

The logo of the University of Brittany Occidental (UBO) consists of the letters 'UBO' in a stylized, white, sans-serif font. The 'U' and 'B' are connected, and the 'O' is a solid circle.

université de bretagne  
occidentale



**THÈSE / UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE**

*sous le sceau de l'Université européenne de Bretagne*

pour obtenir le titre de

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE**

*Mention : Sciences économiques*

**École Doctorale Sciences de la Mer**

présentée par

**Fabien Steinmetz**

Préparée à l'Institut Universitaire Européen  
de la Mer

# Les déterminants de la trajectoire économique d'une pêcherie complexe : cas de la pêche française dans le golfe de Gascogne

**Thèse soutenue le 4 mars 2010**

devant le jury composé de :

**Jean Boncoeur**

Professeur des Universités, Université de Bretagne Occidentale /  
Directeur de thèse

**Jean-Pierre Boude**

Professeur, Agrocampus Ouest (Rennes) / Examineur

**Patrice Guillotreau**

Maître de Conférences HDR, Université de Nantes / Rapporteur

**Olivier Guyader**

Cadre de Recherche HDR, Institut Français de Recherche pour  
l'Exploitation de la Mer (IFREMER) / Examineur

**Pascal Le Floc'h**

Maître de Conférences HDR, Université de Bretagne Occidentale /  
IUT Quimper / Examineur

**Christian Mullon**

Directeur de Recherche, Institut de Recherche pour le  
Développement (IRD) / Rapporteur



L'université de Bretagne Occidentale n'entend donner aucune approbation, ni improbation aux opinions émises dans la thèse. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

## Remerciements

---

Je souhaite tout d'abord remercier mon directeur de thèse Jean Boncoeur, ses relectures attentives, ses conseils et ses corrections m'ont permis tout au long de ce travail d'écriture de faire évoluer fortement ma réflexion et mon manuscrit. Il m'a accueilli au sein du CEDEM en me donnant à la fois les conditions de travail et en me permettant d'avoir une expérience enrichissante en tant qu'ATER à l'université de Bretagne Occidentale.

J'exprime ma profonde gratitude à Olivier Thébaud qui m'a accueilli au département d'économie maritime et proposé de débiter ce travail dans le cadre du projet Golfe de Gascogne puis TECTAC dont il assurait le suivi pour la partie française. Je le remercie avec Jean Boncoeur de m'avoir permis de suivre pendant deux semaines des cours d'analyse économique des gestions des pêcheries et des marchés du poisson à l'université de Bergen. Je le remercie également pour l'aide et la réflexion apportée dans les articles et les conférences où nous avons été.

Je remercie particulièrement l'ensemble de l'équipe d'économie maritime pour les conseils qu'ils m'ont donnés. Un grand merci à Olivier Guyader pour sa chaleur humaine et toutes ses qualités de travail qui ont permis d'initier ce travail de thèse. Je remercie Joëlle pour sa disposition et sa gentillesse, Michelle pour sa patience et les connaissances qu'elle m'a apportées dans la pratique des bases de données, Sylvie pour m'avoir amené à l'utilisation de R. Je remercie aussi José et Sophie pour leurs conseils et leur aide dans mes recherches de données de commercialisation et d'importation, Fabienne pour son aide et ses explications du fonctionnement du SIH. Je pense également à Cécile, Rémi, Fabienne et tous les autres du département d'économie maritime.

Je remercie également Pascal Le Floc'h avec lequel ce fut toujours un plaisir de travailler, au cours du projet TECTAC, comme lors de la rédaction de nos articles. Avec Julien Bihel, ils m'ont également permis de rassembler et de synthétiser une base de donnée propre et très complète de données biologiques ou de coûts. Mes remerciements vont également à Fabian Blanchard pour sa disponibilité, son interactivité et les connaissances biologiques et halieutiques qu'il m'a permis d'acquérir. Je souhaite remercier toutes les personnes à l'IFREMER qui m'ont permis de rassembler toutes les données, m'ont apporté leurs conseils et leur expérience, ce fut une joie de travailler avec eux.

Je remercie Patrice Guillotreau, maître de conférences de l'Université de Nantes et Christian Mullon, directeur de recherche d'avoir accepté de rapporter sur mon manuscrit, ainsi que tous les membres du jury.

Je remercie également tout le personnel du CEDEM, notamment Nathalie et Sèverine pour leur gentillesse. Je remercie également Catherine, Abdelhak, Bertrand et Nelly pour leur collaboration au cours de mon expérience en tant qu'ATER.

## Remerciements

---

Ce travail n'aurait pas été aussi épanouissant sans les doctorants, stagiaires avec lesquels j'ai eu la chance de travailler, à l'IFREMER comme au CEDEM, je ne les oublie pas. Je souhaite donc remercier mes amis de l'IFREMER, du CEDEM et de Brest : Bruno, Louinord, Istovant, Claire, la petite Cécile, Anne-Nathalie, Mélody, Géraldine, Diane, Guillaume, Julien, Muriel, Sébastien, Clément, Nicolas, Haza, Guy, Servane, Taoufik, Solène, Stéphanie, Stéphane, Laurent et Rachel, Marie et Fred, Jean et tous les autres. Vous avez rendu la vie au labo et en dehors bien sympathique.

Pour terminer, j'embrasse chaleureusement ma famille, en particulier mes parents pour leur patience et leur inconditionnel soutien et mon petit frère pour sa bonne humeur.

## Glossaire

ACFM Advisory Committee on Fishery Management  
BCS : Bureau Central des Statistiques  
CCPM : Comité Central des Pêches Maritimes  
CEDEM : Centre de Droit et d'Economie de la Mer  
CIEM : Conseil International d'Exploitation de la Mer – ICES en anglais  
COMEXT : base de données de commerce extérieur  
CPR : Captures Par Rectangle  
CNTS : Centre National de Traitement des Statistiques  
CRTS : Centres Régionaux de Traitement des Statistiques  
DOM-TOM : Département d'Outre Mer – Territoire d'Outre Mer  
DPMA : Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture  
EAF : Approche Écosystémique des Pêches  
EBE : Excédent brut d'exploitation  
EUROSTAT : Office statistique des Communautés européennes  
EVOHE : campagne océanographique annuelle de l'Ifremer  
FAO : Food and Agriculture Organization  
Flottille : Une flottille désigne un ensemble de navires regroupés selon une activité, un métier ou selon une référence géographique  
GG : golfe de Gascogne  
GPS : Global Positionning System  
ICES : voir CIEM  
IFREMER : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer  
INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques  
ISTPM : Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes  
MAP : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche  
MSY : Maximum Sustainable Yield  
MEY : Maximum Economic Yield  
NEAFC North East Atlantic Fisheries Commission  
OCDE : Organisation de coopération et de développement économique  
OERPБ : Observatoire Economique Régional des Pêches de Bretagne  
OFIMER : Office national interprofessionnel des produits de la mer et de l'aquaculture (devenu France Agrimer)  
OMC : Organisation Mondiale du Commerce  
PAN : Produits Annexes  
PCP : Politique Commune de la Pêche  
Pelgas : Campagne annuelle de l'Ifremer de suivi des petits poissons PELagiques dans le golfe de GAScogne  
PME : Permis de Mise en Exploitation  
POP : Plan d'Orientation Pluriannuel  
PPS : Permis de Pêche Spéciaux  
RIC : Réseau Inter-Criées

SIH : Système d'informations halieutiques

SSB : Spawning Stock Biomass

STATPECHE : Logiciel de saisie utilisant les bases de données du SIH

TAC : Total Admissible de Capture

TECTAC : Technical developments and tactical adaptations of important EU fleets

TJB : Tonneau de Jauge Brute

UBO : Université de Bretagne Occidentale

UE : Union Européenne

ZEE : Zone économique exclusive

# Les déterminants de la trajectoire économique d'une pêcherie complexe : cas de la pêche française dans le golfe de Gascogne

## Introduction générale





*Au cours des trente dernières années, la pêche française et notamment celle dans le golfe de Gascogne n'ont pas échappé aux évolutions globales et ont subi de très profondes mutations, observées entre autres par les changements de la composition des débarquements. Cela a conduit l'IFREMER et le Centre de Droit et d'Economie de la Mer de l'Université de Bretagne Occidentale à se mobiliser dans le cadre de trois projets de recherche : le défi golfe de Gascogne, le projet européen TECTAC (Technical developments and tactical adaptations of important EU fleets) et le projet CHALOUPE (CHangement gLObal, dynamiqUe de la biodiversité marine exploitée et viabilité des PEcheries). Le Défi golfe de Gascogne a été lancé en 2001 pour mieux comprendre l'état de l'écosystème et des ressources dans cette portion de l'Atlantique Nord-Est ; il regroupait à cet effet des scientifiques d'origines diverses comme des chimistes, des biologistes, des écologues, des halieutes, des informaticiens et des économistes. L'Europe a financé dans le cadre du projet TECTAC une étude regroupant de nombreux laboratoires européens pour mieux comprendre l'impact des régulations sur la dynamique des flottilles et l'effet sur les mortalités par pêche. De son côté, le projet CHALOUPE, de février 2006 à avril 2009, a pour objectif de décrire et d'expliquer l'évolution des peuplements biologiques marins et des pêcheries sur les trois dernières décennies et dans trois types d'écosystèmes régionaux, dont le plateau continental tempéré du golfe de Gascogne. Cette thèse s'inscrit dans le cadre de ces trois projets de recherche.*

Une bonne part de la sécurité alimentaire mondiale est assurée par le poisson qui couvre actuellement près de 20% de l'apport protéique de la nutrition humaine. Ces besoins alimentaires sont fournis à raison de près de 10 kg par personne de poissons issus de la pêche et de 6 kg par personne de poissons issus de l'aquaculture. Les pêches mondiales sont devenues ces dernières années un secteur à part entière de l'industrie alimentaire et le commerce des produits de la pêche et de l'aquaculture s'est mondialisé. Le montant des échanges représente 38 % en volume des produits de la pêche et de l'aquaculture et 78 milliards de dollars en 2005 selon Walmsley (2008). La moitié de ce commerce (48 % en valeur) provient de pays en développement et 72 % sont destinés aux marchés de l'Europe, aux USA et au Japon. La France, quatrième importateur mondial en 2004, n'échappe pas à ce flux d'importation qui vient parfois concurrencer ses propres productions.

Si la production halieutique mondiale est passée de 43 millions de tonnes en 1973 à 91 millions de tonnes en 2006, les statistiques de la FAO montrent cependant que l'exploitation stagne depuis les années 1990. Il est apparu que de nombreuses ressources halieutiques ne pouvaient supporter durablement l'intensification souvent incontrôlée de leur exploitation. Si cette analyse de la FAO confirme que les proportions de stocks surexploités et épuisés n'ont pas évolué au cours des dernières années, ces effets globaux masquent des variations différenciées selon les espèces exploitées. La plupart des stocks des 10 premières espèces, soit

30% en volume de la production mondiale des pêches de capture sont sur-exploités ou exploités à plein rendement et ne permettent pas une augmentation notable des captures. Cette situation de surexploitation maintes fois observée, liée aux modifications subies par les écosystèmes, aux pertes économiques parfois considérables et aux conflits internationaux concernant la gestion et le commerce des produits halieutiques menace la durabilité à long terme des pêches et leur contribution à l'approvisionnement alimentaire mondial.

Face à cette situation de crise globale, les organisations internationales préconisent d'adopter des « pratiques optimales en ce qui concerne l'incorporation de considérations relatives à l'écosystème dans la gestion des pêches »<sup>1</sup>. La mise en œuvre de cette gestion écosystémique de la pêche nécessite de développer une approche scientifique pluridisciplinaire, s'appuyant sur les travaux des biologistes, des halieutes et des économistes de la pêche et permettant une approche plus fine des problématiques liées à la pêche. En effet, l'approche strictement biologique avait conduit à réduire l'activité halieutique au seul problème de la dynamique des ressources, en privilégiant des approches dont le seul objectif était la préservation des stocks. Une telle approche a amené à négliger les dimensions sociales et économiques des pêcheries.

Ainsi, l'expansion sans précédent de la pêche industrielle, en particulier dans les pays en voie de développement, a conduit, dans la deuxième moitié du siècle, les scientifiques et les organisations internationales à diagnostiquer que dans de nombreuses zones maritimes, l'exploitation avait atteint un pic et commençait à décliner. Faute d'une information suffisante sur les prélèvements de l'ensemble des différentes espèces, ce diagnostic était conduit soit d'une manière globale, soit par espèce. A cette époque, le rôle des scientifiques était de déterminer le potentiel maximal théorique de production d'un stock de poisson, habituellement appelé MSY (Maximum Sustainable Yield), d'en déduire le niveau d'effort de pêche et de recommander les mesures de conservation et éventuellement de régulation de l'accès nécessaires pour atteindre celui-ci. Les stocks étaient alors pris séparément, sans tenir compte des interactions entre ceux-ci. Faisant ce constat, S.M. Garcia (1994) proposait entre autres de tenir compte des interactions entre les espèces, en ajoutant qu'il était nécessaire d'envisager que la pêche pouvait modifier à son tour les relations trophiques entre les espèces.

Le débat a pris un tour nouveau lorsque Daniel Pauly a tenu compte de la dimension multispécifique des écosystèmes marins et de l'évolution de celle-ci à un niveau mondial sur le long terme. Dans le cadre de cette approche, D. Pauly (1998) dans son article « Fishing down marine food webs » a énoncé le fait que la surcapacité et la surexploitation produisent non seulement une dégradation des débarquements au niveau global, mais aussi une dégradation de la structure trophique de ces débarquements. Pauly fait ce constat en utilisant d'une part le modèle ECOPATH qui lui a permis de définir le niveau trophique d'un grand nombre d'espèces et d'autre part les données de débarquement de la FAO entre 1950 et 1994. Il a constaté que, bien que les données de la FAO soient parfois critiquables, le niveau

---

<sup>1</sup> Déclaration de Reykjavik, organisée par l'ONU le 4 octobre 2001

trophique moyen des débarquements avait diminué régulièrement depuis 1950, montrant par là le côté « non soutenable » de l'exploitation de la pêche au niveau mondial. Ainsi, il a émit l'idée qu'on pêche les prédateurs de forte valeur dans un premier temps et qu'on passe aux proies de moindre valeur dans un second temps. Un même volume total débarqué peut alors masquer une dégradation forte de l'écosystème et un changement de la composition des populations d'espèces marines.

D'autres hypothèses que la seule pression de pêche pour expliquer ce changement de structure des débarquements ont été évoquées par Caddy (1998) en réponse à l'article de Pauly. Pour Caddy, le changement de la structure des débarquements ne reflète pas toujours le changement de la structure des stocks dans l'écosystème ; ce n'est pas un indicateur écosystémique. L'utilisation du niveau trophique des débarquements comme indicateur d'abondance des espèces nobles peut conduire à des erreurs d'interprétation. Ainsi, le niveau trophique peut baisser suite à des débarquements plus importants d'espèces à bas niveau trophique, liés à une recrudescence de l'abondance de celles-ci (par exemple, suite à une augmentation du phytoplancton due à un phénomène d'eutrophisation ou d'upwelling). Blanchard (2005) retient également une hypothèse de ce type en proposant que l'influence du réchauffement climatique favorise l'abondance d'espèces à bas niveau trophique pour le cas du golfe de Gascogne.

Caddy insiste sur le fait que la situation des pêcheries est à considérer différemment selon qu'on se situe à un niveau local ou à un niveau mondial. Si d'un point de vue mondial, la surpêche est le phénomène décisif pour expliquer cette descente dans les niveaux trophiques, étudier ce phénomène au niveau local pourrait permettre de mettre en évidence des facteurs humains spécifiques susceptibles d'expliquer ces changements de structure des débarquements, comme par exemple les changements de technologie de pêche ou de stratégie de pêche de long terme. De tels changements, liés par exemple à l'intérêt accru des industriels envers les espèces de petits pélagiques, ont pu par exemple modifier la structure des débarquements.

Dans ce débat, Sumaila (1998) remarque que l'évolution de la valeur globale des débarquements ne reflète pas nécessairement la dégradation de l'écosystème. Il constate que le prix des poissons de bas niveau trophique, considérés comme des substituts de moindre valeur aux poissons de type prédateur, se réévalue au cours du temps. Sous l'effet de la raréfaction des espèces de haut niveau trophique, le marché a réévalué les prix d'espèces de bas niveau trophique, masquant ainsi la dégradation réelle de l'environnement.

La prise de conscience de l'accentuation de l'exploitation n'est pas neuve, mais c'est l'émergence d'un point de vue structurel, prenant en compte la composition des débarquements, que ces auteurs ont initié. Le constat de dégradation est incontestable au niveau mondial ; nous verrons ce qu'il en est pour le cas de la pêche française dans le golfe de Gascogne.

Suite à ce constat, le débat s'oriente autour de la question suivante : « A un niveau mondial ou local, pour quelles raisons la structure des débarquements<sup>2</sup> a-t-elle changé ? ». Pour les biologistes, les changements dans l'exploitation peuvent émaner de deux types de facteurs qu'ils séparent :

- en effets bottom-up, liés aux abondances des espèces dans l'écosystème, qui intègrent par exemple le phénomène de l'upwelling, et par là du plancton, et des relations des espèces entre elles.
- en effets top-down : ceci intègre les stratégies des pêcheurs et le facteur humain en général ; les pêcheurs ciblent de préférence certaines espèces et modifient par conséquent l'environnement.

Mais l'activité des pêcheurs qui opèrent dans une zone maritime définie dépend d'un ensemble de paramètres plus large que le seul état des stocks. Pour les économistes, la question doit donc être recentrée sur l'activité humaine : « Pour quelles raisons l'exploitation a-t-elle changé ? ». Si pour certains, la réponse à cette question tient à la surcapacité chronique, qui est à l'origine de la dégradation des quantités débarquées, des profits et de l'écosystème, les causes entraînant cette surcapacité méritent pour d'autres d'être également explorées. En effet, on ne peut pas décrire la dégradation de l'environnement, des débarquements et de la valeur débarquée sans tenir compte des interactions entre ces derniers.

Dans notre cas d'étude, le golfe de Gascogne, la pêche française n'échappe pas à ces phénomènes de dégradation du niveau des débarquements, et de la valeur totale générée. Afin de comprendre les raisons de cette situation, l'objectif poursuivi dans cette thèse est de répondre à la question :

« Quels déterminants ont modifié l'exploitation dans le cas de la pêche française dans le golfe de Gascogne ? ».

---

<sup>2</sup> L'utilisation des « débarquements » vient du fait qu'il s'agit d'une donnée plus facilement observable que l'état de stocks.

Cette question, nous la poserons en tant qu'économiste, en cherchant à savoir comment les mécanismes économiques interagissent avec les équilibres biologiques. Par exemple, le choix de l'espèce ciblée par le pêcheur peut être lié pour un économiste à :

- un effet d'offre dans lequel on intègre par exemple le progrès technique qui élève les coefficients de capturabilité, ou la situation d'exploitation dans laquelle se trouve le pêcheur (s'il est en accès libre, s'il reçoit des subventions, s'il est soumis à des régulations...)
- un effet de demande dans lequel des espèces sont plus prisées par les consommateurs : ces espèces peuvent être par exemple les espèces de haut niveau trophique et ces préférences peuvent changer au cours du temps.

Nous nous demanderons s'il y a correspondance entre échelle trophique et échelle des valeurs marchandes dans la séquence des espèces exploitées. Autrement dit, jusqu'à quel point peut-on assimiler les prédateurs situés en haut de l'échelle trophique et les espèces « nobles » prisées par les consommateurs ?

Pour tenir compte de l'ensemble des interactions, on adoptera une approche qui tient compte des relations biologiques entre espèces et qui intègre l'économie, c'est-à-dire les marchés, mais également les institutions et les réglementations qu'elles amènent, comme les quotas par exemple.

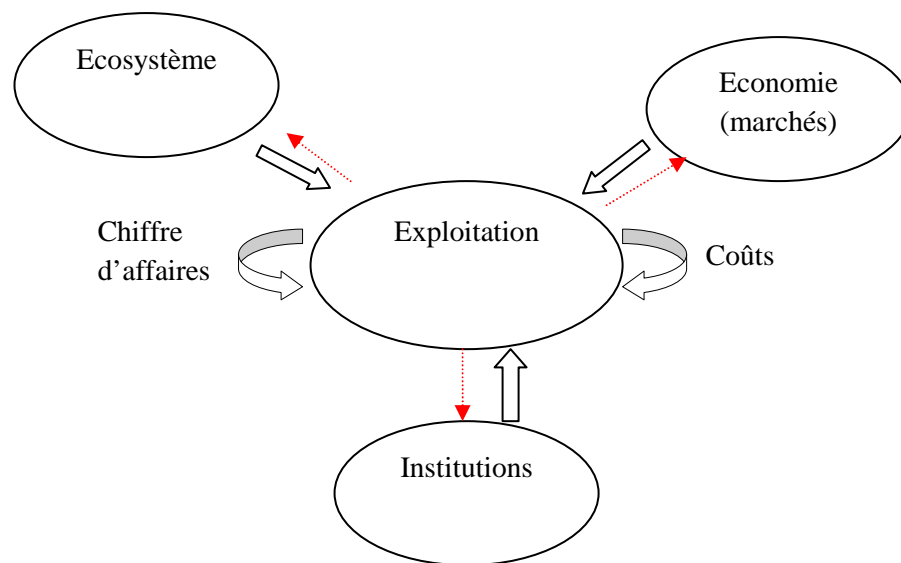
Si la dégradation globale peut être considérée comme un phénomène temporel, on peut également considérer le problème comme le passage d'un système à l'équilibre vers un autre système en équilibre, mais dans un état plus dégradé, ceci sous l'effet de la variation d'un facteur comme le progrès technique par exemple<sup>3</sup>. On proposera donc un mode d'observation particulier, l'étude de l'équilibre d'un écosystème intégrant la dimension économique et le déplacement de cet équilibre après la variation d'un paramètre. L'objectif de cette démarche est d'intégrer l'ensemble des rétroactions (adaptations simultanées de l'effort de pêche, des prix, de l'écosystème) qui ont eu lieu lors d'un changement de l'état d'équilibre du système.

