bassin d’Arcachon.....	301
Figure 6-3 – Parcelles destinées à l’élevage des huîtres creuses.....	302
Figure 6-4 – Ports ostréicoles du Bassin d’Arcachon .....	305
Figure 6-5 – Salinité sur le Bassin d’Arcachon.....	306
Figure 6-6 – Sources des apports en eau douce du Bassin d’Arcachon.....	307
Figure 6-7 – Diagramme simplifié des relations bivalves / matières en suspension dans un modèle d’écosystème conchylicole .....	308
Figure 6-8 – Quantité de matières en suspension (en mg/l).....	309
Figure 6-9 – Quantité de matières en suspension organique (en mg/l).....	309
Figure 6-10 – Représentation graphique du modèle de mortalité des huîtres de 1 an obtenu par analyse en régressions multiples (Ropert, et al., 2007) .....	310
Figure 6-11 – Concentrations en chlorophylle a dans le Bassin d’Arcachon .....	311
Figure 6-12 – Influence des apports des bassins versants .....	313
Figure 6-13 – Parcelles à proximité ou non immédiate d’un chenal.....	314
Figure 6-14 – Sites de l’étude des relations entre la croissance de l’huître <i>Crassostrea Gigas</i> et le milieu dans le Bassin d’Arcachon .....	328
Figure 6-15 – Eléments influençant la ration absorbée.....	329
Figure 6-16 – Eléments influençant les besoins énergétiques.....	329
Figure C-1 – Composition de l’Excédent Brut d’Exploitation en 2006.....	342

## Tableaux

Tableau I-1 – Composantes de la valeur des concessions et facteurs déterminants la productivité des concessions .....	40
Tableau 1-1 – Thèmes issus du recensement .....	53



Tableau 1-2 – Variables et modalités actives du thème Gestion.....	61
Tableau 1-3 – Tri à plat des variables actives du thème Gestion.....	62
Tableau 1-4 – Comparaison des coordonnées des modalités de la variable statut avant et après apurement au seuil de 0,5%.....	64
Tableau 1-5 – Comparaison des coordonnées des modalités de la variable ri avant et après apurement au seuil de 0,5%.....	64
Tableau 1-6 – Tableau des valeurs propres de l'ACM du thème Gestion.....	65
Tableau 1-7 – Coordonnées, contributions et cosinus carrés des modalités actives du thème Gestion sur les axes 1 et 2.....	67
Tableau 1-8 – Tableau des valeurs tests des variables actives de l'ACM du thème Gestion...	71
Tableau 1-9 – Description de l'axe 1 par les modalités actives des variables de l'ACM du thème Gestion.....	74
Tableau 1-10 – Description de l'axe 2 par les modalités actives des variables de l'ACM du thème Gestion.....	74
Tableau 1-11 – Descriptions des axes issues de l'étude des différentes ACM.....	77
Tableau 1-12 – Présentation de quelques unes des méthodes d'agrégation les plus utilisées ..	84
Tableau 1-13 – Calcul d'une valeur test sur variable hypergéométrique .....	89
Tableau 1-14 – Description sommaire des classes de la coupure de l'arbre en 5 classes avant consolidation.....	94
Tableau 1-15 – Coordonnées et valeurs-test des centres de classes avant consolidation .....	95
Tableau 1-16 – Description sommaire des classes de la coupure de l'arbre en 4 classes avant consolidation.....	96
Tableau 1-17 – Coordonnées et valeurs-test des centres de classes avant consolidation .....	96
Tableau 1-18 – Processus de consolidation de la partition autour des centres de classes.....	97
Tableau 1-19 – Décomposition de l'inertie calculée sur les 17 axes avant et après consolidation.....	97
Tableau 1-20 – Coordonnées et valeurs-test des centres de classes après consolidation.....	98
Tableau 1-21 – Matrice des distances entre les classes de la partition .....	99
Tableau 1-22 – Extrait du tableau concernant la caractérisation de la classe 4 par les modalités .....	100
Tableau 1-23 – Caractérisation de la classe 1 par les modalités .....	102
Tableau 1-24 – Modalités des variables du thème Gestion concernant l'entreprise la plus caractéristique de la classe 1.....	103
Tableau 1-25 – Histogramme des valeurs-test des modalités caractéristiques de la classe 2	104
Tableau 1-26 – Caractérisation de la classe 2 par les modalités .....	105

Tableau 1-27 – Modalités des variables du thème Gestion concernant l'entreprise la plus caractéristique de la classe 2.....	106
Tableau 1-28 – Modalités des variables du thème Gestion concernant l'entreprise la moins caractéristique de la classe 2.....	106
Tableau 1-29 – Caractérisation de la classe 3 par les modalités .....	107
Tableau 1-30 – Modalités des variables du thème Gestion concernant l'entreprise la plus caractéristique de la classe 3.....	108
Tableau 1-31 – Histogramme des valeurs-test des modalités caractéristiques de la classe 4	108
Tableau 1-32 – Caractérisation de la classe 4 par les modalités .....	109
Tableau 1-33 – Modalités des variables du thème Gestion concernant l'entreprise la plus caractéristique de la classe 4.....	110
Tableau 1-34 – Modalités des variables du thème Gestion concernant l'entreprise la moins caractéristique de la classe 4.....	110
Tableau 2-1 – Tri à plat des variables de l'ACM globale.....	117
Tableau 2-2 – Description sommaire des classes de la coupure de l'arbre en 3 classes avant consolidation.....	124
Tableau 2-3 – Coordonnées et valeurs-test des centres de classes avant consolidation.....	124
Tableau 2-4 – Processus de consolidation de la partition autour des centres de classes.....	124
Tableau 2-5 – Décomposition de l'inertie calculée sur les 21 axes avant et après consolidation .....	125
Tableau 2-6 – Coordonnées et valeurs-test des centres de classes après consolidation.....	125
Tableau 2-7 – Histogramme des valeurs-test des modalités caractéristiques de la classe 1 ..	126
Tableau 2-8 – Histogramme des valeurs-test des modalités caractéristiques de la classe 2 ..	127
Tableau 2-9 – Histogramme des valeurs-test des modalités caractéristiques de la classe 3 ..	128
Tableau 2-10 – Typologie des entreprises ostréicoles arcachonnaises .....	132
Tableau 2-11 – Comparaison des résultats des typologies réalisées sur les entreprises ostréicoles arcachonnaises.....	134
Tableau 2-12 – Données réelles pour chaque type d'entreprise .....	135
Tableau 2-13 – Variables utilisées pour le modèle économétrique .....	143
Tableau 2-14 – Coefficients de corrélations et VIF des variables indépendantes .....	145
Tableau 2-15 – Valeur des critères d'information permettant de choisir entre modèle Probit et modèle Logit.....	145
Tableau 2-16 – Résultats de la régression logistique ordonnée .....	147

Tableau 2-17 – Valeur des critères d’information permettant de choisir entre modèle Probit et modèle Logit sans la variable FORMACE.....	147
Tableau 2-18 – Résultats de la régression logistique ordonnée sans la variable FORMACE	148
Tableau 2-19 – Comparaison des effectifs observés et des effectifs prédits par le modèle ...	149
Tableau 2-20 – Classement des variables par valeur décroissante des odds ratios.....	150
Tableau 2-21 – Elasticités .....	151
Tableau 2-22 – Probabilités selon les différentes modalités des variables explicatives .....	152
Tableau 3-1 – Extrait du résumé de la mortalité cumulée et/ou de l’ampleur des épisodes de mortalité estivale rapportés dans la littérature scientifique .....	175
Tableau 3-2 – Classification des huîtres .....	185
Tableau 3-3 – Différenciation des entreprises ayant pratiqué au moins une activité selon les différentes activités pratiquées en 2001 .....	188
Tableau 3-4 – Evolution de la répartition des ventes .....	191
Tableau 3-5 – Prix de vente et coûts de production moyens entre 2006 et 2009 d’après Nautil Mer et Gestion .....	196
Tableau 4-1 – Différenciation des entreprises selon les différentes activités pratiquées.....	203
Tableau 4-2 – Taux de mortalités par stade de développement déclarés en 2002 (en %) .....	205
Tableau 4-3 – Quantités d’animaux achetées en 2001 par stade de développement .....	206
Tableau 4-4 – Quantités d’animaux vendues en 2001 par stade de développement.....	207
Tableau 4-5 – Taux d’utilisation des différents circuits de commercialisation des huîtres creuses sous marquage sanitaire (%).....	207
Tableau 4-6 – Nombre moyen de collecteurs en équivalent-tuile utilisé en 2000 pour le captage naturel de naissain d’huître creuse .....	209
Tableau 4-7 – Température moyenne de l’eau (en °C) pour chaque catégorie d’entreprises	210
Tableau 4-8 – Seuils d’animaux commercialisables selon les différentes catégories d’entreprises (en milliers).....	211
Tableau 4-9 – Paramètres du modèle selon les différentes catégories d’entreprises .....	212
Tableau 4-10 – Résultats des entreprises selon les conditions de captage de l’année 2000 ..	214
Tableau 4-11 – Productions apparentes en valeur selon différents niveaux de température (en €).....	216
Tableau 4-12 – Taux de variation des productions apparentes en valeur selon différents niveaux de température (en %).....	217