---

<sup>3</sup> Schumpeter (1935) discute de l'aspect protéiforme du concept d'évolution. Une évolution peut être vue selon lui comme le déplacement de l'état d'équilibre d'un système par opposition au mouvement vers un état d'équilibre. Il propose un autre mode d'observation, nous verrons qu'il peut permettre d'intégrer les effets directs et les effets induits d'un équilibre général, par opposition à l'étude d'un équilibre partiel dans lequel les effets directs et induits sont étudiés séparément.

L'évolution de l'exploitation dans le golfe de Gascogne, des débarquements et de leur structure dépend du couplage d'interactions biologiques, d'exploitation, de marché et de régulation. Dans le cadre de l'approche écosystémique schématisée par la figure qui suit, les trajectoires économiques des flottilles de pêche seront caractérisées en identifiant les interactions qui ont amené à l'état de crise actuelle pour la pêche française dans le golfe de Gascogne, notamment évoquée par Mesnil (2008).

Schéma entité-relation liant la dynamique d'exploitation à l'écosystème, aux institutions et aux marchés



Chacune de ces entités est un système à elle seule et possède une structure particulière qui sera identifiée. On analysera en outre les relations entre chaque entité et l'exploitation elle-même en tenant compte de leurs évolutions dans le temps.

- L'écosystème du golfe de Gascogne est composé d'un ensemble d'espèces liées entre elles par des relations de type proie-prédateur ou de compétition. Ces espèces sont également soumises aux variations de l'environnement.

- Les marchés sont définis par l'intersection entre l'offre et la demande. Dans cet équilibre, les consommateurs fixent la demande tandis que l'offre dépend en partie de la production des pêcheurs, mais aussi des importations de produits de la mer en concurrence avec la production des pêches françaises sur le marché français.

- Les institutions interviennent à des niveaux régionaux, nationaux, ou internationaux et définissent les règles et les régulations qui encadrent les entreprises de pêche.

- L'exploitation est constituée de l'ensemble de navires de pêche français exploitant dans le Golfe qui constitue une entité économique circonscrite. Celle-ci est caractérisée par les hommes qui y travaillent, par la nature et la quantité des navires de pêche et par la concurrence qui s'exerce dans le secteur.

Cette thèse s'articule en cinq chapitres. Les deux premiers chapitres permettent de définir les entités présentées ci-dessus et les évolutions de chacune d'entre elles.

Le chapitre 1 a pour objectif de définir le golfe de Gascogne et de décrire le contexte actuel de la pêche française dans celui-ci en rassemblant pour chaque entité les sources qui seront utilisées au cours des analyses ultérieures. Après avoir précisé le contexte géographique et administratif du Golfe, on donnera les valeurs récentes des données concernant les flottilles, les débarquements et la commercialisation et celles relatives au contexte biologique. L'analyse des flux de production et de commercialisation permet enfin de délimiter un ensemble cohérent, l'exploitation française sur la façade du golfe de Gascogne.

Le chapitre 2 décrit l'évolution du système et des grands facteurs susceptibles d'interagir avec l'exploitation, à partir de 1973 jusqu'à nos jours :

- les abondances des espèces pour l'écosystème au cours du temps,
- l'évolution des régulations décrétées par les institutions,
- la dynamique de la flotte française dans le golfe de Gascogne.
- l'évolution du marché observé à travers les volumes et valeurs échangés

Afin d'analyser l'activité économique de la flotte française du golfe de Gascogne, et d'en comprendre sa trajectoire de long terme, on étudie chacun de ces ensembles, susceptibles d'expliquer la trajectoire des pêcheries françaises. L'évolution des performances économiques de ces navires à travers les chiffres d'affaires, les charges d'exploitation ou l'excédent brut d'exploitation d'un échantillon représentatif de chalutiers de la façade du golfe de Gascogne est également précisée.

Les chapitres 3 et 4 font l'analyse des relations entre l'écosystème, les institutions, le marché et l'exploitation, ainsi que les relations propres à l'exploitation entre les coûts et le chiffre d'affaires. Ils posent les prémisses expérimentales sur lesquels s'appuiera l'analyse théorique de l'effet du changement d'un déterminant, développée au chapitre 5. Ils permettent de vérifier une descente trophique des débarquements constatée dans le Golfe, et d'attribuer à ce phénomène des causes économiques possibles. A partir de méthodes statistiques et économiques adaptées à notre cas d'étude, nous mettons en évidence l'imbrication des différents déterminants susceptibles d'expliquer ces changements de l'exploitation.



L'objectif du chapitre 3 est de comprendre, ou au moins d'identifier des stratégies d'exploitation à court terme par navire : comment les pêcheurs ont modifié leurs captures et les espèces ciblées au cours du temps, et en fonction de quels facteurs. Pour cela, on fait l'analyse de la dynamique de chiffre d'affaires et de la trajectoire d'exploitation de trois flottilles de chalutiers du Golfe en quantifiant l'impact différent des variations d'abondance, de prix de marché, des coûts ou des régulations. L'analyse est ici décomposée par type de flottilles. Les liens établis sont des liens de causalité simple, mais ce mode d'observation permet malgré tout d'observer les trajectoires de chiffre d'affaires en relation avec les dynamiques d'abondance, de prix des espèces, de taille des flottilles, et d'un terme résiduel que nous appelons « effort apparent par navire ». A partir des données d'un échantillon, on dispose également des coûts par navire et on mesure l'évolution de la productivité totale apparente par navire des différentes flottilles, cet indicateur donnant un indice supplémentaire pour montrer l'évolution du contexte d'exploitation pour chaque flottille.

Le chapitre 4 se replace dans le cadre plus global de l'analyse agrégée des débarquements en poissons provenant de la zone maritime du Golfe de Gascogne ou débarquée sur la façade de l'Atlantique Nord-Est. A cette fin, on analyse les relations entre la dynamique d'exploitation, l'écosystème et le marché. La dynamique d'exploitation est appréhendée à partir de l'évolution de la structure des débarquements. Afin de caractériser une éventuelle descente dans la chaîne trophique, les espèces sont différenciées selon des descripteurs globaux (latitudes, tailles), les groupes d'espèces auxquelles elles appartiennent, ou selon leurs niveaux trophiques. On teste ici, dans le golfe de Gascogne, l'hypothèse selon laquelle l'échelle trophique et l'échelle des prix pourraient être rapprochées. Constatant le biais que peut amener une telle assimilation, on met en relation d'une manière plus générale sur les trente dernières années l'évolution de la composition des débarquements et les évolutions de diverses variables biologiques ou économiques caractéristiques des espèces débarquées, sans a priori préalable au moyen d'une analyse en composantes principales. Cette analyse révèle la séquence des débarquements. Dans la mesure où les prix sont eux-mêmes le reflet de changements du marché, on s'intéresse enfin à l'influence des importations sur la valeur et le niveau des productions françaises, et en particulier à la manière dont cette relation a pu évoluer au cours du temps. Cette analyse se fait en particulier sur deux marchés distincts : le marché des poissons blancs et celui des petits pélagiques, et permet de compléter l'analyse des mécanismes économiques à l'œuvre dans la modification de l'exploitation de la pêche française dans le Golfe.

Le chapitre 5 propose un modèle bio-économique qui permet d'expliquer comment l'ensemble des déterminants observés dans notre cas d'étude interagissent entre eux. Pour cela, la structure de notre problème est approchée à travers une analyse en statique comparative. En sortant du cadre de l'analyse temporelle des liens de causalité entre les grands déterminants, le changement est vu ici à travers le changement d'un paramètre conditionnant l'équilibre d'un système d'exploitation des ressources. Nous avons utilisé un

modèle de type Gordon-Schaefer à deux espèces, avec des interactions biologiques de compétition ou de type proie-prédateur. Après avoir montré les limites d'un modèle purement biologique prenant l'effort comme une variable exogène, nous avons développé une approche endogénéisant la dimension économique de l'équilibre du système. Ce modèle fait l'objet de différentes simulations dans l'espace des efforts, les nouveaux paramètres testés sont le niveau de concurrence ou le type de régulation, la capturabilité, qui peut être assimilée à un paramètre de progrès technique, ainsi que les prix de demande. On teste par exemple des scénarios de changement de prix en fonction des débarquements pour les marchés. Malgré son caractère simplificateur, cette modélisation donne un autre éclairage au débat et permet d'établir d'une autre manière l'influence des déterminants sur l'évolution de long terme de la trajectoire de la pêche dans le golfe de Gascogne.



## Chapitre 1 :

La pêche française dans le golfe de Gascogne :  
présentation du cas d'étude et description des sources  
statistiques



## **Introduction :**

L'étude économique des mécanismes influençant les dynamiques d'exploitation de la pêche française dépend d'une série de paramètres de différentes origines : données sur les stocks de poissons, données sur l'effort de pêche et l'état des flottilles, données sur les prix et les quantités prélevées. Le recueil statistique est rendu complexe en raison d'un problème de disponibilité des données et parfois d'un manque de fiabilité de celles-ci. Il y a également une difficulté à les consolider ou à les circonscrire à un cas d'étude particulier. En effet, si des zones géographiques de pêche bien précises sont définies par le Conseil International d'Exploitation de la Mer (CIEM), les navires français exploitant ces zones dans le cadre de notre étude sur le golfe de Gascogne sont par contre recensés sur la façade française en fonction de leur immatriculation dans un quartier maritime. Ils peuvent exploiter plusieurs zones de pêche, éventuellement hors du golfe de Gascogne et vendre leurs produits en ou hors criées, indépendamment de leur quartier maritime d'origine.

Nous allons présenter successivement les différents types de données permettant de décrire au mieux les caractéristiques de l'exploitation des pêcheries françaises dans le golfe de Gascogne.

Dans un premier temps, seront décrits les limites administratives et terrestres qui délimitent la zone géographique du golfe de Gascogne, ainsi que les lieux d'immatriculation des navires français exploitant dans le Golfe et les lieux de commercialisation des espèces exploitées. Nous présenterons ensuite l'origine des sources utilisées pour l'ensemble des statistiques de notre étude, suivi d'une analyse critique de la valeur actuelle de ces données.

Ces données concernent :

- l'emploi et la flottille de pêche française,
- les statistiques de débarquement et de commercialisation,
- les données d'importation et d'exportation et celles liées à la consommation des ménages,
- les données relatives au contexte biologique et les indicateurs écologiques ou bioéconomiques,
- les données de TAC (Total Admissible de Capture) et quota liées aux réglementations.

Nous nous attacherons enfin à partir de l'étude des flux de production et de vente à démontrer que les flottilles sur la façade du Golfe constituent un ensemble suffisamment cohérent pour en analyser leurs trajectoires au cours du temps.

## **1. Description géographique et administrative du golfe de Gascogne et origine des données**

Dans sa définition géographique, le golfe de Gascogne s'étend de la pointe du Raz en Bretagne à l'extrémité Ouest de la Galice. Il couvre une surface d'environ 225 000 km<sup>2</sup>, sa profondeur maximale atteint 4 735 mètres dans sa partie sud, le long de la côte espagnole.

Le terme « golfe de Gascogne » peut recouvrir différents sens, selon qu'on considère une zone d'exploitation maritime correspondant aux zones de pêche VIII a et VIII b définies par le CIEM, une façade maritime et les criées dans lesquelles les espèces y sont débarquées et vendues, ou une façade le long de laquelle est recensé un ensemble de navires, immatriculés selon leurs quartiers maritimes.

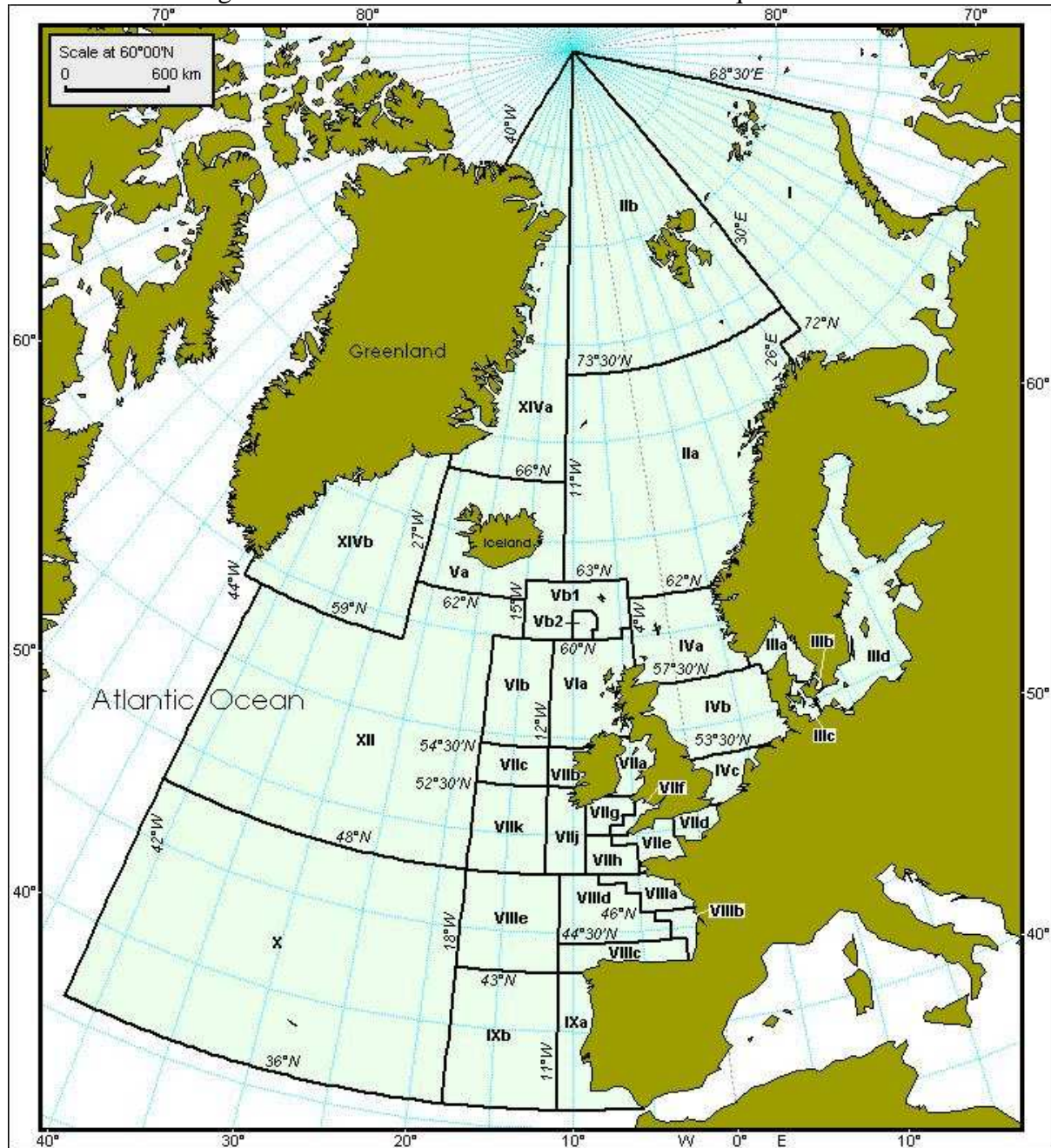
Si les halieutes et les biologistes privilégient l'approche par zone de pêche, les institutions recensent l'activité économique des flottilles par lieu d'immatriculation des bateaux ou par lieu de vente.

Le golfe de Gascogne est une partie de l'Atlantique Nord-Est. Dans la définition du CIEM, la zone de l'Atlantique Nord-est, représentée sur la figure 1.1a, s'étend sur 14 millions de km<sup>2</sup> et va du Groenland à la côte sud de l'Espagne.

### **1.1. Limites administratives maritimes**

Notre cas d'étude regroupe les zones maritimes VIII a et VIII b définies par le CIEM pour lesquelles la profondeur est inférieure à l'isobathe de 200 mètres. Ces zones, qui sont situées intégralement dans les zones économiques exclusives françaises (ZEE) se trouvent dans le périmètre d'exploitation des navires français pêchant dans le golfe de Gascogne. Elles sont comprises entre 48 et 43 degré Nord de latitude et 1 et 8 degré Ouest de longitude (Figure 1.1a et b). Pour une profondeur supérieure à 200 mètres, on passe dans les zones du Golfe VIII d et VIII c.

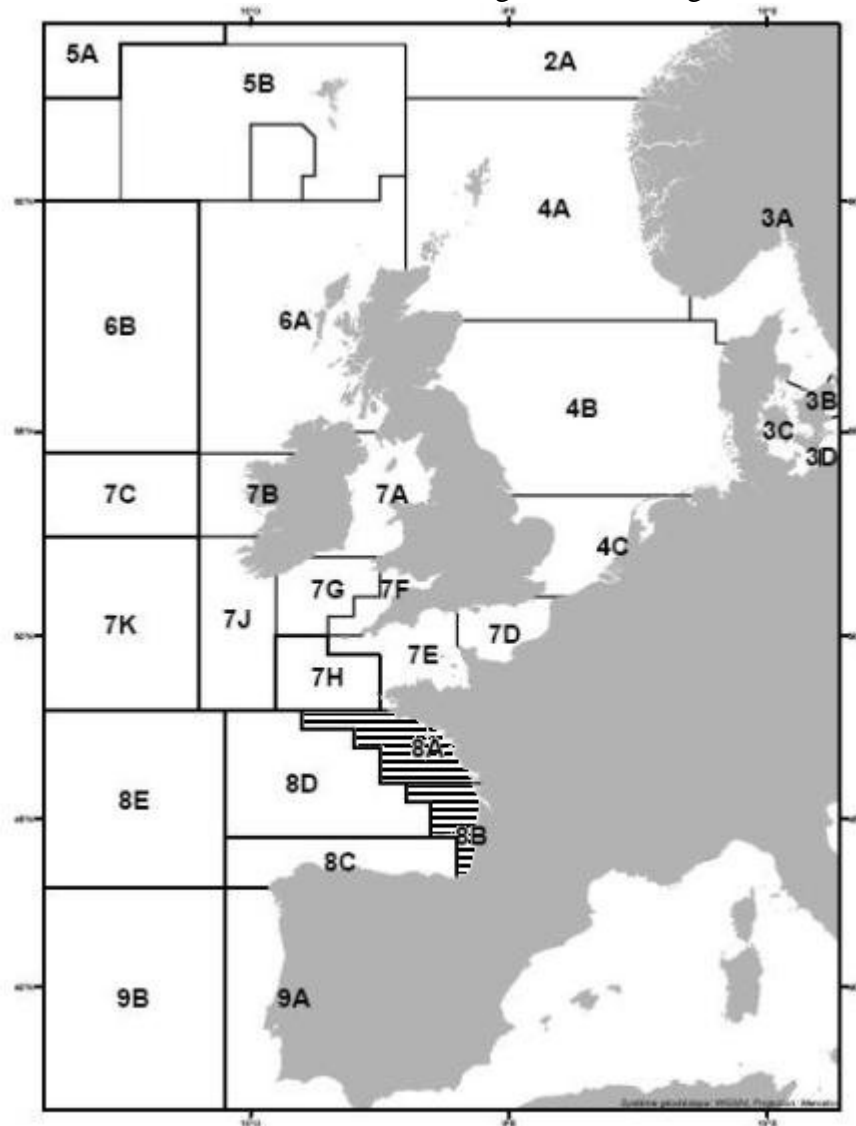
Figure 1.1a : Carte des zones CIEM de l'Atlantique Nord-est



Source : S. Bos, Eurostat, 2007



Figure 1.1b : Carte des zones CIEM, Zoom sur le golfe de Gascogne VIIIa et VIIIb



Source : CIEM

## 1.2. Limites administratives terrestres

17 quartiers maritimes allant de Bayonne à Douarnenez et situés dans 4 régions, l'Aquitaine, la région Poitou-Charentes, les Pays de la Loire et la Bretagne sont répartis sur la côte française bordant le golfe de Gascogne. C'est au niveau du quartier maritime que s'opèrent les immatriculations de navires. La liste de ces quartiers est récapitulée sur le tableau 1.1.