Tableau 4-13 – Modalités des variables SENSIB et SENSIH .....	219
Tableau 4-14 – Variables explicatives et modalités correspondantes.....	220
Tableau 4-15 – Coefficients de corrélations et VIF des variables indépendantes.....	221
Tableau 4-16 – Comparaison des critères d’information .....	222
Tableau 4-17 – Résultats de la régression logistique ordonnée – Modèle sensib .....	222
Tableau 4-18 – Résultats de la régression logistique ordonnée – Modèle sensih .....	223
Tableau 4-19 – Classement des variables explicatives par valeur décroissante des odds ratios .....	225
Tableau 4-20 – Tableau des élasticités pour le modèle sensib.....	227
Tableau 4-21 – Tableau des élasticités pour le modèle sensih.....	227
Tableau 4-22 – Probabilités selon les différentes modalités des variables explicatives (modèles sensib et sensih) .....	228
Tableau 5-1 – Statistiques I de Moran pour différentes matrices de poids .....	265
Tableau 5-2 – Résultats du test d’autocorrélation spatiale globale du I de Moran .....	266
Tableau 6-1 – Description des variables intrinsèques .....	295
Tableau 6-2 – Grille de salubrité des zones de production conchylicole.....	300
Tableau 6-3 – Description des variables extrinsèques .....	304
Tableau 6-4 – Tests d’endogénéité des variables indépendantes.....	317
Tableau 6-5 – Résultats de l’estimation du modèle aspatial par les MCO.....	318
Tableau 6-6 – Tests de spécification et de dépendance spatiale .....	319
Tableau 6-7 – Valeurs des critères d’information d’Akaike et de Schwarz.....	320
Tableau 6-8 – Résultats de l’estimation du modèle de prix hédoniques .....	321
Tableau 6-9 – Prix marginaux implicites des caractéristiques des parcelles .....	326
Tableau 6-10 – Extrait de la grille de lecture de la qualité générale des eaux de mer (Agences de l’Eau, 2001) .....	331
Tableau 6-11 – Prix marginaux implicites des paramètres du milieu .....	332



# Table des matières

<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>3</b>
<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>9</b>
<b>1. L’OSTREICULTURE ET LE BASSIN D’ARCACHON.....</b>	<b>11</b>
1.1. LE BASSIN D’ARCACHON .....	13
1.2. L’OSTREICULTURE ARCACHONNAISE : 160 ANS D’HISTOIRE .....	18
1.2.1. LA NAISSANCE DE L’OSTREICULTURE SUR LE BASSIN D’ARCACHON.....	16
1.2.2. LES CRISES PASSES DE L’OSTREICULTURE DANS LE BASSIN D’ARCACHON .....	18
1.2.3. L’OSTREICULTURE ARCACHONNAISE AUJOURD’HUI .....	22
<b>2. ELEMENTS DE CADRAGE THEORIQUE.....</b>	<b>26</b>
2.1. LES METHODES D’EVALUATION DE L’ENVIRONNEMENT EN TANT QUE FACTEUR DE PRODUCTION .....	27
2.1.1. EFFETS DE LA VARIATION DU FACTEUR ENVIRONNEMENTAL .....	26
2.1.308. ELEMENTS RELATIFS AU SURPLUS DU PRODUCTEUR. ....	26
2.1.3.40 ESTIMATION DE LA DEMANDE DE FACTEUR ENVIRONNEMENTAL.....	28
2.1.1.400 L’approche par la demande de facteurs .....	28
2.1.3.2.40 L’approche à partir de la fonction de production .....	29
2.1.1.2.2.1. Cas de la neutralité du facteur environnemental .....	29
2.1.1.2.2.2. Cas d’une fonction d’offre à élasticité constante.....	31
2.1.1.2.2.3. Cas d’une substituabilité du facteur environnemental.....	32
2.1.2. DEUX CAS PARTICULIERS DES APPROCHES EN TERMES DE FONCTIONS DE PRODUCTION	33
2.1.2.1. La relation dose-réponse.....	34
2.1.2.2. Changement de productivité.....	35
2.2. EVALUATION DES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES SUR LES FACTEURS DE PRODUCTION .....	36
2.2.1. LE PRINCIPE DE LA METHODE DES PRIX HEDONIQUES .....	36
2.2.2. LA METHODE DES PRIX HEDONIQUES APPLIQUEE AU FONCIER CONCHYLICOLE.....	38
2.2.2.1. Le prix du foncier : la productivité des concessions .....	39
2.2.2.2. Le marché des concessions.....	40
2.2.2.3. Le prix hédonique de la concession.....	42

**PARTIE 1 LES ENTREPRISES OSTRÉICOLES ARCACHONNAISES..... 47**

**INTRODUCTION DE LA PARTIE 1..... 49**

**CHAPITRE 1 : ANALYSE DES INFORMATIONS ISSUES DU RECENSEMENT NATIONAL DE LA CONCHYLICULTURE ET DESCRIPTION DES ENTREPRISES ARCACHONNAISES ..... 51**

**1. L'ANALYSE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES APPLIQUEE AUX DONNEES DU RECENSEMENT..... 51**

<b>1.1. DONNÉES UTILISÉES .....</b>	<b>52</b>
1.1.1. LE REGROUPEMENT DES VARIABLES EN THEMES. ....	52
1.1.2. TYPE DE VARIABLES ET CHOIX DE LA TECHNIQUE D'ANALYSE. ....	54
1.1.3. LE CODAGE DES VARIABLES QUANTITATIVES CONTINUES EN CLASSES. ....	55
<b>1.2. APPLICATION DE L'ANALYSE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES .....</b>	<b>57</b>
1.2.1. PRINCIPES ET OBJECTIFS DE L'ANALYSE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES. ....	58
1.2.2. DEMARCHE DE L'ANALYSE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES.....	60
1.2.2.1. Apurement des modalités actives .....	62
1.2.2.2. Valeurs propres.....	65
1.2.2.3. Coordonnées, contributions et cosinus carrés des modalités actives .....	66
1.2.2.4. Valeurs-tests des modalités actives .....	70
1.2.3. ETUDE DES PLANS FACTORIELS ET RESULTATS DES ACM .....	72

**2. LA CLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE APPLIQUEE AUX DONNEES DU RECENSEMENT..... 78**

<b>2.1. PRINCIPES ET OBJECTIFS DE LA CLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE. ....</b>	<b>78</b>
2.1.1. ALGORITHME DE CLASSIFICATION.....	80
2.1.2. LA QUESTION DU CHOIX DU NOMBRE DE CLASSES. ....	85
2.1.3. LA CARACTERISATION DES CLASSES DE LA PARTITION.....	88
<b>2.2. APPLICATION DE LA CLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE AUX DONNEES DU RECENSEMENT. ....</b>	<b>90</b>
2.2.1. L'AGREGATION DES INDIVIDUS SELON LE CRITERE DE WARD : APPLICATION AU THEME <i>GESTION</i> . ....	92
2.2.1.1. Le choix du nombre de classes.....	92
2.2.1.2. Informations générales relatives aux classes issues de la coupure de l'arbre. ....	95
2.2.1.3. Matrice distance entre les classes de la partition.....	99
2.2.2. RESULTATS DE LA CLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE APPLIQUEE AU THEME <i>GESTION</i> . ....	99
2.2.2.1. Description des classes de la partition par les modalités actives.....	99
2.2.2.1.1. Description de la classe 1 issue de l'étude du thème <i>Gestion</i> . ....	102
2.2.2.1.2. Description de la classe 2 issue de l'étude du thème <i>Gestion</i> . ....	103
2.2.2.1.3. Description de la classe 3 issue de l'étude du thème <i>Gestion</i> . ....	107
2.2.2.1.4. Description de la classe 4 issue de l'étude du thème <i>Gestion</i> . ....	108
2.2.2.2. Plan factoriel 1-2 issu de l'Analyse des Correspondances Multiples et de la Classification Ascendante Hiérarchique appliquées au thème <i>Gestion</i> . ....	111