Tableau 1.1 : Quartiers maritimes dans le golfe de Gascogne :

Région	Quartier Maritime	Abréviation	Zone CIEM
Bretagne	Douarnenez	DZ	8A
Bretagne	Audierne	AD	8A
Bretagne	Le Guilvinec	GV	8A
Bretagne	Concarneau	CC	8A
Bretagne	Lorient	LO	8A
Bretagne	Auray	AY	8A
Bretagne	Vannes	VA	8A
Pays de la Loire	Saint-Nazaire	SN	8A
Pays de la Loire	Nantes	NA	8A
Pays de la Loire	Noirmoutier	NO	8A
Pays de la Loire	Ile d'Yeu	YE	8A
Pays de la Loire	Les Sables D'Olonne	LS	8A
Poitou-Charentes	La Rochelle	LR	8A
Poitou-Charentes	Marennes Oléron	MN	8B
Aquitaine	Bordeaux	BX	8B
Aquitaine	Arcachon	AC	8B
Aquitaine	Bayonne	BA	8B

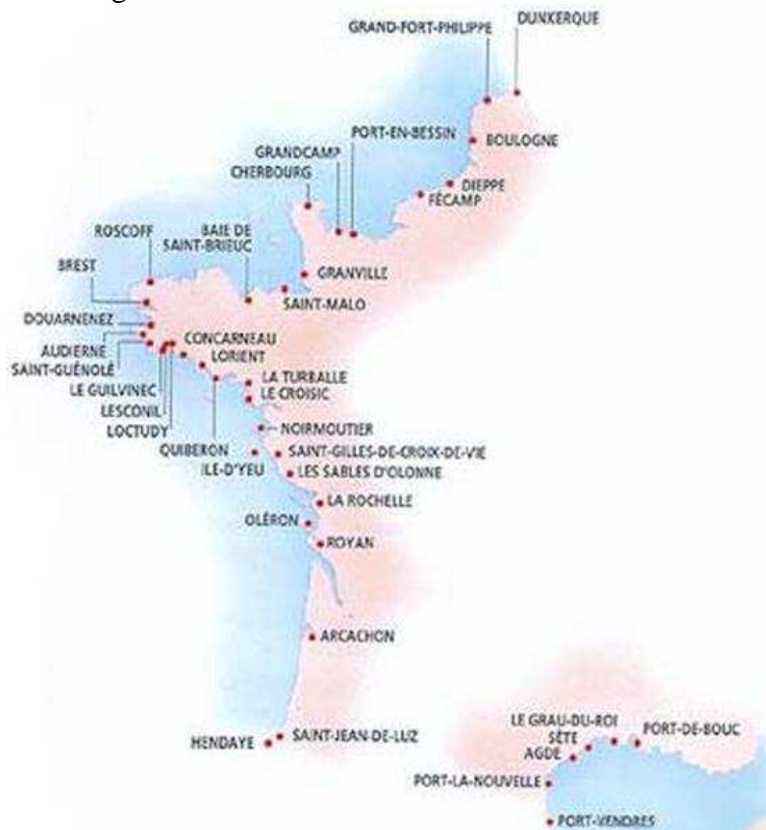
Les données relatives aux productions halieutiques françaises sont recensées principalement par criée où a lieu la majeure partie de la commercialisation des produits de la pêche, 88.5 % de la valeur estimée des ventes de produits de la pêche fraîche en France métropolitaine en 2007 (OFIMER/MAP, Bilan annuel de production 2007 des pêches et de l'aquaculture).

On compte 20 criées le long de la façade maritime du golfe de Gascogne. Le tableau 1.2 et la figure 1.2 présentent la liste et l'emplacement des criées sur cette façade maritime. La comptabilisation des productions halieutiques se fait essentiellement au niveau des criées, ce qui ne permet pas d'isoler facilement les débarquements en fonction des zones de pêche.

Tableau 1.2 : Criées dans le golfe de Gascogne

Région	Criée	Zone CIEM
Bretagne	Douarnenez	8A
Bretagne	Audierne	8A
Bretagne	St Guénolé	8A
Bretagne	Guilvinec	8A
Bretagne	Lesconil	8A
Bretagne	Loctudy	8A
Bretagne	Concarneau	8A
Bretagne	Lorient	8A
Pays de la Loire	Quiberon	8A
Pays de la Loire	La Turballe	8A
Pays de la Loire	Croisic	8A
Pays de la Loire	Noirmoutier	8A
Pays de la Loire	Ile d'Yeu	8A
Pays de la Loire	St Gilles Croix Vie	8A
Pays de la Loire	Sables d'Olonne	8B
Poitou-Charentes	La Rochelle	8B
Poitou-Charentes	La Cotinière	8B
Poitou-Charentes	Royan	8B
Aquitaine	Arcachon	8B
Aquitaine	St-Jean-de-Luz, Ciboure	8B

Figure 1.2 : Carte des halles à marées en France



Source : OFIMER

### 1.3. Origine des données

Pour réaliser l'analyse économique de la pêche dans la zone du golfe de Gascogne, il nous a semblé nécessaire de faire une compilation sur une durée suffisante, durée que nous avons fixée à une trentaine d'année, à partir de 1973 et suivant la disponibilité des données, jusqu'en 2006. En effet, avant cette date, la qualité des données de débarquement est insuffisante, un grand nombre d'espèces n'est pas recensé. Au cours de cette période de trente ans, on observe différents événements qui ont touché les dynamiques d'exploitation des pêcheries : crise des pêches, changements de mode de régulation, innovations techniques, chocs et contre-chocs pétroliers et de forts changements des espèces exploitées. S'il a été possible d'obtenir des données agrégées sur 30 ans pour les captures du Golfe et les débarquements sur la façade Atlantique, nous avons dû parfois utiliser des séries plus courtes, notamment pour les données biologiques, comme les données de stock des reproducteurs.

Nous présentons dans le tableau 1.3 ci-dessous les diverses sources que nous avons utilisées.

Tableau 1.3 : Origine des sources de données

	<b>Atlantique Nord-est</b>	<b>Golfe de Gascogne (CIEM VIIIa,b)</b>	<b>Début des séries</b>
<b>1. Débarquements par espèce</b>	CCPM, OFIMER, DPMA (+ données FAO)	Données de débarquements du CIEM	1973
<b>2. Prix des espèces*</b>	CCPM, OFIMER, DPMA	CCPM, OFIMER, DPMA	1973
<b>3. Caractérisation des flottilles de pêche</b>	Meuriot (1985), base flotte	Base IFREMER issues de données flotte	1973
<b>4. Données d'importation et d'exportation</b>	EUROSTAT (base de donnée COMEXT) Séries mensuelles		1999
<b>5. Indices des prix à la consommation, poids des agrégats</b>	Bulletin Mensuel de Statistiques de l'INSEE		1973
<b>6. Description biogéographique des espèces</b>	Fishbase, biologistes IFREMER	Fishbase, biologistes IFREMER	
<b>7. Données des flottilles Sud Bretonnes</b>		Observatoire économique régional des pêches de Bretagne	1987

\*Prix déflatés avec l'indice des prix à la consommation France métropolitaine, base 100 en 2005, source INSEE

Les sigles de ce tableau sont explicités dans le glossaire.

## 2. Les nomenclatures des espèces pêchées

Dans la base OFIMER, nous ne disposons de séries complètes relatives aux débarquements et aux prix à partir de 1973 que pour 73 espèces regroupées en 13 groupes définis selon leur caractère biologique. Sur la période 1973-2002, les poissons représentent en volume 50 % des captures françaises du Golfe et 78 % des captures françaises de l'Atlantique Nord-est. Ces espèces sont récapitulées dans le tableau 1.4.

Tableau 1.4 : Espèces et groupes d'espèces commerciales répertoriées pour l'Atlantique Nord-Est

Groupe	Liste des espèces du groupe
<b>Gadidés</b>	Brosme, cabillaud, églefin, grenadier, lieu jaune, lieu noir, lingue, merlan, merlu, tacaud
<b>Petits pélagiques</b>	Anchois, chinchard, hareng, maquereau, sardine, sprat
<b>Poissons benthiques</b>	Barbue, baudroie, cardine, céteau, limande, limande -sole, plie, soles, turbot, flétans
<b>Coquillages</b>	Amande de mer, coques, coquillages divers, buccin, huître, mactre, moules, palourdes, pétoncles, praires, spisule, telline, vanneau, coquilles Saint-Jacques
<b>Céphalopodes</b>	Encornet, poulpe, seiche, céphalopodes divers
<b>Grondin, mullet, rouget-barbet</b>	Grondins, mullet, rouget-barbet
<b>Divers poissons</b>	Rascasse, sabre noir, Saint-Pierre, sébaste
<b>Crustacés</b>	Araignée, crevette grise, crevette rose, étrille, homard, langoustes (rose et rouge), langoustine, tourteau
<b>Dorades</b>	Dorade grise, dorade rose, dorade royale, pageot, sar et bogue
<b>Squales, congre</b>	Squales et congre
<b>Grands pélagiques</b>	Thon blanc et thon rouge
<b>Raies</b>	Raies
<b>Bar</b>	Bar

Source : Bilans annuels de production, OFIMER/CCPM/DPMA

La base de données de la FAO Fishstat répertorie 57 espèces de poissons débarqués dans le golfe de Gascogne ; Fishbase fournit des données biologiques complémentaires pour ces espèces. Ces poissons sont présentés en annexe A.1.1. Nous utiliserons au cours du chapitre 4 trois regroupements, les espèces qui vivent en pleine eau dites pélagiques, les espèces démersales qui vivent à proximité du fond, mais sans y être véritablement liées de façon permanente (exemple : les gadidés) et les espèces dites benthiques qui elles ont un lien étroit et permanent avec le fond (exemple : les poissons plats ou la baudroie).

Faute d'informations relatives aux prix pour la totalité des espèces dans le golfe de Gascogne, nous utiliserons au cours du chapitre 4 les prix OFIMER enregistrés pour les débarquements de poissons capturés dans l'Atlantique Nord-est.

### **3. L'emploi et la flottille française dans le golfe de Gascogne**

#### **3.1. Caractéristiques des flottilles de pêche française : origine des données**

Les données relatives à l'effectif et à la puissance des flottilles de pêche sur la période 1973-2002 pour l'Atlantique Nord - Est sont issues entre 1973 et 1982 de Meuriot (1985) qui utilise les Statistiques des Pêches Maritimes. Pour la période de 1983 à 1989, les données proviennent de documents du département d'économie maritime de l'IFREMER. Les données sur la période 1990-2003 pour les flottilles du golfe de Gascogne et celles concernant l'effectif et la puissance des flottilles, pour les différentes façades : Atlantique (de Bayonne à Douarnenez) et Manche – Mer du Nord (de Camaret à Dunkerque), sont issues des informations disponibles dans le système d'information halieutique de l'IFREMER constitué des données récoltées par la DPMA ou par le réseau des enquêteurs de l'IFREMER. Les données sont constituées par le registre des navires français qui fournit l'information concernant le nombre de navires et leurs caractéristiques. D'autres données concernant l'activité des navires de pêche présents dans le registre des navires sont décomposées par métiers Berthou (2003 et 2005). Un métier correspond à la mise en œuvre d'un engin de pêche sur une ou plusieurs espèces cibles dans une zone et pendant une période donnée.

Cette information est utilisée comme base pour la classification des navires en flottilles selon la famille du principal type d'engin utilisé. Cela, en association avec les caractéristiques des navires, permet une stratification en groupes de navires relativement stables et homogènes, qui peut être suivie dans le temps. Un premier niveau de stratification des flottilles identifie une flotte globale de navires, divisée en trois sous-groupes de métiers (Chalutiers, Arts Dormants, Dragueurs) et différentes classes de taille de navire. Un critère d'origine permet de distinguer également les façades maritimes.

#### **3.2. Caractéristiques des flottilles de pêche française : situation actuelle**

Les données caractéristiques des flottilles de pêche française sont recensées par l'OFIMER et par le ministère de l'agriculture et des pêches (MAP) et publiées dans des cahiers annuels. Selon le bilan 2006 de production des pêches et de l'aquaculture publié par ce dernier, 22 215 marins pêcheurs ont été embarqués à un moment ou à un autre au cours de cette année sur 5232 navires en France métropolitaine.

Tableau 1.5 : Nombre de marins embarqués sur les navires français (France métropolitaine), en 2006

	- 3 mois	3-6 mois	6-9 mois	9 mois et plus	Total
NORD-PAS DE CALAIS	151	117	172	882	1 322
HAUTE-NORMANDIE	129	129	165	388	811
BASSE-NORMANDIE	305	217	260	1 561	2 343
BRETAGNE	1 023	618	828	4 654	7 123
PAYS DE LOIRE	270	173	242	1 442	2 127
POITOU-CHARENTES	341	202	202	1 735	2 480
AQUITAINE	446	332	336	1 155	2 269
<b>Total Façade Atlantique</b>	<b>2 665</b>	<b>1 788</b>	<b>2 205</b>	<b>11 817</b>	<b>18 475</b>
LANGUEDOC-ROUSSILLON	349	298	365	1 110	2 122
PROVENCE-ALPES-COTE d'AZUR	373	200	197	511	1 281
CORSE	61	54	129	93	337
<b>Total Métropole</b>	<b>3 448</b>	<b>2 340</b>	<b>2 896</b>	<b>13 531</b>	<b>22 215</b>

Source : Bilan annuel de production 2006 des pêches et de l'aquaculture, OFIMER/MAP

Selon la même source, 15 % de l'emploi total est considéré comme occasionnel (moins de trois mois) et entre 1999 et 2006, les emplois métropolitains non occasionnels ont diminué de 9 %. En 2005, pour la zone plus réduite correspondant à la façade Mer du Nord - Manche - Atlantique, l'IFREMER recense 10 339 pêcheurs en équivalent temps plein<sup>1</sup> (Leblond et al., 2007, rapport IFREMER 2579). Ce chiffre est sensiblement plus faible que celui présenté sur le tableau ci-dessus.

Les données relatives à la flotte de pêche et à ses caractéristiques techniques (longueur, puissance, tonnage, segment de taille), ou économiques se retrouvent sur les bases de données du Système d'Informations Halieutiques (SIH), de l'IFREMER. Ces bases renseignent également sur les ventes et cessions de navires. En 2005, la façade Atlantique de Bayonne à Douarnenez regroupe un total de 2 139 navires. A titre de comparaison, la seconde façade Mer du Nord – Manche concerne les navires immatriculés entre Dunkerque et Camaret et compte 1 588 navires au total.

Le recensement de l'IFREMER par quartier maritime permet de reconstituer l'activité de la flotte et le nombre de marins embarqués pour le golfe de Gascogne. Pour l'année 2005, selon Leblond (2007), le tableau 1.6 reprend par quartier maritime le nombre de navires, la puissance et la jauge totale et le nombre de marins en équivalent temps plein (ETP) pour l'année 2005 (le quartier maritime de Bayonne n'est pas renseigné).

<sup>1</sup> Rappelons que l'INSEE considère que l'équivalent temps plein pour le secteur de l'agriculture et de la pêche correspond à 2 200 heures travaillées par an.

Tableau 1.6 : Caractéristiques des navires par quartier maritime en 2005

Quartier Maritime	Nombre navires	Puissance Totale (kW)	Jauge (TJB)	Nombre de marins (ETP)
Douarnenez	27	3 518	415	49
Audierne	45	7 654	736	96
Le Guilvinec	302	73 079	13 078	1 054
Concarneau	154	92 439	31 369	592
Lorient	124	33 441	6 905	516
Auray	146	13 439	1 000	228
Vannes	98	7 607	510	135
Saint-Nazaire	189	29 988	3 693	474
Nantes	41	3 142	204	45
Noirmoutier	104	11 535	1 388	197
Ile d'Yeu	48	8 625	1 679	164
Les Sables d'Olonne	183	31 220	4 144	429
La Rochelle	103	16 221	2 701	286
Marennes Oléron	197	21 984	2 639	372
Bordeaux	71	3 446	285	71
Arcachon	110	13 735	1 493	230
Bayonne*	198*	NR	NR	NR
Total renseigné	2080	384 096	73 628	5 193

Source : Leblond E. et al., 2007

\* : Bilan annuel de production 2005, OFIMER

Le nombre total de navires recensé (hors Bayonne) est de 2 080 sur la façade du golfe de Gascogne, représentant une puissance totale de 384 096 kW et 73 628 tonneaux de jauge brute. La population des marins en équivalent temps plein est de 5 193 marins. L'OFIMER recense pour sa part 198 navires de pêche actifs à Bayonne.

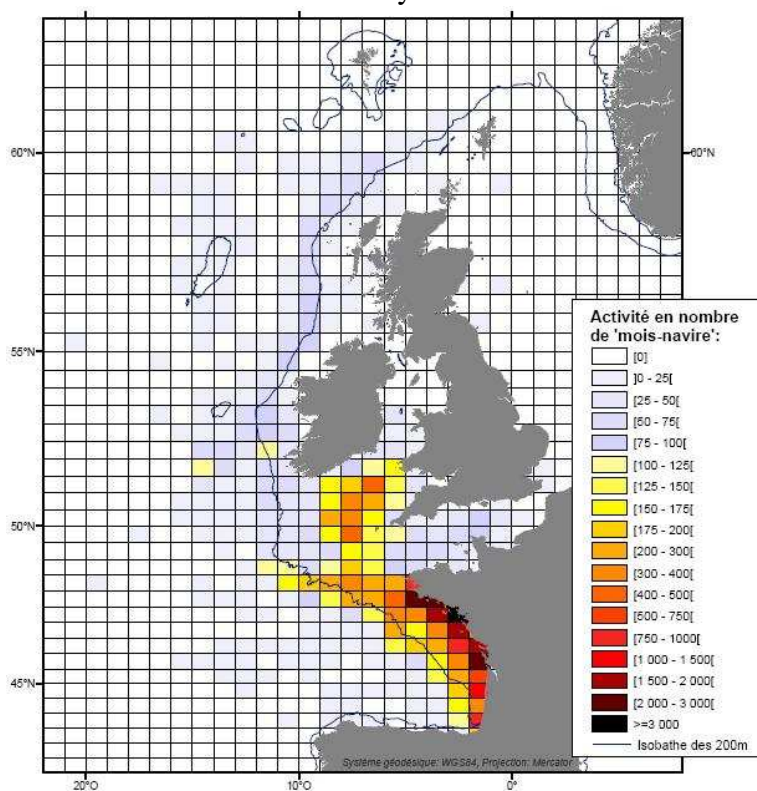
Le plus gros quartier maritime en nombre de marins et de navires est Le Guilvinec. Pour ce qui concerne la jauge et la puissance, il s'agit de Concarneau. Mais il est à noter que les navires de Concarneau comportent des thoniers qui n'opèrent pas dans le golfe de Gascogne, ni même dans les eaux communautaires.

L'IFREMER a répertorié en 2005 le cumul en navire-mois de l'activité des navires immatriculés sur la façade du golfe de Gascogne, de Douarnenez à Bayonne. La carte de la figure 1.4 met en évidence l'importance de la bande côtière (12 milles) pour le secteur des pêches maritimes français, compte tenu du nombre de navires qui y sont inféodés, mais aussi du fait de la forte abondance en ressources halieutiques. Mais ces statistiques ne sont que le



reflet d'un effort nominal : on comptabilise l'activité d'un navire sans tenir compte ni de sa taille ni de sa productivité.

Figure 1.3 : Carte de l'activité par rectangle statistique en 2005 des navires français immatriculés entre Bayonne et Douarnenez



Source : Leblond et al., 2007

#### **4. Les statistiques de capture et de débarquement dans le golfe de Gascogne (zone VIII a et VIII b CIEM) et l'Atlantique Nord-est**

Les principales espèces concernées par la pêche dans les zones VIII a et VIII b sont, en volume sur les trente dernières années, le merlu, la sardine, l'anchois, la baudroie, la langoustine, le chinchard, la sole, la seiche, le maquereau.

##### **4.1. Origine des données de captures dans le golfe de Gascogne**

Les statistiques de captures sont constituées à l'aide des livres de bord pour les navires de plus de 10 mètres ou de fiches de pêche pour les navires de moins de 10 mètres. Ces données sont transmises aux affaires maritimes et traitées par le CNTS<sup>2</sup>. Elles sont ensuite compilées par l'état et transmises à des institutions comme le CIEM ou la FAO qui synthétisent les données de captures par pays et par zone de pêche. Elles sont enfin diffusées par la FAO grâce au

<sup>2</sup> Centre National de Traitement Statistiques

logiciel FISHSTAT, les données de capture pour la zone du golfe de Gascogne sont produites par le CIEM<sup>3</sup>.

Le livre de bord ou logbook doit comporter l'estimation des quantités pêchées et le poids réel des quantités débarquées (déclaration de débarquement), en précisant la zone de pêche. Ce document est utilisé pour suivre la consommation des quotas et doit être présenté en cas de contrôle en mer.