**CHAPITRE 2 : TYPOLOGIE DES ENTREPRISES OSTREICOLES  
ARCACHONNAISES ET DETERMINATION DU DEGRE DE SPECIFICATION DE  
LEURS CARACTERISTIQUES..... 115**

**1. TYPOLOGIE DES ENTREPRISES OSTREICOLES ARCACHONNAISES..... 115**

<b>1.1. ANALYSE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES. ....</b>	<b>117</b>
1.1.1. VARIABLES UTILISEES POUR L'ACM GLOBALE. ....	117
1.1.2. RESULTATS DE L'ANALYSE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES GLOBALE .....	120
<b>1.2. CLASSIFICATION ASCENDANTE HIÉRARCHIQUE.....</b>	<b>123</b>
1.2.1. CARACTÉRISATION DE LA PARTITION. ....	123
1.2.2. DESCRIPTION DES CLASSES DE LA PARTITION. ....	126
1.2.2.1. Description de la classe 1 / 3. ....	126
1.2.2.2. Description de la classe 2 / 3. ....	126
1.2.2.3. Description de la classe 3 / 3. ....	127
1.2.3. PLAN FACTORIEL 1-2 DE LA CLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE GLOBALE ET TYPOLOGIE. ....	129

**2. DETERMINATION DU DEGRE DE SPECIFICATION DES  
CARACTERISTIQUES DES ENTREPRISES..... 136**

<b>2.1. STRUCTURE DU MODELE ET ESTIMATION.....</b>	<b>137</b>
2.1.1. STRUCTURE DU MODÈLE.....	137
2.1.2. ESTIMATION DU MODÈLE.....	139
2.1.3. INTERPRETATION DES RESULTATS D'UN LOGIT ORDONNE.....	140
<b>2.2. APPLICATION.....</b>	<b>142</b>
2.2.1. ANALYSE GLOBALE DES RESULTATS. ....	145
2.2.2. ETUDE DETAILLEE DES RESULTATS. ....	149

**CONCLUSION DE LA PARTIE 1..... 159**

**PARTIE 2 : EVALUATION ÉCONOMIQUE DE LA DÉPENDANCE DE  
L'OSTRÉICULTURE ARCACHONNAISE LIÉE AUX CONTRAINTES  
ENVIRONNEMENTALES PESANT SUR LA PRODUCTION ..... 161**

**INTRODUCTION DE LA PARTIE 2..... 163**

**CHAPITRE 3 : LA PRODUCTION D'HUITRES CREUSES DANS LE BASSIN  
D'ARCACHON ET SES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES ..... 165**

**1. LE CYCLE DE VIE DE L'HUITRE CREUSE DANS LE BASSIN D'ARCACHON  
ET SES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES ..... 165**

<b>1.1. REPRODUCTION.....</b>	<b>165</b>
1.1.1. GENERALITES .....	166
1.1.2. LES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES PESANT SUR LE POTENTIEL DE CAPTAGE NATUREL DES HUITRES CREUSES.....	169



<b>1.2. MORTALITES .....</b>	<b>172</b>
1.2.1. LES MORTALITES NATURELLES.....	173
1.2.1.1. Les compétiteurs.....	173
1.2.1.2. Les prédateurs.....	174
1.2.2. LES SURMORTALITES.....	174

**2. LE CYCLE DE PRODUCTION DE L’HUITRE CREUSE DANS LE BASSIN D’ARCACHON..... 179**

<b>2.1. ASPECTS TECHNIQUES DE LA PRODUCTION DES HUITRES CREUSES DANS LE BASSIN D’ARCACHON.....</b>	<b>179</b>
2.1.1. LE CAPTAGE DE NAISSAIN D’HUITRE CREUSE.....	180
2.1.2. L’ÉLEVAGE .....	183
<b>2.2. ASPECTS ECONOMIQUES DE LA PRODUCTION D’HUITRES CREUSES DANS LE BASSIN D’ARCACHON.....</b>	<b>185</b>
2.2.1. LES DIFFERENTES CATEGORIES D’ENTREPRISES.....	185
2.2.2. LES DIFFERENTS CIRCUITS DE COMMERCIALISATION ET LES PRIX PRATIQUES.....	189
2.2.3. LES PRIX DE VENTE ET LES COUTS DE PRODUCTION .....	195

**CHAPITRE 4 : EVALUATION DE LA SENSIBILITE DES ENTREPRISES OSTREICOLES ARCACHONNAISES A UNE MODIFICATION DES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES DE PRODUCTION ..... 199**

**1. CONSTRUCTION D’UN SCENARIO DE REFERENCE D’UN CYCLE DE PRODUCTION : DU CAPTAGE A LA COMMERCIALISATION ..... 200**

<b>1.1. CONSTRUCTION DU MODELE (SCENARIO DE REFERENCE) .....</b>	<b>200</b>
1.1.1. DEMARCHE DE CONSTRUCTION DU MODELE.....	200
1.1.2. HYPOTHESES DU MODELE.....	204
1.1.2.1. Hypothèses sur les taux de mortalité.....	204
1.1.2.2. Hypothèses sur les achats et les ventes d’animaux .....	205
1.1.2.3. Hypothèses liées à la commercialisation et aux prix.....	207
<b>1.2. DETERMINATION DES PARAMETRES DU MODELE .....</b>	<b>208</b>
1.2.1. TEMPERATURE DE L’EAU EN 2000.....	209
1.2.2. SEUILS D’ACHATS D’ANIMAUX.....	210

**2. MISE EN EVIDENCE DE LA SENSIBILITE DES ENTREPRISES A UNE VARIATION DE LA TEMPERATURE ET DETERMINATION DES FACTEURS EXPLIQUANT CETTE SENSIBILITE ..... 213**

<b>2.1. SIMULATION DE LA SITUATION EN 2000 ET DES CONSEQUENCES D’UNE VARIATION DE LA TEMPERATURE .....</b>	<b>213</b>
2.1.1. RESULTATS SELON LES CATEGORIES D’ENTREPRISES A PARTIR DES CONDITIONS DE 2000..	213
2.1.2. MISE EN EVIDENCE DU DEGRE DE DEPENDANCE DES DIFFERENTES CATEGORIES D’ENTREPRISES A UNE VARIATION DE LA TEMPERATURE .....	216
<b>2.2. MODELISATION ECONOMETRIQUE DE LA SENSIBILITE DES CATEGORIES D’ENTREPRISES A UNE VARIATION DE LA TEMPERATURE.....</b>	<b>219</b>
2.2.1. STRUCTURE DU MODELE.....	219