FISHSTAT fournit des données de captures par espèce, zones et pays pour la totalité des zones de l'Atlantique Nord-est (France Métropolitaine hors Méditerranée). Pour tous les pays confondus, 7 576 000 tonnes de produits de la mer sont issues de l'Atlantique Nord-est, l'Islande et la Norvège représentent à elles deux près de la moitié du tonnage. Les captures pour toutes les espèces confondues et pour les poissons, réalisées par la France dans les différentes zones de l'Atlantique Nord-est, sont récapitulées sur le tableau 1.7a. En 2006, les captures pour toutes les espèces sont réalisées pour environ 58 % dans les zones VIIe, VIIId, VIIIa. Pour les seuls poissons, 56 % des captures françaises sont faites dans les zones VIIe, VIIId, VIIIa et IVa. Ces données concernent la pêche en général, fraîche et congelée, algues incluses (19159 tonnes en 2006). Seule une partie des 403 789 tonnes capturées (hors algues) en 2006 sera vendue en tant que pêche fraîche sur les criées de la façade Atlantique Nord-est.

Tableau 1.7a : Captures françaises en tonnes dans les zones de l'Atlantique Nord-est en 2006<sup>4</sup>

Zone CIEM	Captures toutes espèces	Pourcentage de captures toutes espèces	Captures poissons	Pourcentage de captures de poissons
VIIe	95 060	22.47%	30 511	10.00%
VIIId	84 341	19.94%	56 396	18.49%
VIIIa	67 869	16.04%	52 596	17.24%
IVa	31 856	7.53%	31 856	10.44%
VIa	25 674	6.07%	25 623	8.40%
VIIIb	17 645	4.17%	13 973	4.58%
VIIIh	16 720	3.95%	14 277	4.68%
VIIj	14 159	3.35%	14 097	4.62%
VIIg	12 375	2.93%	10 270	3.37%
IVb	11 768	2.78%	11 710	3.84%
Total toutes zones	423 057	100 %	305 008	100 %

Source : Fishstat, FAO

<sup>3</sup>Les données de capture de Golfe sont disponibles sur l'url suivante : <http://www.ices.dk/fish/statlant.asp>

<sup>4</sup> Les données de capture FAO incluent toutes les espèces, algues comprises (19 900 tonnes en 2006)

Les nomenclatures des captures des espèces faites par la FAO et celles des données de débarquements faites par le CCPM ou par l'OFIMER diffèrent. Certains regroupements sont opérés au niveau national alors qu'ils ne le sont pas par la FAO. Ainsi, la FAO distingue plusieurs espèces de thons et de squales qui sont regroupées dans certains cahiers des débarquements édités aujourd'hui par l'OFIMER.

#### 4.2. Données de captures dans le golfe de Gascogne : situation actuelle

Plusieurs pays exploitent les espèces marines dans les zones VIII a et VIII b du golfe de Gascogne. En 2005, les captures (toutes espèces confondues) recensées par le CIEM ont été de 125 850 tonnes, toutes nations confondues, dans les zones VIII a et VIII b (source : extraction de Fishstat, données FAO). Dans ces zones, la France a compté pour 66 % des captures, l'Espagne pour 17 %, les autres pays se sont partagé les 17 % restants<sup>5</sup>.

Le tableau 1.7b présente les quantités capturées par les navires français entre 2004 et 2007, telles qu'on peut les extraire de la base Fishstat présentée ci-après.

Tableau 1.7b : Captures françaises en tonnes dans les zones VIII a et VIII b

		2004	2005	2006	2007
Poissons de mer	VIII a	54 151	53 266	52 596	49 808
	VIII b	12 430	14 605	13 973	13 731
Mollusques	VIII a	7 457	5 672	6 502	8 394
	VIII b	2 307	1 879	2 874	4 201
Crustacés	VIII a	6 795	6 874	6 456	6 969
	VIII b	491	583	698	503
Total		83 631	82 879	83 099	83 606

Source : Fishstat, FAO

#### 4.3. Données de commercialisation : les estimations des débarquements (criée et hors criée) sur la façade du golfe

Selon (Leblond E. et al., 2007, rapport 2579), en 2005, les navires français immatriculés dans les quartiers maritimes de la façade du golfe de Gascogne ont réalisé un chiffre d'affaires total de 480 millions d'euros (les navires de plus de 40 mètres sont exclus). A titre de comparaison, le chiffre d'affaires généré par les navires immatriculés entre Dunkerque et Camaret sur la façade Mer du Nord – Manche a été de 353 millions d'euros. La façade donnant sur le golfe,

<sup>5</sup> Des fluctuations importantes pour certains pays comme l'Espagne apparaissent sur la base, avec une déclaration de 21 000 tonnes en 2005 qui passe à 77 000 en 2006.

entre Douarnenez et Bayonne représente 57.6 % du chiffre d'affaires total de la façade donnant sur l'Atlantique (Mer du Nord et Manche comprises) en 2005.

#### **4.3.1. Données des débarquements : origine des données**

L'OFIMER édite chaque année deux rapports qui concernent les débarquements. Le premier rapport est une publication commune OFIMER/MAP : il dresse le bilan annuel de production, référence les débarquements par quartier maritime et inclut une estimation des ventes hors criées, effectuée grâce aux logbooks ou à un travail d'enquête. Les statistiques des rapports de production de l'OFIMER fournissent des données de prix au niveau de la France métropolitaine espèce par espèce. A un niveau moins agrégé comme par quartier maritime, seuls les prix de quelques espèces majoritaires sont fournis.

Le second rapport est le « bilan annuel des ventes sous halles à marées », il est obtenu à partir du réseau inter criées (RIC) géré par l'OFIMER pour le compte du MAP. Ce bilan présente les quantités mises en ventes et les quantités vendues, la différence correspondant aux retraits.

Il existe également d'autres données pour des études de flottilles particulières concernant les débarquements, provenant du Système d'Informations Halieutiques de l'IFREMER. Les bases de données STATPECHE de l'IFREMER étaient décomposées comme suit :

- La base VENTES - CRTS contient la déclaration des captures, établies par les CRTS (Centres Régionaux de Traitement des Statistiques) – et la Direction des pêches.

- La base CPR (Captures Par Rectangle) contient le contenu des logbooks et les ventes en criée, c'est un sous ensemble de VENTES, il contient uniquement les navires ayant déclaré avec leurs logbooks des ventes en criée. Cette base n'a pas été utilisée dans cette étude et elle est rappelée pour mémoire.

Nous présentons en annexe A.1.2 la méthodologie retenue pour établir des séries temporelles des débarquements français depuis 1973.

#### **4.3.2. Données des débarquements : situation actuelle**

Selon le bilan annuel de production 2006 de l'OFIMER, pour l'Atlantique Nord-est et la mer du Nord, 404 000 tonnes de produits de pêche ont été capturées en 2006 (poissons, crustacés, coquillages et céphalopodes), les ventes de pêche fraîche représentent 315 644 tonnes, dont 241 613 ont été vendues en criée (pour un total de 674 millions d'euros), 56 921 tonnes hors criée et 17 110 tonnes à l'étranger. En dehors du thon tropical qui n'est pas comptabilisé ci-dessus, il y a également 91 000 tonnes de produits congelés vendus.

Pour ce qui concerne les criées, en 2006, le recensement de l'OFIMER met en évidence sur la façade du golfe de Gascogne une quantité totale de 103 300 tonnes correspondant à une valeur de 392 millions d'euros. Il est à noter que 5 600 tonnes ont été retirées de la vente, soit 5,4 % en volume en raison d'un prix de vente inférieur à un prix plancher.

Pour ce qui concerne les productions de pêche fraîche répertoriées par quartier maritime, l'OFIMER estime que les débarquements des navires immatriculés dans les quartiers maritimes de la façade du golfe de Gascogne correspondent en 2006 à une quantité totale de 123 900 tonnes pour une valeur de 435,5 millions d'euros, pour toutes les espèces (poissons, crustacés, céphalopodes, ...). Pour les quartiers maritimes sur la façade Atlantique et hors du Golfe, la production de pêche fraîche est de 151 200 tonnes.

La différence observée entre les ventes en halles à marée et les ventes par quartiers est imputable aux ventes hors criée. Les tableaux 1.8 a et 1.8 b ci-après récapitulent les ventes réalisées en 2006 dans les halles à marée, puis par quartiers maritimes sur la façade donnant sur le golfe de Gascogne.

Le tableau 1.8b reprend les données de (Leblond, 2007) et fait le cumul des mois d'activité des navires (mois-navire) pour les quartiers maritimes sur la façade du Golfe (VIIIab) et pour les quartiers maritimes de la façade Atlantique hors Golfe. On constate que pour les quartiers maritimes de Dunkerque à Camaret, les navires vont très peu pêcher dans les zones VIIIab. Pour les navires immatriculés dans les quartiers de la façade du Golfe, 70.5% des mois d'activité se font dans les zones VIIIab, la part d'activité des navires dans le Golfe augmentant quand la latitude du quartier maritime de ceux-ci baisse. Cette répartition en mois navires ne prend pas en compte la taille de ceux-ci et les volumes qu'ils sont susceptibles de débarquer, elle met cependant en évidence que l'essentiel de la production dans les zones du Golfe est réalisée par des navires dépendant des quartiers maritimes de la façade du Golfe.

Tableau 1.8 a : Récapitulatif des données de ventes en halles à marées sur la façade du golfe de Gascogne pour l'année 2006

Criée	Quantité (Tonnes)	Valeur (k euro)	Retraits
Douarnenez	4 189	2 108	749
Audierne	870	5 596	10
St Guénolé	10 495	29 044	1 218
Guilvinec	18 000	71 451	452
Lesconil	273	1 645	11
Loctudy	6 487	28 270	176
Concarneau	8 613	31 078	277
Lorient	15 459	50 130	501
Quiberon	1 223	7 134	31
La Turballe	4 771	20 003	300
Le Croisic	2 361	13 626	91
Noirmoutier	2 044	14 535	51
Ile d'Yeu	1 402	8 899	31
St Gilles Croix Vie	4 699	12 628	387
Sables d'Olonne	4 453	23 207	346
La Rochelle	2 580	9 026	110
La Cotinière	4 728	23 953	30
Royan	751	6 137	2
Arcachon	2 508	14 996	24
St-Jean-de-Luz, Ciboure	6 155	12 432	780
Total renseigné Golfe	102 061	385 898	5 577

Source : Données de ventes déclarées en halles à marée, Bilan annuel 2006, OFIMER

Tableau 1.8 b : Récapitulatif des données de production de pêche fraîche par quartier maritime pour l'année 2006 (criée et hors criée)

Quartier maritime	Quantité (tonnes)	Valeur (k euro)	Mois navire déclaré dans VIII ab	Mois navire déclaré hors VIII ab
Façade Atlantique hors Golfe	151 205	317 100	150	7 795
Douarnenez	5 736	4 200	30	81
Audierne	1 038	5 800	69	105
Guilvinec	40 941	137 000	1 546	1 436
Concarneau	10 596	33 000	440	411
Lorient	21 178	58 800	582	305
Auray / Vannes	1 557	7 700	204/19	5/0
Nantes/ Saint Nazaire	7 767	38 000	4/628	0/254
Noirmoutier	2 249	14 800	1 271	107
Ile d'Yeu	1 605	9 200	473	101
Sables d'Olonne	10 384	40 300	1 275	193
La Rochelle	5 191	20 400	609	180
Marennes Oléron	5 963	34 000	734/405	5/6
Bordeaux/Arcachon	2 806	16 500	38/389	0/19
Bayonne	6 921	15 800	NR	NR
Total renseigné façade Golfe	123 932	435 500	8 716	3 208

Source : Bilan annuel de production 2006 des pêches et de l'aquaculture, MAP/OFIMER

#### 4.4. Les données relatives aux flottilles chalutières sud - bretonnes (France), 1990-2003

Afin d'analyser l'activité économique de trois grandes classes de taille de chalutiers (12-16 m, 16-20 m, 20-24 m), on utilise au cours du chapitre 3 l'information sur les débarquements annuels, collectée via le système de déclaration des débarquements officiel (bases ventes de l'IFREMER issues des données de criées) pour la période 1990-2003. Dans cette ventilation, il n'y a qu'une partie des débarquements dans la base (les débarquements déclarés), mais la grande majorité des navires est présente. Ils constituent 96 %, voire plus des chalutiers immatriculés dans les quartiers maritimes de Bretagne Sud entre Camaret<sup>6</sup> et Vannes. Les valeurs courantes sont extraites de la base de donnée des débarquements et ont été converties

<sup>6</sup> Camaret est en dehors de la façade du Golfe, il n'est pris en compte que dans cette analyse mais il ne concerne que 14 navires en 2005.

en valeur constante en utilisant l'indice INSEE des prix à la consommation en France, 2003 étant l'année de référence.

Nous avons également utilisé dans le chapitre 3 des données de ventes et de coûts de flottilles issues de l'Observatoire Economique Régional des Pêches de Bretagne (OERP/B) (Le Floc'h, P. et al., 2006). Les données disponibles regroupent des informations de vente en criées et des données comptables incluant les coûts, ceci pour des échantillons constants de navires appartenant à trois catégories de flottilles chalutières, sur la période 1994 - 2003. Cet échantillon a été rendu disponible par le CEDEM (Université de Bretagne Occidentale) dans le cadre du projet européen TECTAC (EU project no. Q5RS-2002-01291).

L'information est utilisée dans l'analyse afin de montrer les changements dans les coûts moyens et dans l'excédent brut d'exploitation de l'échantillon de navires<sup>7</sup>. La taille de cet échantillon est de 13 navires appartenant aux 12-16 m, 6 navires appartenant à la classe des 16-20 m, 11 navires appartenant la classe des 20-25 m.

## **5. Autres données économiques : importation et exportation et prix à la consommation**

### **5.1. Données d'importation et d'exportation**

En 2006, selon l'OFIMER, 1 118 000 tonnes de produits aquatiques ont été importées pour une valeur de 4,06 milliards d'euros. Ces importations sont réparties comme suit : 1,4 milliard d'euros de produits vivants, frais ou réfrigérés ; 1,7 milliard d'euros de produits congelés ; 120 millions d'euros de produits fumés, séchés, salés et 720 millions d'euros de conserves et préparations. Les principales espèces importées sont : la crevette congelée, le thon en conserve, la coquille Saint-Jacques congelée, le lieu et le merlu congelés et, pour les poissons frais, le saumon, le cabillaud et la baudroie. Les trois premiers pays fournisseurs sont : la Norvège, le Royaume-Uni et l'Espagne.

En 2005, selon l'OFIMER, 432 500 tonnes de produits aquatiques ont été exportés pour une valeur de 1,36 milliards d'euros. En valeur, les principales espèces concernées sont d'une part le thon tropical destiné à la conserve et d'autre part les crevettes, saumons, seiches et anchois destinés principalement aux marchés du sud de l'Europe ainsi que les anguilles pour les marchés asiatiques.

---

<sup>7</sup> Une première étape dans l'utilisation de cette information a été de permettre une comparaison entre les données des différentes enquêtes économiques. Cette comparaison a été faite en partie grâce au projet TECTAC, en utilisant les données disponibles de plusieurs sources pour les flottilles opérant dans la région de Bretagne.



D'autres données sont disponibles sur le site d'EUROSTAT <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>, on peut à partir de requêtes en particulier avoir des données mensuelles liées aux importations vers le marché français, elles sont ventilées pour les produits de la mer par pays, par type de produit détaillé selon son mode de préparation ou de conservation. Ces données sont utilisées pour calculer les élasticités de dépense pour le marché des poissons blancs et des petits pélagiques au cours du chapitre 4.

## **5.2. Données d'indices de prix à la consommation et de poids dans la consommation des ménages**

Selon l'OFIMER, la consommation totale des produits de la mer en France est de 2 250 000 tonnes (4,4 milliards d'euros), soit une consommation annuelle d'environ 35,5 kg par habitant équivalent produit entier, en moyenne sur la période 2003-2005. En 2006, selon des données issues de panel consommateurs, les ménages ont acheté 221 000 tonnes de poissons, coquillages, et crustacés frais pour un montant de 2 milliards d'euros. Ces achats ont été répartis comme suit : 70% des volumes pour les Grandes et Moyennes Surfaces (GMS) et 30% pour les poissonniers (en boutique ou sur les marchés) et les ventes directes. En 2006, les restaurants ont acheté 112 000 tonnes de poissons, coquillages et crustacés frais.

Les données INSEE sur l'indice des prix à la consommation en France (disponibles en ligne) sont utilisées pour actualiser les prix.

Les données spécifiques à l'alimentation et à la pêche sont issues du Bulletin Mensuel de Statistique de l'INSEE, depuis janvier 1973 à octobre 2006. Après consultation de ces cahiers dans les archives de l'UBO, divers indices de prix relatifs aux prix à la consommation, à la viande, aux prix des produits de la mer ou de la pêche fraîche de poisson ont été recollés. On collecte également le poids de divers postes alimentaires (viandes et poisson, produits de la mer, ...) dans les dépenses d'un ménage type, ceci afin de connaître l'importance de chaque agrégat de produits dans le budget alimentation d'un ménage type. Pour retrouver des paniers plus comparables aux changements des habitudes de consommation, la base de référence des indices de prix de Laspeyres a changé en 1982, 1992 et 1998.

Figure 1.4 : Exemple d'un bulletin mensuel de statistiques de l'INSEE, année 1990

12.1 — INDICES MENSUELS DES PRIX À LA CONSOMMATION (Base 100 : année 1990)

ENSEMBLE DES MÉNAGES — CLASSIFICATION PAR FONCTION DE CONSOMMATION (suite)

SOURCE : INSEE.

N°	Fonction 1984	1993													
		1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993			
		1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993	1993
<b>INDICE D'ENSEMBLE</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>ENSEMBLE HORS TABAC</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>ALIMENTATION, BOISSONS, TABAC</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>PRODUITS ALIMENTAIRES</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Pains et céréales</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Pain</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Pâtisseries fraîches</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Viennetierie</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Biscottes - Tricotées - Pains durs</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Biscuits et gâteaux</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Pâtisseries de conservation</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Farines, semoules, céréales</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Pêches alimentaires</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Riz</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Viandes</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Bœuf à rôir</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Bœuf à braiser et à bouillir</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Bœuf haché</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Veau à rôir</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Veau à braiser et à bouillir</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Mouton</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Chèvre</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Porc frais, salé, fumé</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Jambon</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Pâtés</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Sauces</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Saucisses</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Autres charcuteries et conserves de viandes</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Poulet</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Dinde</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Autres volailles</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Lapin - Gibier</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Triperie</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Poissons</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Poissons frais</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Poissons en huile, surgelés, séchés ou fumés</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Crustacés, mollusques frais</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Laits, fromages et œufs</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Laits</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Crèmes fraîches</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Yaourts</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Causers laitiés frais</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Fromages frais</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Fromages à pâte molle et à pâte persillée</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Fromages à pâte pressée</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Fromages de chèvre</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Fromages fondus</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Œufs</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Corps gras</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Beurre</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Huiles alimentaires</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Margarines et autres graisses</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Légumes</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Légumes frais</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Légumes surgelés, secs et en conserve</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Pommes de terre préparées</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Fruits</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Fruits frais</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Fruits surgelés, appertisés ou secs</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Sucres</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Café, thé, cacao</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Chocolat en poudre</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Cafés en grains ou moulu</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Cafés solubles et succédanés de café</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>Thés et infusions</b>		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Source : Bulletin Mensuel de Statistique de l'INSEE

Avant 1993, afin d'atténuer les fluctuations accidentelles, l'indice des prix des produits frais, comme celui des produits de la pêche, était calculé en pondérant chaque produit par la moyenne des 12 derniers mois écoulés et en comparant ceci à une période de référence. Cette période de référence est une base dans le calcul des indices INSEE (méthode de Laspeyres).

Dans le marché du frais comme pour le poisson et les produits de la mer, il existe des spécificités de calcul pour l'INSEE à partir de 1993. Les produits frais sont en effet présents en quantités différentes au long de l'année et pour cette raison, il n'est pas possible de définir un panier de consommation unique tout au long de l'année. Les indices de produit frais sont calculés comme le rapport du coût du panier du mois en cours au panier du même mois de l'année de base. Il a donc été décidé à partir de 1993 d'actualiser les pondérations chaque année. L'indice est devenu un indice-chaîné (on compare deux mois consécutifs entre eux) à maillons Laspeyriens, c'est-à-dire avec une période de référence constante. L'enchaînement

est effectué chaque mois de décembre. La réforme de 1993 visait à pouvoir comparer plus aisément des paniers de consommation par mois ou par saison, mais cela a conduit à observer une plus forte variabilité des indices des prix pour les produits frais dont fait partie le poisson.

## **6. Le contexte biologique :**

Dans le rapport sur l'état de l'environnement en France, édition 2005, l'Institut Français de l'Environnement (IFEN, 2006) cite une évaluation de l'état de 53 stocks de poissons commerciaux dans le golfe de Gascogne et dans l'ouest de la Manche qui a été réalisée par l'Ifremer, au regard de leur faible biomasse ou de leur taux d'exploitation élevé. Elle montre que dans le golfe de Gascogne, 22% des captures proviennent de stocks en bon état, 62% de stocks en situation intermédiaire, 16% de stocks en situation critique. En Manche Ouest, ces valeurs sont respectivement de 18%, 79% et 3%. Dans les zones de pêche de l'Atlantique du Nord-est dépendant de l'Union européenne, les poissons à forte valeur commerciale sont les plus menacés, tels que le cabillaud et le merlan, la lotte, le carrelet, ou encore la sole. En 2005, pour ces espèces, 50% des captures étaient effectuées parmi des stocks en dehors des limites biologiques de sécurité.

### **6.1. Données d'abondance**

Le suivi des espèces exploitées a été mis en place par les autorités françaises et européennes pour étudier la raréfaction de la ressource et décider des politiques de pêche. Cette démarche a notamment été conduite par l'IFREMER pour le golfe de Gascogne avec les campagnes annuelles EVOHE en novembre et PELGAS au printemps, qui recueillent une information à caractère biologique sur les peuplements. Cela se fait par des échantillonnages qui recensent l'ensemble des espèces, exploitées ou non. Les données EVOHE démarrent en 1973 sont présentées en densité de biomasse par mètre carré. L'ensemble des données EVOHE est fourni dans le tableau A.1.3 en annexe et concerne 62 espèces. Toutes les années n'ont pas bénéficié d'un recensement par campagne EVOHE. Il y a des données pour l'année 1973, puis la série recommence en 1987. Les années 1991, 1993, 1996 sont manquantes.

Les espèces les plus importantes en densité dans le golfe de Gascogne sont les petits pélagiques, le chinchard représentant à lui seul près de 50% de la densité en biomasse de poissons prélevés lors de ces campagnes.

Pour estimer les abondances dans l'Atlantique Nord-est, nous avons utilisé les données de stocks de biomasse de reproducteurs (SSB, Spawning Stock Biomass) issues de l'ACFM (Advisory Committee on Fishery Management) dans les zones de l'Atlantique Nord - Est exploitées par les flottilles françaises. L'ACFM dépend du CIEM, il a la responsabilité de fournir des informations scientifiques et des préconisations sur les ressources halieutiques, notamment dans le but d'établir les quotas de pêche. Les données d'abondance en ce qui

concerne le stock de reproducteurs adultes sont disponibles par espèce et par zone CIEM dans les rapports de ce dernier. Depuis 1998, le CIEM donne également les valeurs limites et de précaution pour les biomasses de reproducteurs et les mortalités par pêche.

Dans le chapitre 2 et 3, les valeurs de SSB concernent principalement le golfe de Gascogne (zone VIII a, b et d) et la mer celtique (zone VII b-k), zones exploitées par les navires du golfe de Gascogne. Ces indices concernent les espèces suivantes : la langoustine, le merlu, la baudroie, la sole, le cabillaud, l'anchois, le merlan, l'églefin.

Pour l'étude du chapitre 3 concernant les chalutiers sud bretons, comme les séries débutent et se terminent à des dates différentes, nous avons choisi de prendre une série de 1990 à 2000 presque complète pour 9 espèces principales : l'anchois, l'églefin, la baudroie, la cardine, la langoustine, le merlan, le merlu, la morue et la sole.

## **6.2. Indicateurs écologiques, écosystémiques et bio-économiques**

Le recours à des indicateurs afin de caractériser les écosystèmes fait aujourd'hui partie intégrante des recommandations des institutions en charge des politiques de gestion des ressources, (Garcia, 2000). Chassot (2005) a recensé les principaux indicateurs, en les classant dans trois grandes catégories.

Les indicateurs de diversité peuvent être construits selon différents niveaux d'organisation (génétique, spécifique, fonctionnelle et écosystémique). Ces indicateurs sont sensibles aux techniques et à l'effort d'échantillonnage, aux échelles de mesure. Mais le manque de connaissance scientifique sur les relations existant entre les indicateurs et les processus régissant le fonctionnement des écosystèmes marins limite leur utilisation pour évaluer les effets de la pêche.

Le second groupe d'indices est le groupe des indicateurs agrégés. Dans ce groupe, on retient par exemple la taille moyenne des poissons.

Enfin, le troisième groupe est constitué des indicateurs dits de « propriétés émergentes ». Dans ce groupe d'indicateurs, (Chassot, 2005) retient notamment l'indice de niveau trophique et l'indice Fishing In Balance, tous deux exploités par l'écologue (Pauly, 1998). Celui-ci constate dans son célèbre article « Fishing down marine food webs » qu'en raison de l'épuisement des stocks, il y a substitution des espèces ayant un niveau trophique élevé (prédateurs) et une valeur marchande forte par les espèces ayant un niveau trophique plus bas et étant moins prisées par les consommateurs. C'est dans ce groupe que se situent les indicateurs bio-économiques qu'on utilise dans le quatrième chapitre, et qui sont calculés à partir de données mixtes issues de Fishbase et de l'OFIMER ou du CIEM.

### **L'indicateur de niveau trophique :**

Dans une analyse d'un écosystème ou de son exploitation, il est nécessaire de prendre en compte la structure trophique des espèces compte tenu de leurs caractéristiques propres. La structure de la pyramide prédateur – proie est mesurée par un indice, le niveau trophique. Deux méthodes existent pour caractériser le niveau trophique d'une espèce.

Une première méthode s'appuie sur l'analyse des proportions en isotopes de carbone et d'azote. L'étude des rapports de concentration de l'isotope de l'azote permet de positionner le niveau d'un organisme dans la chaîne trophique et d'estimer la longueur de cette chaîne quand on dispose de la signature des producteurs primaires et des consommateurs finaux. Le niveau trophique ( $TL_{Ni}$ ) d'une espèce  $i$  est mesuré grâce à la différence entre les rapports isotopiques des contenus stomacaux de l'espèce et d'une espèce de référence, la coquille Saint-Jacques.

Une seconde méthode pour référencer les niveaux trophiques des espèces repose sur une approche plus ancienne, utilisée par Pauly. Nous utilisons l'échelle des niveaux trophiques de Pauly, obtenue sur [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) qui repose sur l'analyse des contenus stomacaux et utilise un système dans lequel le niveau trophique de l'organisme est égal à la moyenne des niveaux trophiques des aliments plus un, avec un niveau trophique de 1 attribué aux producteurs primaires et aux détritus. Ainsi, un anchois qui s'alimente à 50% de phytoplancton (NT 1) et à 50% de zooplancton herbivore (NT 2) aura une valeur de niveau trophique de 2,5.

**Autres indicateurs :**

D'autres indicateurs spécifiques sont utilisés dans ce travail de thèse comme la longueur moyenne d'une espèce, sa zone de répartition géographique, sa vitesse de croissance, le poids maximal, etc. Ces données proviennent de tables disponibles sur [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) . Le tableau 1.9 récapitule les variables de Fishbase utilisées au cours du chapitre 4.

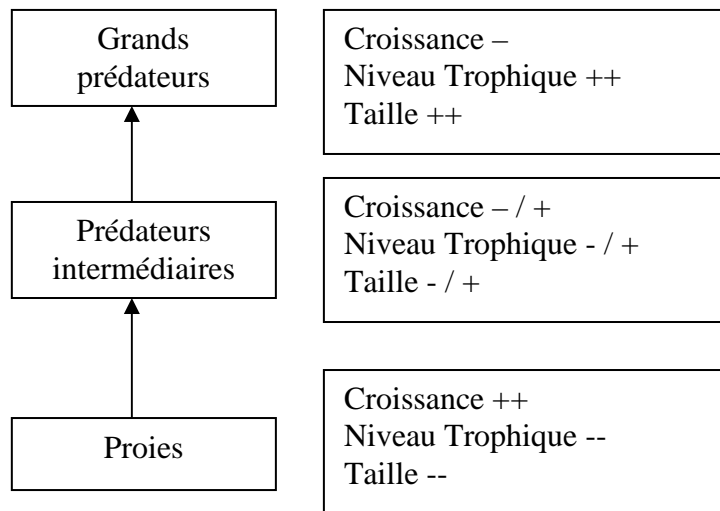
Tableau 1.9 : Variables illustratives :

	Anchois	Baudroie	Morue
Coefficient de croissance <sup>8</sup>	0.71	0.12	0.2
Profondeur moyenne de l'habitat	100	510	300
Poids maximal	21.1	57.7	96
Longueur maximale de l'espèce	20	200	200
Age maximal	4	24	25
Niveau trophique	3.11	4.5	4.34
Longitudes de l'habitat	45°E–20° O	42°E–27° O	45°E–45° O
Latitudes de l'habitat	20°N–60° N	30°N–75° N	47°N–80° N

<sup>8</sup> Egalement appelé K moyen, paramètre dans l'équation de Von Bertalanffy (1968)

La taille maximale influence la capturabilité d'une espèce, l'indicateur de la vitesse de croissance renseigne sur la capacité de renouvellement d'une espèce. Ces indicateurs sont par conséquent une information utile et complémentaire au niveau trophique pour situer les espèces dans l'écosystème et pour pouvoir comprendre leur plus ou moins forte vulnérabilité à une pression de pêche. Le niveau trophique d'une espèce est différemment corrélé à ces autres indicateurs, nous en donnons un schéma indicatif dans la figure 1.5.

Figure 1.5 : Corrélations habituellement observées entre les indicateurs de niveau trophique, de taille maximale et de croissance



## 7. Le contexte réglementaire : TAC et quota

Afin de réguler les stocks, la communauté européenne a défini depuis 1977 un système de TAC (Totaux Admissibles de Captures), étendu en 1983 dans le cadre de la Politique Commune de la Pêche pour limiter les débarquements de certaines espèces. Les TAC sont répartis entre Etats membres sous la forme de quotas de pêche. Ces quotas sont définis par des clés de répartition, basées essentiellement sur des critères liés à l'antériorité de pêche des pays. Pour chaque espèce de poisson, les TAC sont définis pour une ou plusieurs zones CIEM. Ainsi pour la sole, il existe un TAC pour la zone VIII ab ; pour le maquereau, le TAC concerne une zone de pêche très étendue, qui va de la mer de Norvège jusqu'au Golfe. Même si les quotas n'ont pas été restrictifs jusqu'à une période récente, pour les flottilles françaises, certains n'ont pas toujours été respectés. Le tableau 1.10 fait un récapitulatif de quelques espèces qui sont soumises actuellement aux TAC. Parmi les principaux poissons pêchés figurent également des espèces sans TAC (comme le bar par exemple) : ce tableau n'est qu'indicatif et n'est pas un panel représentatif des espèces les plus abondantes, rentables ou menacées du Golfe.

Tableau 1.10 : Quelques TAC européens et quotas français de pêche dans le golfe de Gascogne, année 2008 :

Espèce	Zone CIEM	TAC en tonnes	Quota français pour la zone CIEM définie
Langoustine	VIIIabde	4 320	4 061
Merlu	VIIIabde	20 196	13 955
Sole	VIIIab	4 170	3 823
Baudroie	VIIIabde	7 920	6 714
Cardines	VIIIabde	2125	949
Maquereau	IIa, Vb, VI, VII, VIIIabde, XII, XIV	385 366	9 930
Anchois		0	0

Note : La totalité des espèces sous TACs est disponible sur le site de la commission européenne, répertoriée sous forme de carte.<sup>9</sup>

---

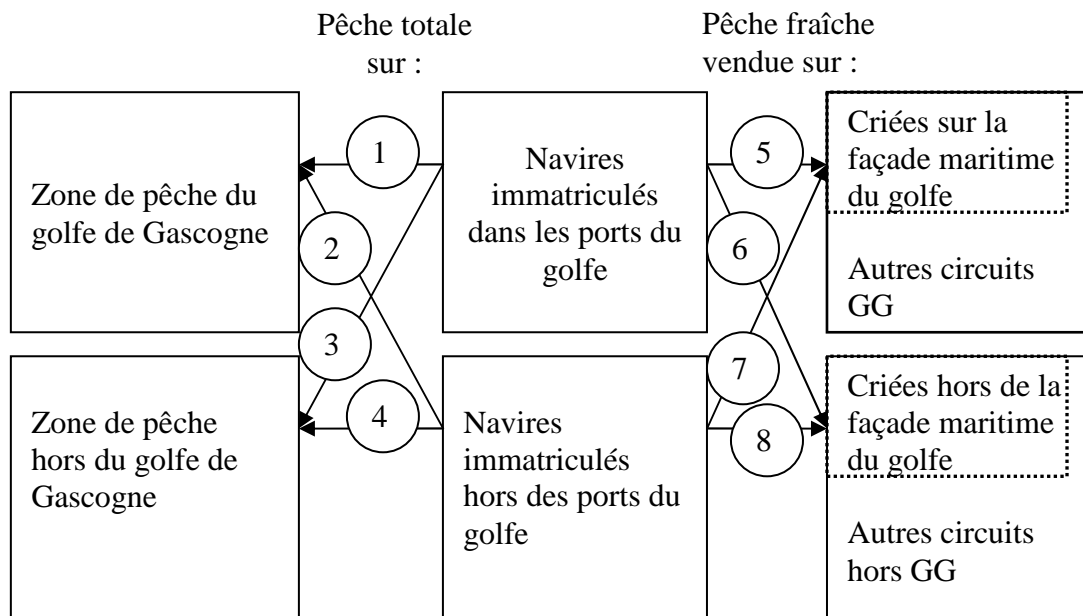
<sup>9</sup> Disponible à l' url : [http://ec.europa.eu/fisheries/publications/maps/tac2008\\_en\\_fr\\_es\\_pt.pdf](http://ec.europa.eu/fisheries/publications/maps/tac2008_en_fr_es_pt.pdf)

## Conclusion du chapitre 1

Ce premier chapitre a permis de délimiter l'ensemble des données avec lesquelles nous souhaitons étudier l'exploitation française dans le golfe de Gascogne. Il a également permis de présenter les sources documentaires utilisées et de décrire la situation actuelle de la pêche dans le Golfe. Le terme golfe de Gascogne recouvre différents sens : les zones CIEM VIII a et VIII b, une façade de 17 quartiers maritimes où sont immatriculés les navires et une vingtaine de criées où a lieu la commercialisation des pêches. L'origine des sources de données est diversifiée, il y a des problèmes de cohérence et de recollement des séries temporelles, en particulier quand elles sont anciennes.

L'une des difficultés est liée à la complexité du système que nous devons étudier et aux interactions multiples qui existent à l'intérieur de celui-ci. Les navires immatriculés dans les quartiers maritimes sur la façade française du golfe de Gascogne peuvent pêcher dans les zones du Golfe ou en dehors de celles-ci. Ils peuvent vendre leurs productions dans les criées de la façade du Golfe ou en dehors de celles-ci. Il en est de même pour les navires immatriculés en dehors du Golfe. Les flux de données que nous utiliserons dans la suite de ce travail sont récapitulés sur la figure qui suit.

Figure 1.6 : Schéma explicatif sur les interactions entre zones de pêche, zones d'immatriculation et lieu de vente



Ces données nous renseignent de la capture en mer (flux 1, 2, 3, 4) jusqu'à la commercialisation (flux 5, 6, 7, 8), en criée ou hors criée.

Si on tient compte du rapport IFREMER de (Leblond, 2007), on peut estimer que la zone VIIIab est essentiellement exploitée par les navires immatriculés dans les ports du Golfe (flux



1). En effet, les navires immatriculés hors des ports du Golfe sur la façade Atlantique consacrent seulement 1.88% de leur activité (en mois-navires) à la zone VIIIab (flux 2). Par contre, 70.5 % (resp. 29.5 %) de l'activité des navires immatriculés dans les ports du Golfe est réalisée dans les zones VIIIab du CIEM (flux 1) (resp. hors du Golfe, flux 3). Toutefois, l'activité des navires ne reflète qu'en partie l'effort total de pêche, car il ne tient pas compte des tailles respectives des navires. Nous faisons l'hypothèse que la production fraîche extraite de la zone VIIIab, comme celle des autres zones, se répartit entre les pêcheurs du Golfe et les autres au prorata des mois-navires. En tenant compte des données présentées dans ce chapitre, on estime en première approximation les volumes des débarquements pour toutes les espèces :

- flux 1 : 81 600 tonnes
- flux 2 : 1 400 tonnes
- flux 3 : 92 300 tonnes
- flux 4 : 226 700 tonnes
- flux 1 à 4 (Atlantique Nord-est toutes espèces) : 403 800 tonnes

Une partie seulement de cette production est débarquée sous forme de pêche fraîche et identifiée en fonction des quartiers maritimes. Sur les 124 000 tonnes produites par les navires immatriculés dans les quartiers du Golfe (flux 5 et 6), 102 000 tonnes sont vendues en halles à marées sur la façade du Golfe (flux 5 en criée, le flux 7 est négligeable). On sait d'autre part que 151000 tonnes sont débarquées par les navires des quartiers maritimes immatriculés sur la façade Atlantique mais hors du Golfe (flux 8). L'écart entre les données de pêche totale et de pêche fraîche regroupe le congelé, les conserves, etc.

Les flottilles du Golfe dépendent pour une bonne partie des zones VIIIab, mais exploitent également les zones de la mer Celtique et de la Manche. Elles dépendent donc de l'état des stocks dans ces deux zones, c'est pourquoi le contexte biologique devra prendre en compte les zones CIEM VIIIab et VIIe-k. L'imbrication des flux amènera à développer des analyses à deux échelles. Le contexte biologique est précisé à partir des avis récents sur l'état des stocks actuels dans les eaux du Golfe, et dans les autres zones exploitées par les flottilles de la façade du Golfe. On présente également les indicateurs biologiques et bioéconomiques que nous avons utilisés dans notre travail, ainsi que les méthodes permettant de les élaborer. Ces différents indicateurs nous serviront à caractériser un système en tenant compte de l'exploitation, de l'économie, de l'écosystème ou les relations entre ces divers éléments.

Afin de prendre en compte l'interaction entre les productions du golfe et les produits de la mer étrangers, les données d'importation des produits de la pêche fraîche sont également répertoriées. Les données de consommation des ménages nous permettent aussi de mesurer le changement des habitudes alimentaires, en particulier des habitudes de consommation des ménages français en produits de la mer.

Comme l'ensemble de la flotte française, l'exploitation des flottilles du Golfe est soumise aux contraintes réglementaires de la politique des pêches de l'union européenne. Les flottilles sont notamment soumises aux contraintes de quotas et de TAC qui seront détaillées au chapitre 2.

Le chapitre 2 précisera l'évolution des facteurs caractéristiques des flottilles et de leurs exploitations sur le long terme.



## Chapitre 2 :

### Evolution globale des pêcheries dans l'Atlantique Nord - Est et le golfe de Gascogne



### **Introduction :**

Pour analyser l'activité économique des flottilles du golfe de Gascogne et comprendre leurs trajectoires, il faut prendre en compte leur évolution sur le long terme. Ce chapitre est consacré à la présentation sur les trente dernières années des principaux chiffres représentatifs de l'économie de la pêche française, sur le golfe de Gascogne, mais aussi sur l'ensemble de la façade de l'Atlantique Nord – Est, puisque comme nous l'avons montré, les pêcheries du Golfe dépendent pour une forte part de leur activité, des ressources de la Manche et de la Mer Celtique.

Pour analyser les dynamiques de la pêche, il est nécessaire de préciser le contexte biologique, institutionnel et économique dans lequel s'est déroulé cette exploitation. Dans cette optique, on donne en premier lieu les tendances sur l'état des principaux stocks des espèces exploitées, dans les zones du CIEM de l'Atlantique Nord - Est et du golfe de Gascogne, car comme le montre Grainger (1996), ces deux zones sont confrontées à une situation de pleine exploitation, voire de surexploitation pour un nombre d'espèces croissant. Selon l'institut français de l'environnement (2006), la situation de l'écosystème reste très dégradée encore aujourd'hui.

Au même titre que l'ensemble de la flotte française, l'activité économique des flottilles du Golfe s'est déroulée dans un contexte institutionnel français et européen qui a cherché à régler la pêche. Nous préciserons les évolutions du système de régulation à travers les mesures de TAC ou de quotas français qui ont été prises au cours du temps, les mesures prises dans le cadre des plans d'orientation pluriannuel (POP), ainsi que les licences et mesures techniques.

Malgré l'importance des aides publiques, les flottilles ont vu baisser leurs effectifs en terme de marins, de nombre de navires et de puissance motrice. Ces évolutions seront détaillées sur l'Atlantique Nord-est et quand c'est possible sur la façade de l'Atlantique Nord-est.

Dans un quatrième temps, les tendances globales des débarquements français sont décrites en tonnage, prix et valeur, à l'échelle de la façade Atlantique et du golfe de Gascogne.

Enfin on précisera, à partir d'un échantillon de navires constitué par l' Observatoire Economique Régional des Pêches de Bretagne, l'évolution des performances économiques de ces navires, comme le chiffre d'affaires, les charges d'exploitation et l'excédent brut d'exploitation.