2.2.2. ESTIMATION ET RESULTATS.....	221
<b><u>CONCLUSION DE LA PARTIE 2.....</u></b>	<b>235</b>
<b><u>PARTIE 3 EVALUATION ÉCONOMIQUE DE LA DÉPENDANCE DE L’OSTRÉICULTURE ARCACHONNAISE LIÉE À L’UTILISATION DU DOMAINE PUBLIC MARITIME COMME FACTEUR DE PRODUCTION.....</u></b>	
	<b>237</b>
<b><u>INTRODUCTION DE LA PARTIE 3.....</u></b>	<b>239</b>
<b><u>CHAPITRE 5 : L’UTILISATION DU DOMAINE PUBLIC MARITIME PAR LA CONCHYLICULTURE SUR LE BASSIN D’ARCACHON.....</u></b>	
	<b>241</b>
<b><u>1. REGLEMENTATION APPLICABLE AUX CONCESSIONS CONCHYLICOLES..</u></b>	<b>241</b>
<b>1.1. LE DOMAINE PUBLIC MARITIME.....</b>	<b>241</b>
1.1.1. DEFINITION DU DOMAINE PUBLIC MARITIME.....	242
1.1.2. L’UTILISATION DU DOMAINE PUBLIC MARITIME.....	243
<b>1.2. LE REGIME ADMINISTRATIF DE L’UTILISATION PRIVATIVE DU DOMAINE PUBLIC MARITIME PAR LA CONCHYLICULTURE.....</b>	<b>244</b>
1.2.1. LE DECRET DU 22 MARS 1983.....	244
1.2.2. LES MODIFICATIONS APORTEES PAR LE DECRET DU 14 SEPTEMBRE 1987.....	247
<b><u>2. LE FONCIER CONCHYLICOLE ARCACHONNAIS.....</u></b>	<b>248</b>
<b>2.1. DESCRIPTION.....</b>	<b>249</b>
2.1.1. PRESENTATION.....	249
2.1.2. SCHEMA DES STRUCTURES.....	250
<b>2.2. ANALYSE SPATIALE.....</b>	<b>255</b>
2.2.1. LES METHODES.....	255
2.2.1.1. La détection de l’autocorrélation spatiale globale.....	256
2.2.1.2. La détection de l’autocorrélation spatiale locale.....	258
2.2.2. APPLICATION.....	260
2.2.2.1. Description de la distribution des indemnités de substitution.....	261
2.2.2.2. Détermination de la matrice de poids.....	264
2.2.2.3. Détection de l’autocorrélation spatiale globale dans la distribution des indemnités de substitution.....	266
2.2.2.4. Détection de l’autocorrélation spatiale locale dans la distribution des indemnités de substitution.....	267
<b><u>CHAPITRE 6 : DETERMINATION DES COMPOSANTES DES INDEMNITES DE SUBSTITUTION PAR UN MODELE HEDONIQUE SPATIAL.....</u></b>	
	<b>275</b>
<b><u>1. LE MODELE DE PRIX HEDONIQUES.....</u></b>	<b>275</b>
<b>1.1. DEMARCHE DE SPECIFICATION.....</b>	<b>276</b>
1.1.1. CHOIX DE LA FORME FONCTIONNELLE.....	276

1.1.2. LA MULTICOLINEARITE .....	278
1.1.3. LE BIAIS D'ENDOGENEITE .....	279
<b>1.2. LA PRISE EN COMPTE DES EFFETS SPATIAUX.....</b>	<b>281</b>
1.2.1. LES EFFETS SPATIAUX .....	281
1.2.2. LES MODELES ECONOMETRIQUES TENANT COMPTE DES EFFETS SPATIAUX .....	283
1.2.2.1. Le modèle spatial autorégressif (SAR).....	284
1.2.2.2. Le modèle avec autocorrélation spatiale des erreurs (SEM).....	285
1.2.2.3. Le modèle de Durbin spatial (SDM) .....	286
1.2.2.4. Le modèle général (SAC).....	287
1.2.3. DEMARCHE DE DETERMINATION DU MODELE LE PLUS ADAPTE.....	287
1.2.3.1. Choix entre le modèle aspatial et spatial .....	287
1.2.3.2. Le choix du modèle spatial.....	291
<b><u>2. APPLICATION DE LA METHODE DES PRIX HEDONIQUES SPATIALE AUX CONCESSIONS OSTREICOLES ARCACHONNAISES.....</u></b>	<b><u>293</u></b>
<b>2.1. DONNEES.....</b>	<b>293</b>
2.1.1. VARIABLES INTRINSEQUES .....	294
2.1.2. VARIABLES EXTRINSEQUES .....	303
<b>2.2. MISE EN ŒUVRE.....</b>	<b>315</b>
2.2.1. SPECIFICATION ECONOMETRIQUE .....	315
2.2.1.1. Démarche de spécification : forme fonctionnelle, multicollinéarité et endogénéité	315
2.2.1.2. Détermination du modèle de prix hédoniques.....	318
2.2.2. RESULTATS DE L'ESTIMATION .....	320
2.2.2.1. Caractéristiques des parcelles.....	321
2.2.2.1.1. Commentaire des résultats de l'estimation relatifs à la caractérisation des parcelles	322
2.2.2.1.1.1. Disponibilité.....	322
2.2.2.1.1.2. Accessibilité.....	322
2.2.2.1.1.3. Contraintes liées à la réglementation .....	323
2.2.2.1.2. Consentements marginaux à payer pour une modification des caractéristiques des parcelles	325
2.2.2.2. Paramètres hydrologiques .....	327
2.2.2.2.1. Commentaires des résultats de l'estimation relatifs aux paramètres hydrologiques .....	327
2.2.2.2.2. Consentements marginaux à payer pour une modification des conditions du milieu	332
<b><u>CONCLUSION DE LA PARTIE 3.....</u></b>	<b><u>335</u></b>
<b><u>CONCLUSION GENERALE .....</u></b>	<b><u>337</u></b>
<b><u>CONCLUSION GENERALE .....</u></b>	<b><u>339</u></b>
<b><u>BIBLIOGRAPHIE .....</u></b>	<b><u>347</u></b>
<b><u>ANNEXES.....</u></b>	<b><u>367</u></b>
<b><u>ANNEXE INTRODUCTION GENERALE.....</u></b>	<b><u>369</u></b>