## **1. Le contexte biologique : les principaux stocks d'espèces commerciales**

Afin de faire face aux effondrements de stocks liés à une pression de plus en plus forte sur de nombreuses espèces, les organisations internationales ont décidé d'appliquer dans les années 1990 le principe de précaution. Ce principe a été entériné en 1995 par la conférence des Nations Unies (1995) sur les stocks de poissons chevauchants (straddling stocks) et les stocks de poissons grands migrateurs et la même année par la FAO (1995) dans son rapport « L'approche de précaution appliquée aux pêches de capture et aux introductions d'espèces ». En 1998<sup>1</sup>, le CIEM (ACFM, 1998) a mis en application ce principe en définissant des valeurs de références limites et de précaution pour les stocks de reproducteurs et la mortalité des espèces due à la pêche. Le stock de reproducteurs est calculé par le CIEM grâce à l'ensemble des campagnes en mer, dont font partie les campagnes EVOHE de l'IFREMER. La mortalité par pêche, quant à elle, est définie par le rapport entre les captures et le stock de biomasse des reproducteurs, et peut par conséquent dépasser 1 certaines années, en cas de pêche de juvéniles.

Pour garder les stocks de biomasse au-dessus d'un niveau minimal et les mortalités par pêche au dessous d'une valeur maximale, quatre valeurs de référence sont préconisées : Blim, Bpa<sup>2</sup>, Flim, Fpa.

- Blim est la valeur limite du stock en dessous de laquelle le recrutement est fortement affecté.
- Flim définit un niveau de mortalité par pêche au dessus duquel le stock est en baisse continue, avec un risque d'effondrement.

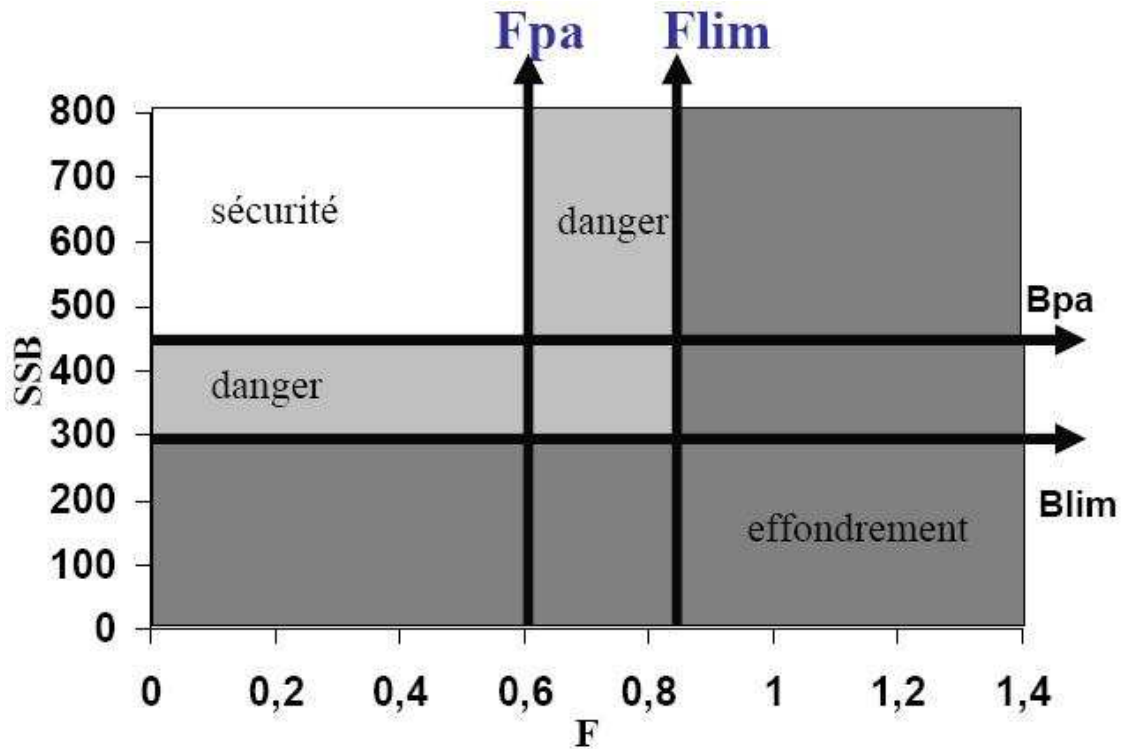
Les points de référence Bpa et Fpa intègrent le principe de précaution et le fait qu'il existe un niveau d'incertitude sur les stocks. En dessous du seuil de mortalité par pêche Fpa, il existe une forte probabilité de ne jamais franchir le seuil Flim. De même, au-dessus du seuil de stock de reproducteurs Bpa, la probabilité de ne pas atteindre Blim est élevée. Bpa est défini par la valeur de la plus petite biomasse de géniteurs qui a été observée sans évidence d'une réduction de recrutement. Le CIEM insiste sur le fait que les seuils de référence Fpa et Bpa sont des limites et non pas des objectifs de gestion. Si ces paramètres ne sont pas liés à des critères d'optimisation économique, ils permettent néanmoins d'observer les périodes pour lesquelles il existe une forte probabilité que ces stocks aient été surexploités. La figure 2.1 schématise les recommandations préconisées par le CIEM.

---

<sup>1</sup> Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management

<sup>2</sup> Pa : Precautionary Approach (Approche avec le principe de précaution)

Figure 2.1 : Approche par précaution développée par le CIEM



Source : CIEM

### 1.1. Les évolutions des abondances dans l'Atlantique Nord – Est :

Les recensements établis par le CIEM donnent l'estimation des stocks d'abondance des reproducteurs (Spawning Stock Biomass) dans certaines zones de l'Atlantique Nord-Est. Le tableau 2.1 présente les stocks de biomasse des reproducteurs recensés de 1973 à 2008, pour 9 espèces principales qui sont sous quota de pêche, mais les séries ne sont pas toutes complètes. Les stocks sont exprimés en tonnes pour la surface marine correspondant au Golfe ou pour des zones exploitées par les pêcheurs français. L'activité des flottilles immatriculées sur la façade du Golfe est présentée sur la figure 2.2. Si celle-ci s'exerce de façon principale sur les zones VIIIab, elle concerne également la zone VII, avec en particulier les zones VIIe-k qui représentent 20% des mois navires.



## Chapitre 2 : Evolution globale des pêcheries dans l'Atlantique Nord-Est et le golfe de Gascogne

Tableau 2.1 : Stocks de biomasse des reproducteurs (en tonnes) de 9 espèces sous quota dans les zones CIEM les plus proches du golfe

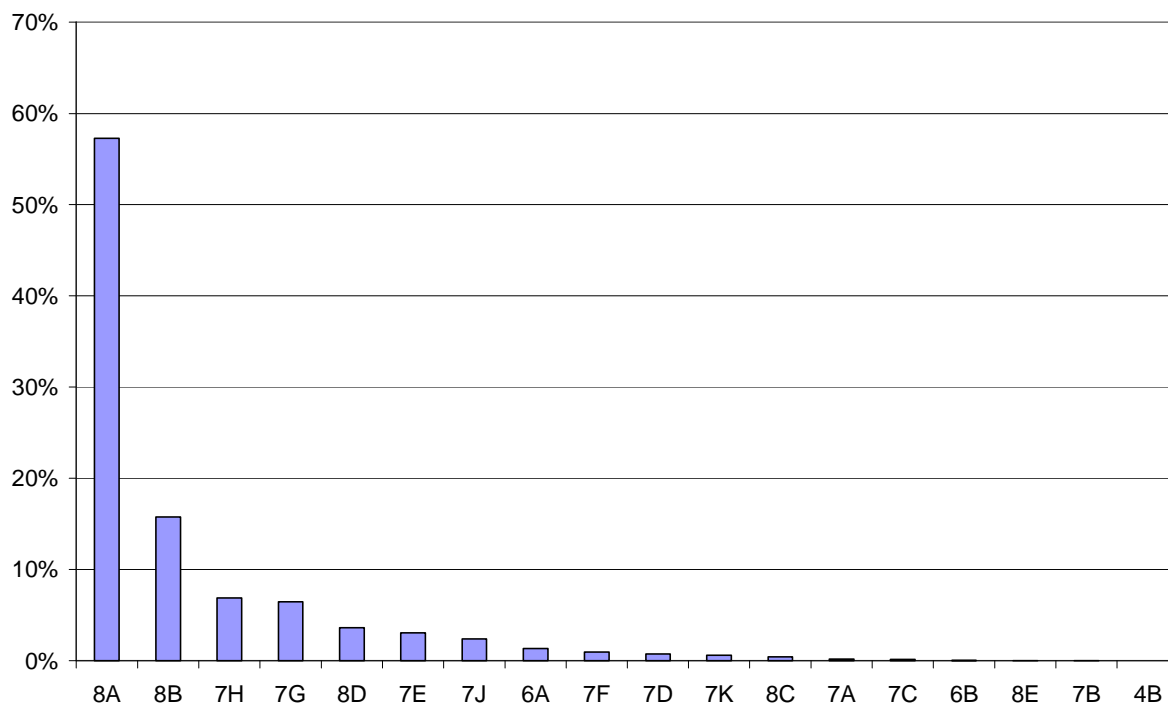
Année	Anchois commun	Baudroie d'Europe	Cardine	Eglefin	Langoustine	Merlan commun	Merlu commun d'Europe	Morue commune	Sole commune
	(VIII)	(VIIb-k et VIIIab)	(VII et VIII)	VII b-k	(VIIIab)	(VIIe-k)	(Stock nord)	(VIIe-k)	(VIIIab)
1973								7673	
1974								7410	
1975								6622	
1976								6301	
1977								7681	
1978							203200	8614	
1979							<b>239800</b>	8946	
1980							224100	9452	
1981							240500	10341	
1982						18983	240700	13012	
1983						16986	229400	13427	
1984						17509	241900	10339	10650
1985			76 413			17573	328100	13449	11231
1986		<b>83 487</b>	79 947			18628	297800	13413	11898
1987	22911	75 311	<b>82 448</b>		9350	25009	244100	10786	12560
1988	38011	69 844	75 873		9625	33780	185900	14690	13064
1989	19246	65 912	63 124		9614	34800	159100	<b>24062</b>	13062
1990	67640	60 717	54 458		9825	27476	128000	17947	13281
1991	32089	61 191	55 276		9507	24246	109600	9960	14417
1992	102672	55 681	59 195		9956	32369	99300	8106	15957
1993	99454	50 633	61 395	11387	8821	47154	98400	10965	<b>16560</b>
1994	61372	56 114	62 385	13173	8588	62795	94200	12968	16108
1995	53232	74 657	69 596	11971	8948	74912	98700	11685	14537
1996	60194	72 969	67 064	18764	8536	<b>73064</b>	95800	14368	14155
1997	51677	65 308	74 504	21179	7734	63282	99100	12809	13694
1998	75722	63 998	74 834	15616	8683	50261	95400	11191	13621
1999	74174	57 721	65 053	10140	7858	39950	92600	9684	12628
2000	<b>116561</b>	51 483	60 630	13477	7733	35636	94600	6511	12116
2001	100153			15012	8146	40862	103300	7104	10796
2002	36567			17324	8739	40904	107700	9456	9889
2003	31133			20231	9187	34111	110200	8233	9620
2004	37140			<b>23609</b>	8327	31433	122100	4768	11097
2005	15177			16954	8713	28545	121000	3857	11511
2006	23457			15181	10456	24377	131200	4365	11610
2007	29873			22046	<b>12512</b>	24915	129600	5879	12014
2008				18615		24349	141500	6794	12726

Source : (Brunel, 2006), IFREMER, CIEM<sup>3</sup>

Les fichiers statistiques du CIEM donnent également les valeurs des points de références pour certaines espèces, elles sont présentées sur le tableau 2.2.

<sup>3</sup> Les stocks de biomasse de reproducteurs (SSB) pour la baudroie (*Piscatorius* et *Budegasa*) et la cardine proviennent de Brunel (2006). Les autres SSB sont issues de données mises à jour (2009) sur le site du CIEM.

Figure 2.2 : Ratio d'activité en navires mois des navires des quartiers maritimes exploitant sur la façade du golfe de Gascogne (2006)



Source : (Leblond, 2007)

Tableau 2.2 : Points de référence limite (lim) et de précaution (pa) pour la mortalité par pêche (F) et la biomasse de reproducteur (SSB)

	Flim	Fpa	Blim	Bpa
Anchois	-	1.0 / 1.2 <sup>4</sup>	21 000	33 000
Baudroie (Bude.) VII b-k et 8ab	-	0.23	-	22 000
Baudroie (Pisc.) VII b-k et 8ab	0.33	0.24	-	31 000
Langoustine 8ab	-	-	-	-
Merlan 7 e-k	-	-	15 000	21 000
Merlu Stock Nord	0.35	0.25	100 000	140 000
Morue 7 e-k	0.9	0.68	6 300	8 800
Sole Golfe Gascogne	0.58	0.42	-	13 000

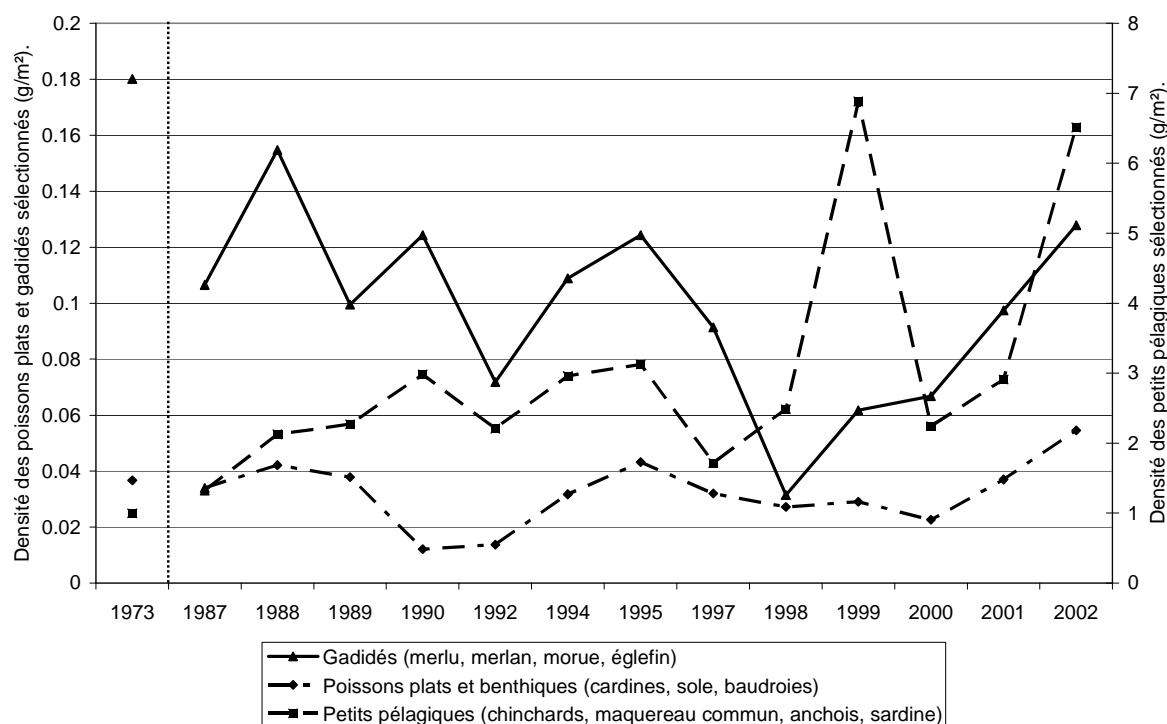
Pour ce qui concerne le golfe de Gascogne, nous avons présenté en annexe A.1.3 les données de densité de biomasse totale des espèces des campagnes EVOHE en g/m<sup>2</sup> pour l'ensemble des espèces recensées. A partir de ces données, nous avons regroupé les principales espèces

<sup>4</sup> En ce qui concerne l'anchois, le point de référence de précaution Fpa est défini au niveau où la mortalité par pêche divise par deux le ratio de renouvellement de l'espèce SSB/R, i.e. le ratio stock de biomasse de reproducteurs par le poids des recrues.

commercialisées par groupe d'espèces comme présenté au chapitre 1, ceci pour trois groupes : les petits pélagiques<sup>5</sup>, les gadidés qui sont des démersaux<sup>6</sup> et les poissons benthiques<sup>7</sup>. L'évolution de la densité de ces groupes issus des données EVOHE est présentée sur la figure 2.1. Pour tenir compte des différences dans l'importance de leurs densités, les petits pélagiques sont reportés sur l'axe droit des ordonnées.

Le groupe des poissons plats ou benthiques semble assez stable sur la période. Le groupe des gadidés sélectionnés (représenté essentiellement par la densité du merlu) diminue entre 1987 et 1998, pour remonter ensuite jusqu'à des valeurs voisines de celles de l'année 1995. On peut enfin observer une tendance significative à l'augmentation de la densité d'abondance de la sélection des petits pélagiques sur l'ensemble de la période. Nous représentons dans l'annexe A.2.1 le détail des évolutions des espèces sélectionnées par groupe.

Figure 2.3 : Densités (g/m<sup>2</sup>) d'une sélection de gadidés, poissons benthiques et petits pélagiques recensés dans le golfe de Gascogne par les campagnes EVOHE (IFREMER)



## 1.2. Evolutions de l'abondance de quelques espèces significatives :

- En ce qui concerne les principaux stocks de gadidés :

A titre d'exemple, nous décrivons le stock de reproducteurs et la mortalité par pêche pour la morue, ceci pour les zones VIIe-k. Le stock de biomasse de reproducteurs est croissant sur la période 1973-1989, puis suit une tendance décroissante. Ce stock passe une fois sous le seuil

<sup>5</sup> L'adjectif pélagique dérive de pélagos pour préciser qu'une espèce vit en pleine mer.

<sup>6</sup> L'adjectif démersal s'applique à un poisson vivant près du fond sans pour autant y vivre de façon permanente.

<sup>7</sup> L'adjectif benthique dérive de benthos et s'emploie pour préciser qu'une espèce vit dans la zone de fond marin.

de précaution en 1992. Sur la période 2000-2008, il est sous la valeur critique à partir de 2003. Cette tendance à la surexploitation se constate également sur la courbe de mortalité par pêche. Depuis 1980, celle-ci dépasse le seuil de précaution et parfois la valeur limite. La morue femelle atteint sa maturité sexuelle aux alentours de 6 ans, pour une taille entre 45 et 60 cm. L'importance de la mortalité par pêche qui dépasse parfois 1 signifie qu'un nombre important de captures est composé de morues non sexuellement matures.

Figure 2.4a : Stock de biomasse des reproducteurs de morue (VII e-k)

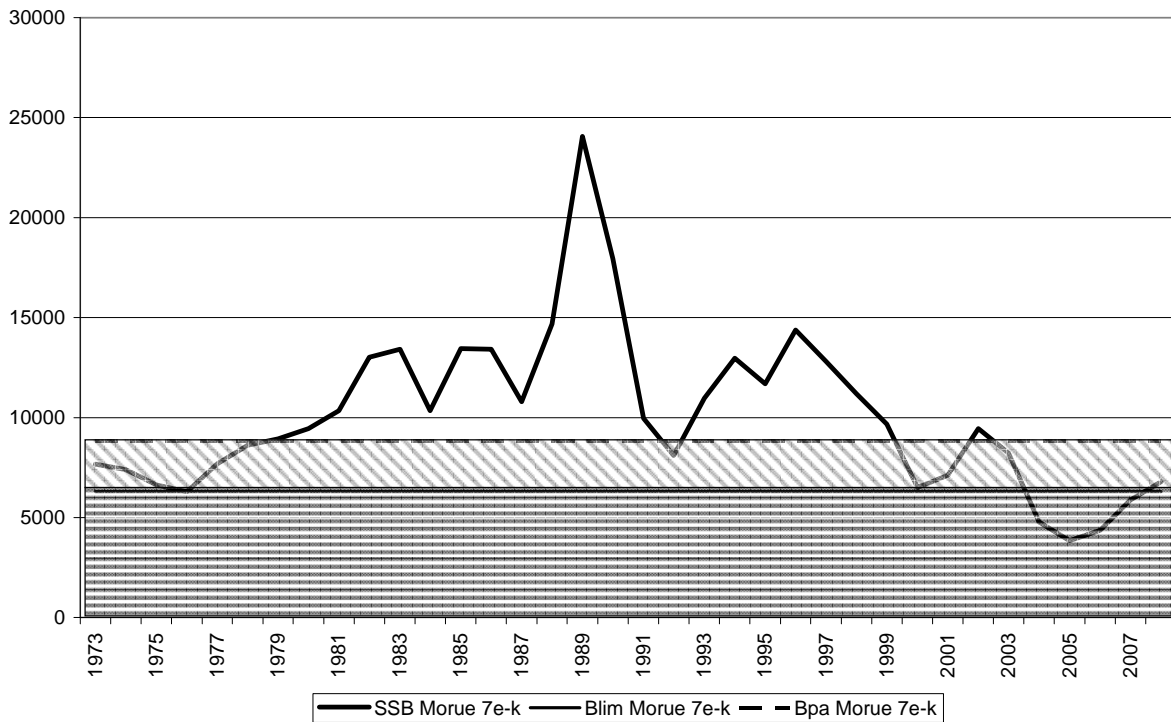
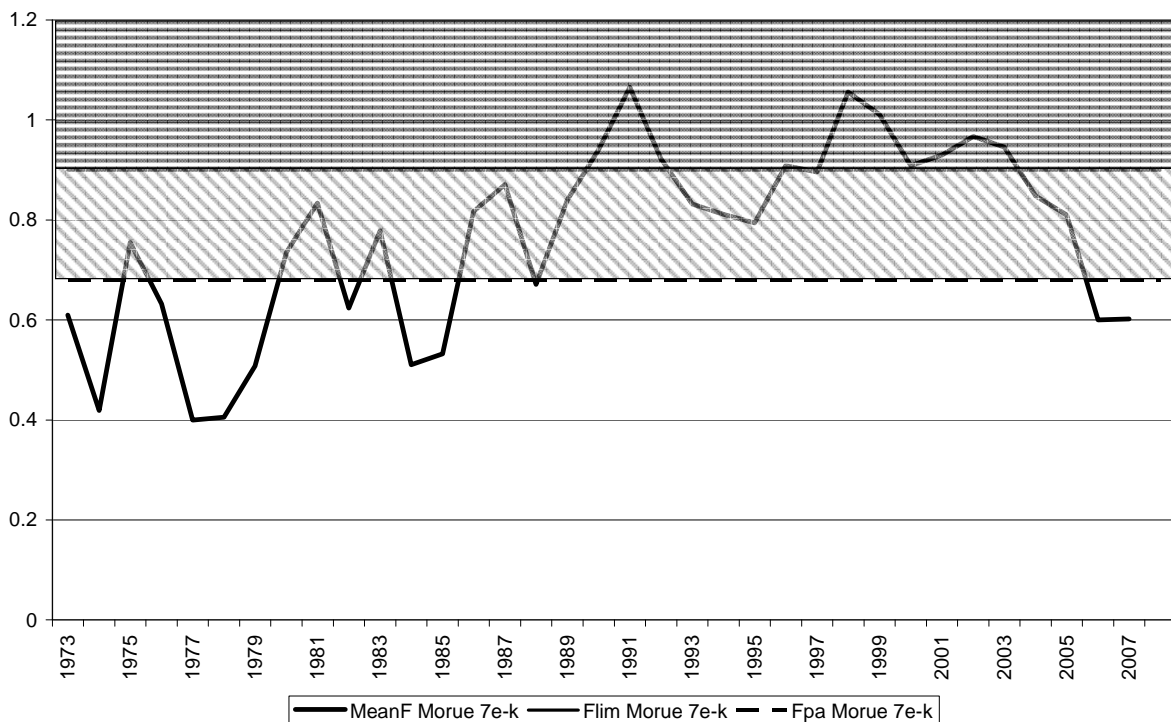


Figure 2.4b : Mortalité par pêche (F) de morue (VII e-k)



Source : CIEM

L'espèce semble quasi absente dans les derniers échantillonnages des campagnes EVOHE à partir de 1997. Rappelons toutefois que le golfe de Gascogne est à l'extrémité sud de l'aire de répartition de cette espèce.

Pour ce qui concerne le merlu du stock nord (Divisions IIIa, IV, V, VI, VII et VIIIabde du CIEM), le stock de biomasse des reproducteurs est décroissant à partir de 1985 et s'effondre jusqu'en 1991 en dessous du niveau de biomasse limite, puis reste stable autour du stock limite. A partir de 1997, le niveau de mortalité par pêche est au-dessus du niveau de précaution, ce qui montre que cette espèce est également en situation de surexploitation.

Les données EVOHE montrent, malgré des fluctuations, une baisse de 1987 à 1997 des données de densité dans le golfe de Gascogne, suivie d'une remontée entre 1999 et 2002, comme sur les données CIEM. La remontée des densités observée à partir de 1997, similaire à celle observée sur les données CIEM, ne peut pas être interprétée comme une sortie de la surexploitation.

Figure 2.5a : Stock de biomasse des reproducteurs (SSB) de merlu (Stock Nord)

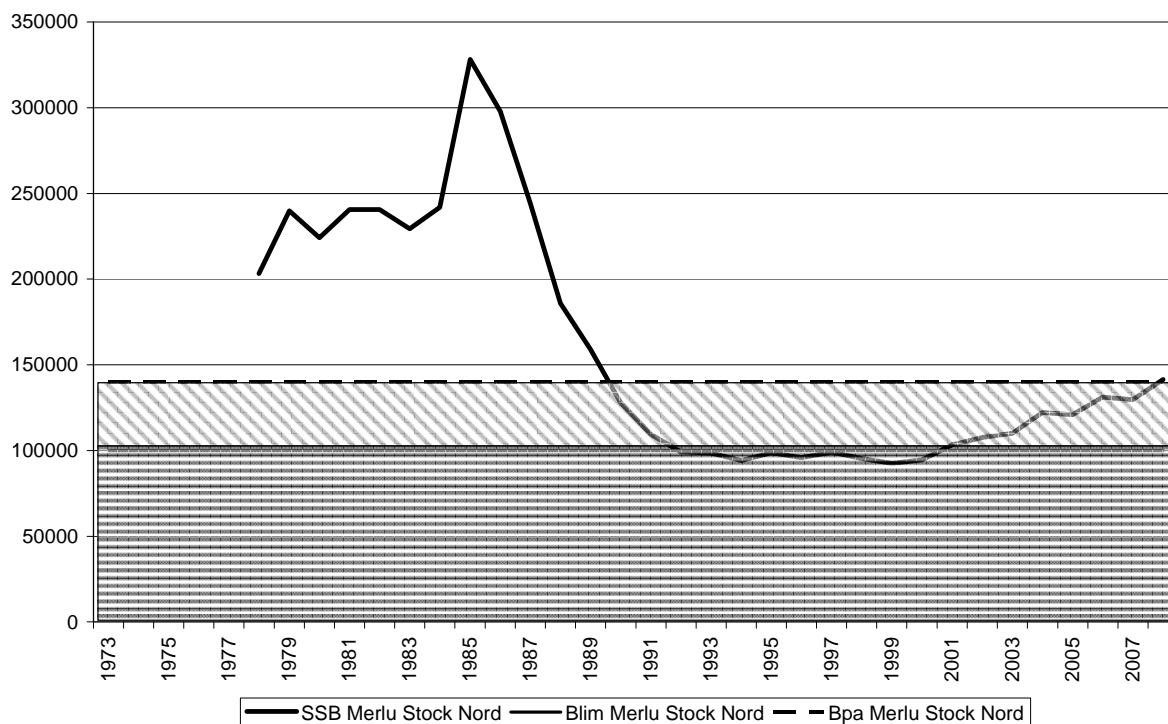
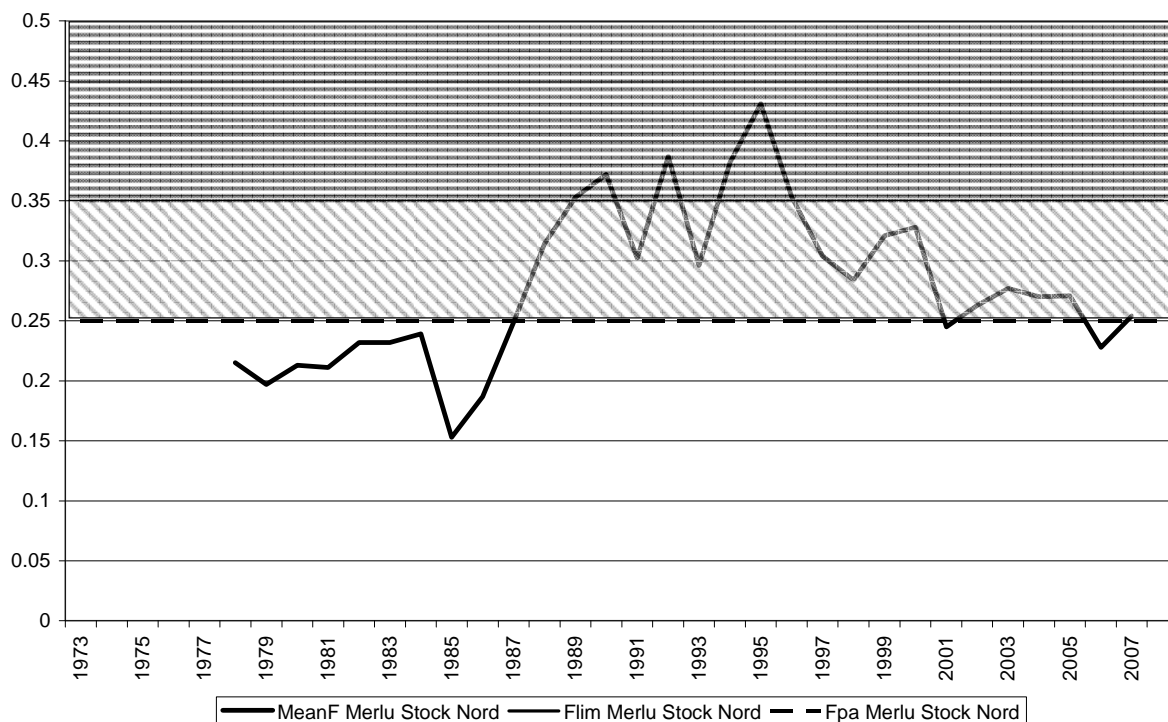


Figure 2.5b : Mortalité par pêche (F) de merlu (Stock Nord)



Source : CIEM

Le stock d'abondance du merlan dans la zone VIIe-k augmente fortement de 1991 à 1995 et chute ensuite pour les stocks. Cette tendance n'est pas la même quand on observe les données

EVOHE des prélèvements sur le Golfe, on y observe une tendance à la baisse entre 1987 et 2001. Il n'y pas encore de valeur de précaution et limite pour la mortalité par pêche définies pour cette espèce dans les bases du CIEM disponibles.

Figure 2.6a : Stock de biomasse des reproducteurs de merlan du CIEM (VII e-k)

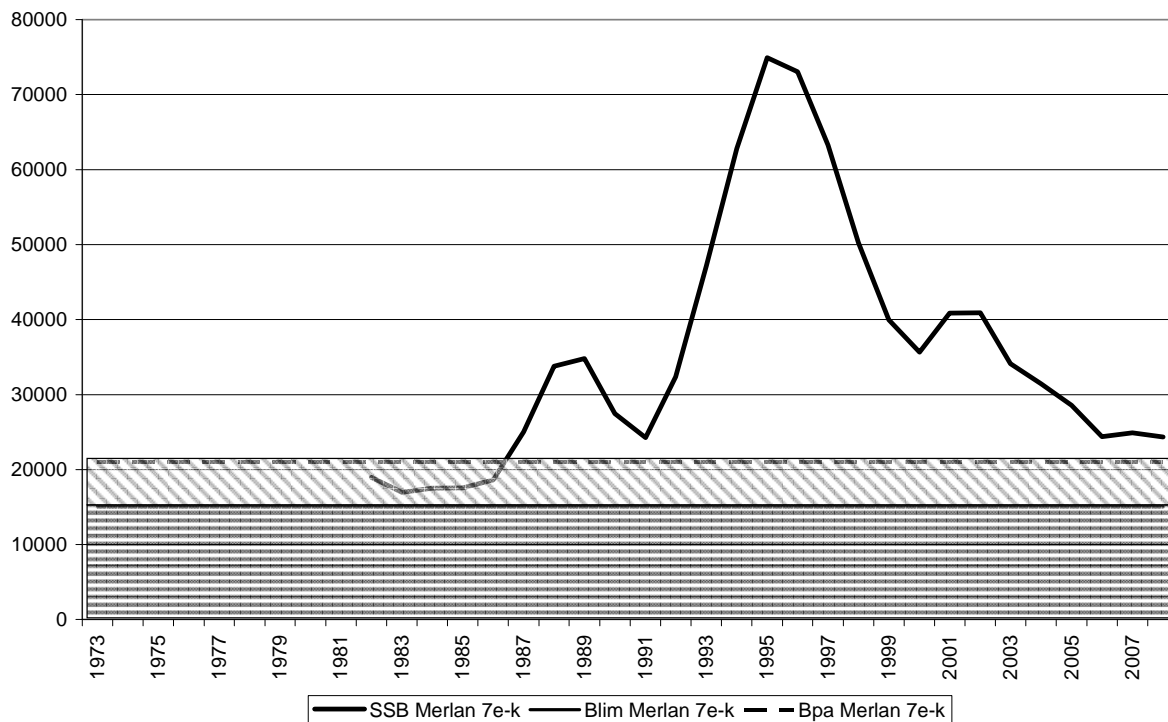
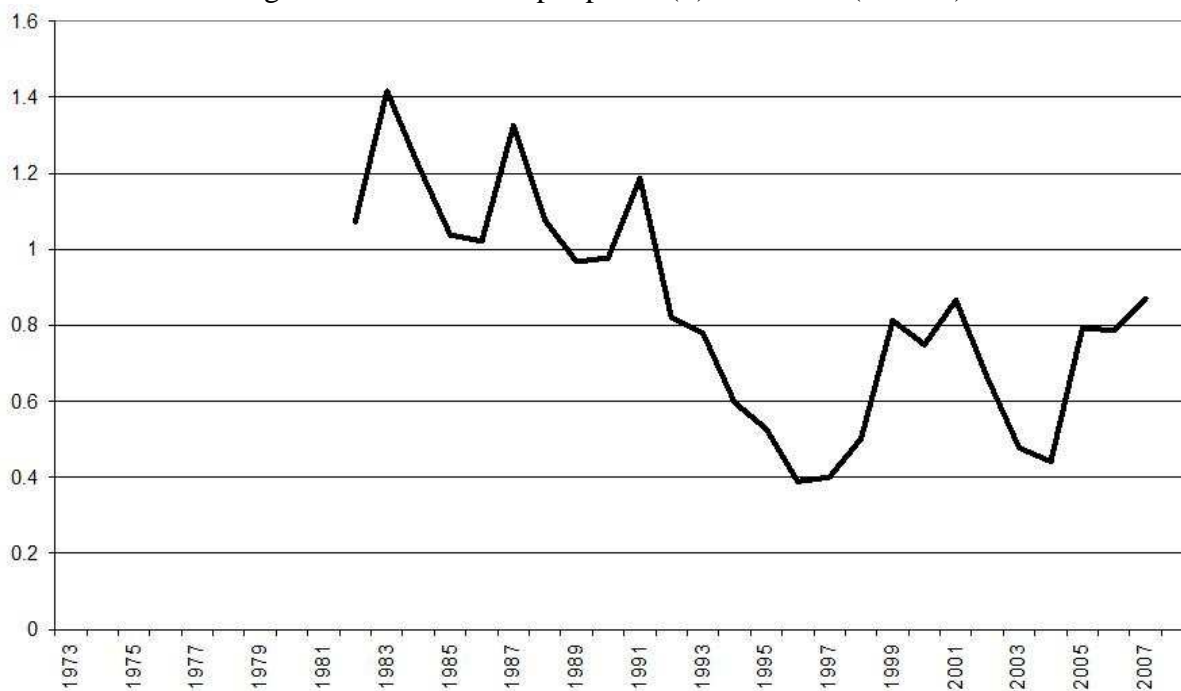


Figure 2.6b : Mortalité par pêche (F) de merlan (VII e-k)

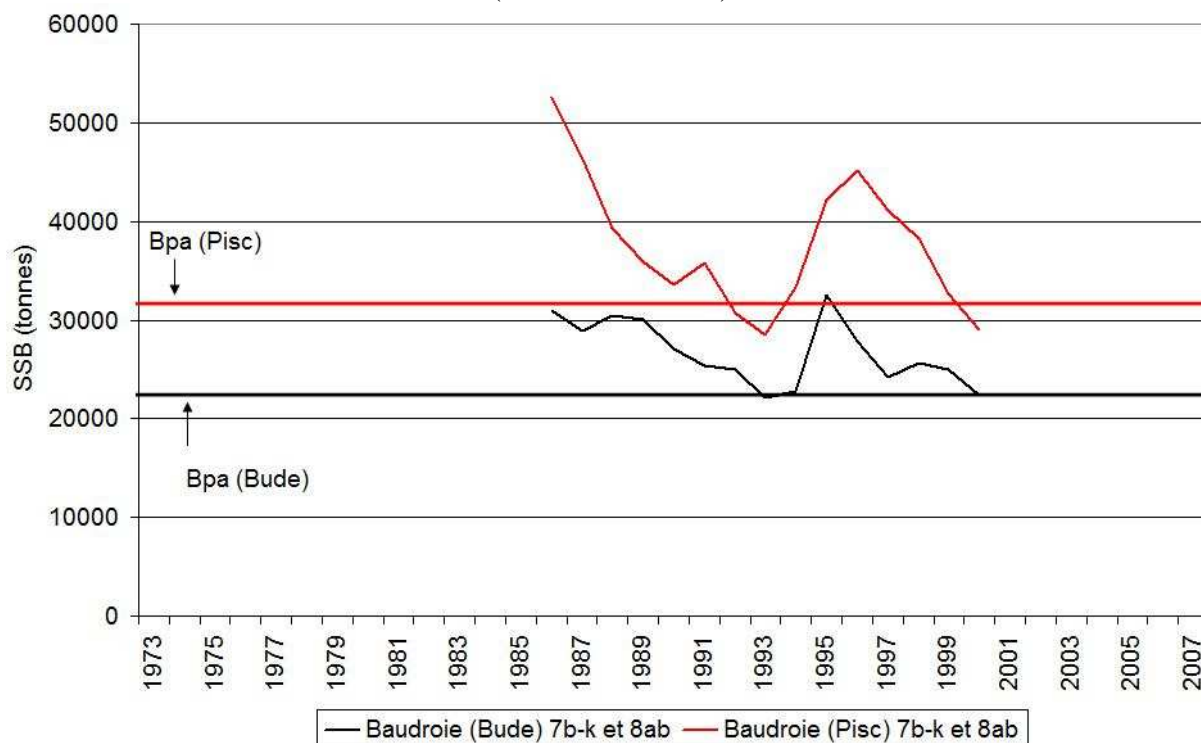


Source : CIEM

• **En ce qui concerne les principaux stocks de poissons plats ou benthiques :**

L'espèce baudroie commune (*Lophius piscatorius*) et la baudroie rousse (*Lophius budegasa*), sont regroupées dans le circuit commercial sous l'appellation baudroie. Par conséquent, on représente, dans la figure 2.7, les abondances en reproducteurs de ces deux espèces dans les zone CIEM VIIb-k et VIIIab. Dans un avis du CIEM récent sur la baudroie<sup>8</sup>, les stocks sont inconnus à partir de 2000, il n'est pas possible de quantifier les valeurs de B et F, mais la biomasse correspondant à la baudroie *piscatorius* est en augmentation entre 1997 et 2006 pour la zone VIIb-k et VIIIab ; la biomasse de la baudroie *budegasa* est, quant à elle, stable. La baudroie est une espèce dont l'abondance a particulièrement varié dans le temps, exerçant un fort effet sur l'exploitation dans le golfe de Gascogne. Les tendances observées par les campagnes EVOHE montrent pour la baudroie une augmentation de la densité pour les deux espèces de baudroie à partir de 1998.

Figure 2.7 : Stock de biomasse des reproducteurs de baudroie (rousse et commune) du CIEM (VII b-k et VIIIab)



Source : CIEM

Les données concernant la biomasse des reproducteurs de sole sont disponibles pour le golfe de Gascogne, ce stock augmente jusqu'en 1993, décroît de 1993 et 2003 pour augmenter par la suite, tout en restant en dessous du seuil de précaution. Les données EVOHE ne connaissent pas la même chute que la SSB et semblent même montrer que la densité augmente dans le Golfe à partir de 1990. La mortalité par pêche est au-dessus du seuil de

<sup>8</sup> <http://www.ices.dk/committe/acom/comwork/report/2007/oct/ang-78ab.pdf>



précaution à partir de 1986. Selon l'Ifen, il n'existe plus de soles âgées de plus de 8 ans dans le Golfe alors que l'espèce a une durée de vie de 25 ans.