<b><u>ANNEXE CHAPITRE 1 :.....</u></b>	<b><u>371</u></b>
<b><u>ANNEXE CHAPITRE 2 :.....</u></b>	<b><u>375</u></b>
<b><u>ANNEXE CHAPITRE 4 :.....</u></b>	<b><u>385</u></b>
<b><u>ANNEXE CHAPITRE 6 :.....</u></b>	<b><u>389</u></b>
<b><u>TABLE DES ENCADRÉS, ILLUSTRATIONS, FIGURES ET TABLEAUX .....</u></b>	<b><u>391</u></b>
<b><u>TABLE DES MATIÈRES .....</u></b>	<b><u>401</u></b>

---

## **RESUME**

Les activités économiques présentent des formes et des degrés de dépendance variables à l'environnement. L'environnement peut intervenir comme un facteur de production, comme une contrainte à l'usage de certains intrants, comme une contrainte pour certains facteurs de production. La dépendance peut être reliée à la disponibilité ou à la qualité de certaines ressources environnementales, à leur dimension de bien collectif. Il s'agira d'explorer les implications des différentes formes de dépendances bio-physico-chimiques mais aussi juridiques. Dans le cas de l'ostréiculture arcachonnaise, on examinera les formes de dépendance et leur mesure économique, à travers les impacts économiques liés à la disponibilité variable des ressources biologiques marines mais aussi à la productivité naturelle du milieu. L'analyse des caractéristiques socio-économiques des entreprises ostréicoles arcachonnaises permettra de dresser une typologie de ces dernières et ainsi caractériser l'activité. Une approche par la fonction de production sera utilisée pour mettre en évidence les degrés divers de sensibilité à une variation des conditions environnementales de production tandis que l'évaluation par la méthode des prix hédoniques permettra de déterminer le prix implicite des composantes environnementales des indemnités de substitution en tenant compte par ailleurs de la localisation géographique des concessions ostréicoles.

---

**TITLE: Economic valuation of the dependence of an activity to natural environment. The example of the Arcachon Bay oyster-farm**

---

### **Abstract**

Economic activities have forms and degrees of dependency variables to the environment. The environment can act as a factor of production as a constraint to the use of certain inputs, such as a constraint for some inputs. Dependence may be related to the availability or quality of certain environmental resources. It will explore the implications of different forms of dependencies bio-physico-chemical as well as legal. In the case of the Arcachon Bay oyster-farming will examine the forms of dependence and economic measure, through the economic impacts associated with the variable availability of living marine resources but also to the natural productivity of the environment. The analysis of socio-economic characteristics of Arcachon Bay oyster-farms will develop a typology of the latter and thus characterize the activity. A production function approach will be used to highlight the varying degrees of sensitivity to changes in environmental conditions of production while the evaluation by the hedonic price method will determine the implicit price of environmental components of the oyster leases value taking into account also the geographical location of oyster leases.

---

**TITRE : Evaluation économique de la dépendance d'une activité au milieu naturel. L'exemple de l'ostréiculture arcachonnaise**

---

### **MOTS-CLES**

**Ostréiculture arcachonnaise, analyse exploratoire de données, approche par la fonction de production, méthode des prix hédonique, analyse spatiale, Domaine Public Maritime.**

---

### **KEYWORDS**

**Arcachon Bay oyster-farming, data mining, production function approach, hedonic price method, spatial analysis, Maritime Public Domain.**

---

### **LABORATOIRE DE RATTACHEMENT**

GREThA, UMR CNRS 5113, Université Montesquieu-Bordeaux IV, Avenue Léon Duguit, 33 608 Pessac cedex, France.