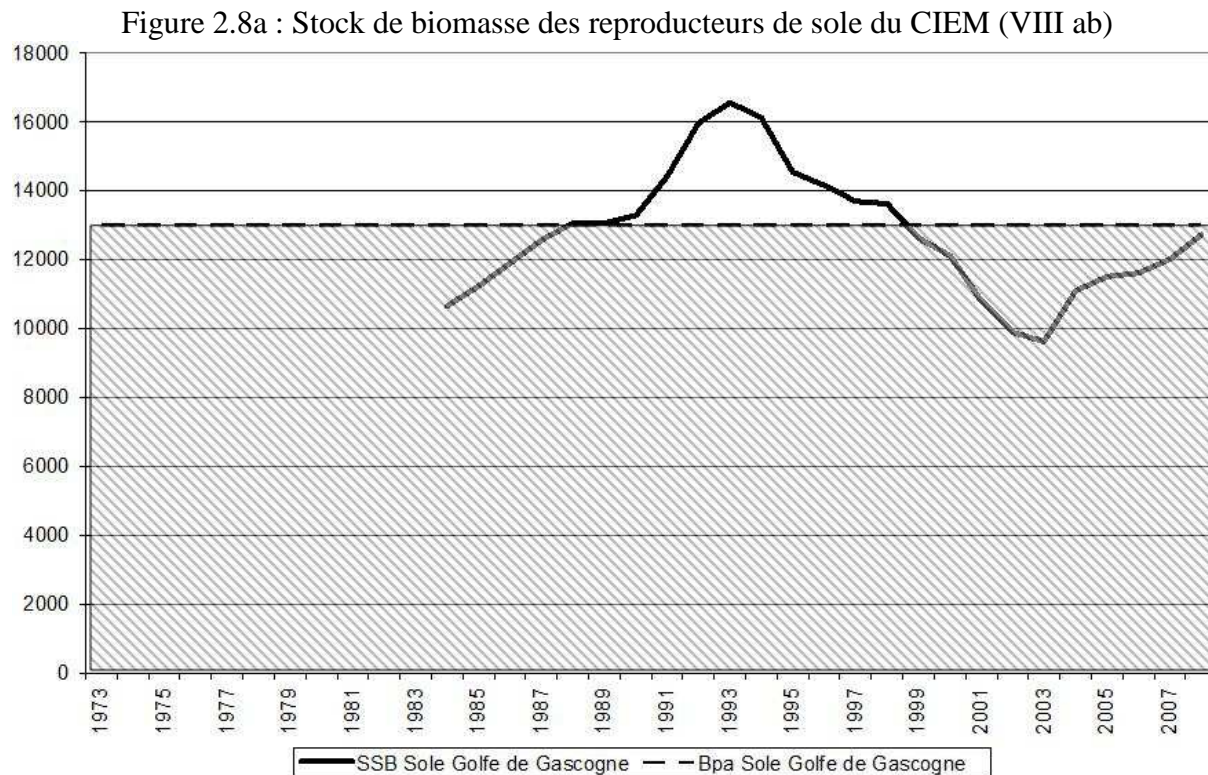
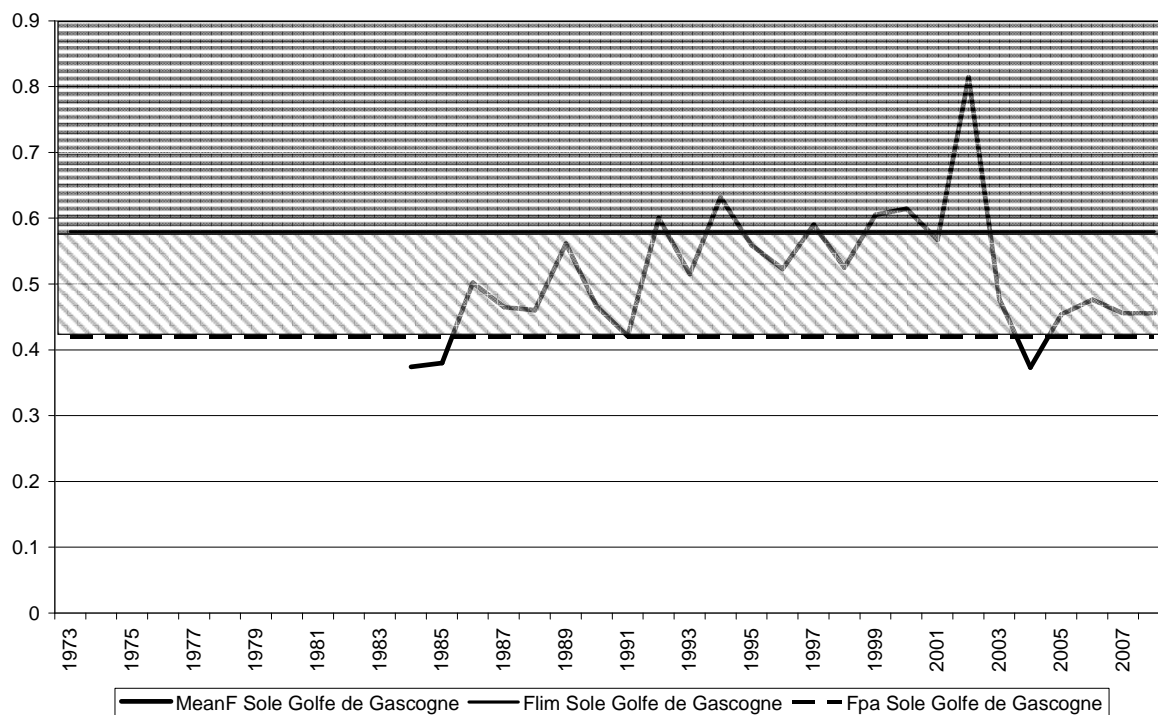


Figure 2.8b : Mortalité par pêche (F) de sole (VIII ab)



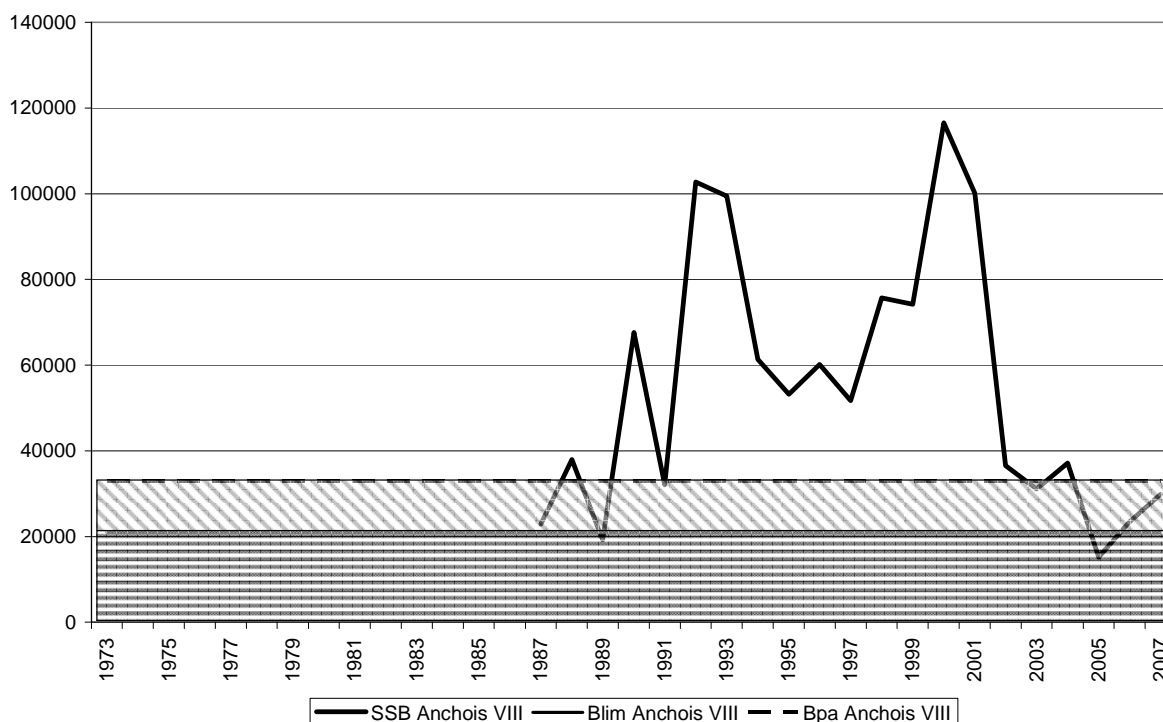
Source : CIEM

- **En ce qui concerne le principal stock recensé de petits pélagiques, l'anchois :**

Le stock de reproducteur d'anchois mesuré par le CIEM dans le golfe de Gascogne a une tendance à la hausse entre 1987 et 1993 et chute jusqu'en 1996, il atteint un pic en 1998 puis redescend. Le stock d'anchois est ensuite descendu très fortement en 2005, en dessous de la valeur limite. C'est un poisson dont les fluctuations de stock sont très importantes, comme le montrent les densités d'abondance mesurées par les campagnes EVOHE dans le Golfe.

En se basant sur les récentes estimations du SSB, le CIEM classe le stock comme étant en zone de risque en ce qui concerne sa capacité de reproduction. Le SSB en 2007 est estimé à 27% au dessus du niveau de 2006, mais reste entre Blim et Bpa. De faibles recrutements depuis 2001 et une absence presque complète de recrues pour l'année 2004 sont les causes principales de l'effondrement. Les recrues d'un an de l'année 2007 sont à un niveau identique à celui de 2006, les deux étant aux niveaux les plus bas des séries de recrutement antérieures. Le CIEM a recommandé que la pêche devienne fermée en 2008, au moins jusqu'en juillet, le temps que des estimations fiables des SSB en 2007 et 2008 soient établies.

Figure 2.9 : Stock de biomasse des reproducteurs d'anchois (VIII)



Source : CIEM

- **En ce qui concerne la langoustine :**

Nous ne disposons pas de données de densité EVOHE pour la langoustine. Le stock de langoustine diminue entre 1987 et 1999. Il augmente ensuite en 2000 jusqu'en 2007. Il n'y a pas de valeurs de référence pour cette espèce. La mortalité par pêche pour cette espèce est voisine de 0.5.

Figure 2.10a : Stock de biomasse des reproducteurs de langoustine entre 1995 et 2000 (zone CIEM VIII ab)

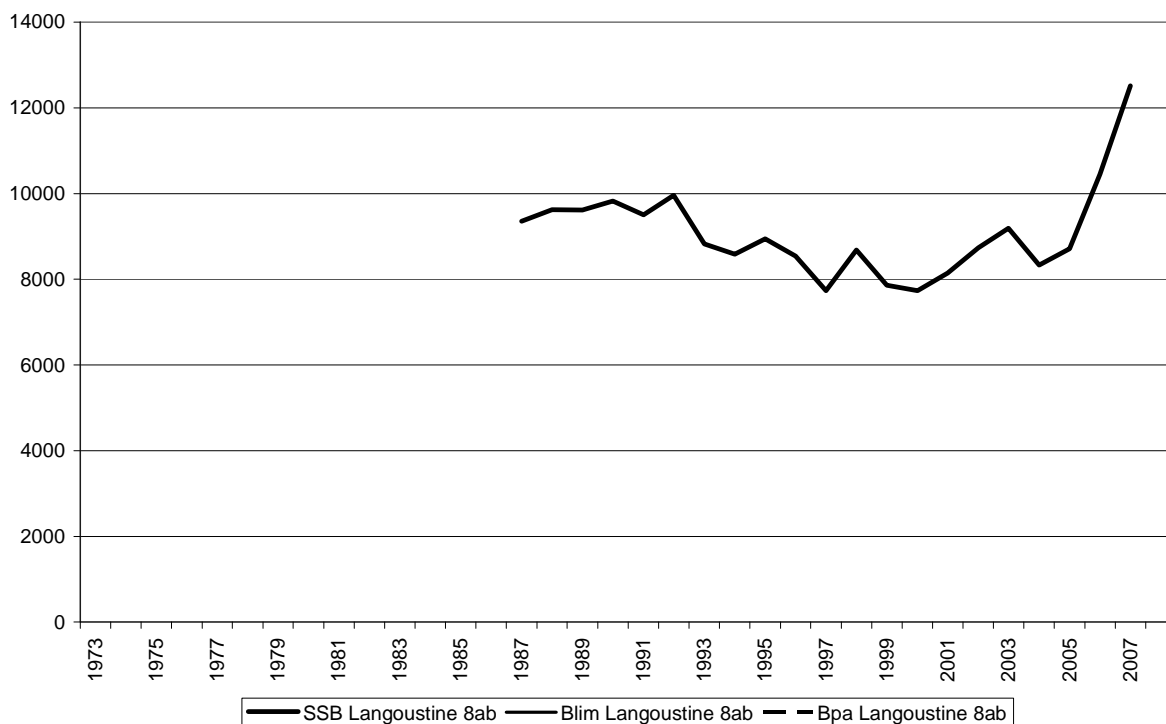
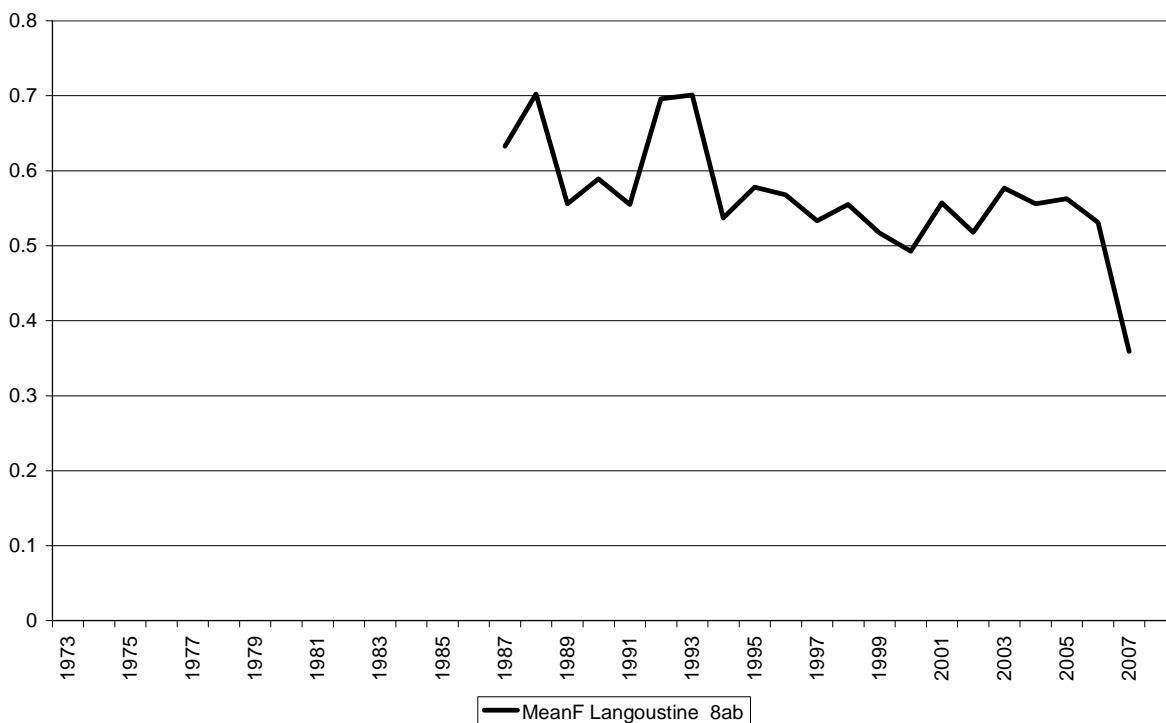


Figure 2.10b : Mortalité par pêche (F) de langoustine (VIII ab)



Source : CIEM

Pour toutes les espèces recensées par le CIEM présentées ici, en dehors du merlan et de la langoustine, les valeurs de biomasse de reproducteurs sont en dessous des seuils de précaution pour les zones concernées. L'importance de la mortalité par pêche démontre l'intensité de l'exploitation. Si on observe, par les campagnes EVOHE, de nombreuses tendances à la baisse de l'abondance pour certaines espèces dans le Golfe, en particulier pour les espèces du groupe des gadidés, il convient d'être prudent, car les données CIEM et des données EVOHE ne sont pas de même nature : stocks de reproducteurs d'un côté et densité en g/m<sup>2</sup> incluant les juvéniles pour les données EVOHE.

L'observation de l'évolution de l'abondance d'une espèce, pour une zone CIEM donnée, ne permet que difficilement d'établir un diagnostic fiable de l'évolution d'une zone plus précise. Ainsi, F. Le Loc'h (2004) a étudié des communautés benthiques dans le golfe de Gascogne et constaté que dans les zones fréquemment draguées par les engins traînants comme la Grande Vasière, les dépôts alluvionnaires sont touchés et entraînent des diminutions d'abondance de certaines espèces. Cependant, cette tendance à la baisse n'est pas observée de manière homogène pour toutes les zones du Golfe, ni toutes les espèces benthiques. De la même manière, les données des campagnes EVOHE sont étudiées par Poulard et Blanchard (2005). Ces chercheurs observent des tendances d'abondance à la baisse pour certains groupes d'espèces, mais ils estiment, qu'avec ces données, il est difficile de faire la part des choses entre les facteurs anthropiques et climatiques pour expliquer les variations d'abondance.

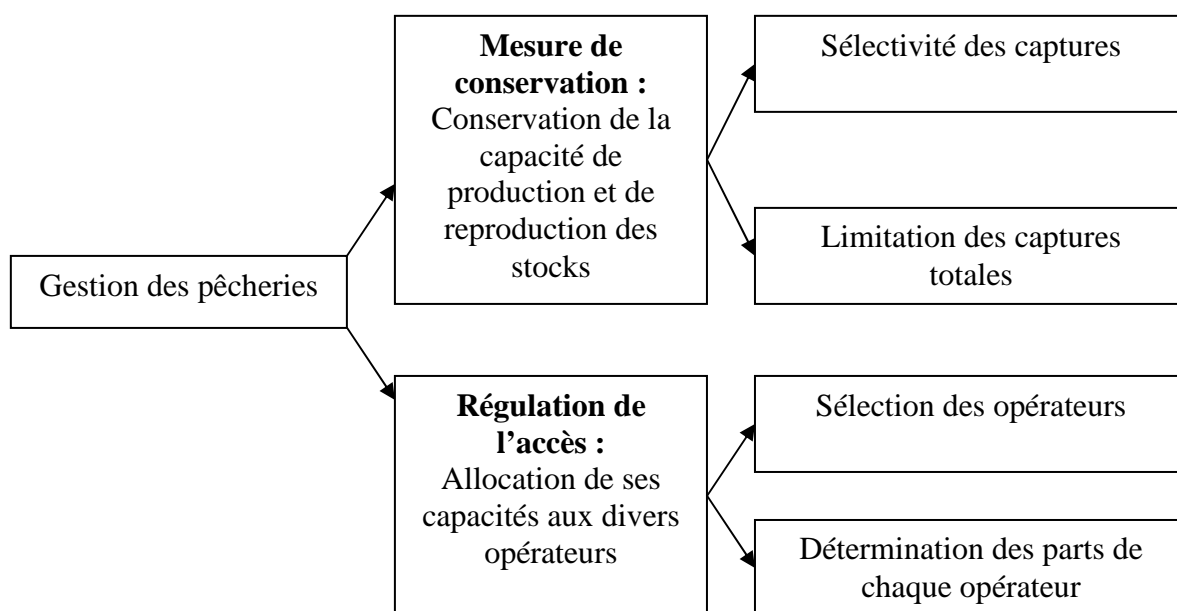
## ***2. L'évolution du contexte institutionnel français et européen***

L'objectif de cette partie est de faire l'inventaire des mesures ayant été mises en place par la communauté européenne et la France et leur application dans le golfe de Gascogne, ainsi que leurs éventuels impacts, ceci à partir de 1973. Cette partie sera illustrée par la présentation de l'évolution des quotas pour cinq espèces dans le Golfe.

### **2.1. Les instruments de régulation**

En reprenant la typologie proposée par Troadec et Boncoeur (2003), les instruments d'aménagement des pêcheries peuvent être classés en mesure de conservation et en mesure de régulation de l'accès. Les mesures de conservation concernent la préservation de la capacité productive et reproductive des stocks. Les mesures de régulation de l'accès définissent la répartition de la capacité de pêche entre les exploitants.

Figure 2.11 : Les deux objectifs de la gestion d'une pêcherie



Source : Troadec et Boncoeur (2003)

Tableau 2.3 : Typologie des outils de régulation de l'accès

Méthode de contrôle		Variable de contrôle	
		A. Effort de pêche	B. Débarquements
1. Administrative (Commande et contrôle)		Non transférable Licences de limitation d'entrée	Non transférable Quotas individuels
2. Economique (incitations)	2.1 Taxes	Taxe sur l'input	Taxe sur les débarquements
	2.2 Méthodes de droit d'accès	Licence de droit d'entrée transférable	Quota individuel transférable

Source : Troadec et Boncoeur (2003)

Le tableau 2.3 présente une synthèse de la typologie des outils de régulation de l'accès. Pour cela on peut identifier l'outil selon la variable de contrôle (l'effort ou les captures) ou la méthode de contrôle, administrative (par la définition d'une norme ou de lois) ou économique (par divers mécanismes incitatifs).

La Communauté Européenne a mis en place diverses mesures de régulation qui ont eu d'importantes conséquences pour l'exploitation dans le Golfe. Parmi celles-ci, le TAC (Total Admissible de Capture) est considéré comme une mesure de conservation car il a pour objectif de limiter les captures totales d'un stock. Le principal défaut des mesures de conservation est qu'elles ne prennent pas en compte le caractère endogène de la tendance à la surcapacité : l'écart permanent entre optimum individuel et optimum collectif constitue une externalité fondamentale au problème de la gestion d'une pêcherie. Par contre, le quota par pays est considéré comme un outil de régulation de l'accès puisque, grâce au système de clés de répartition, il définit par pays les parts de captures qu'ils peuvent pêcher. La Politique Commune des Pêches a également mis en place d'importantes mesures de régulation de l'accès, notamment par le biais de la limitation ou de la réduction de la capacité des flottilles (Plans d'Orientation Pluriannuels). Les mesures prises sur la façade Atlantique, ou quand c'est possible dans le golfe de Gascogne sont illustrées dans le paragraphe qui suit.

## **2.2. Créations des organismes de régulation et objectifs des grands programmes**

### **Débuts de la gestion des pêches au niveau européen**

A. Forest (2008) dresse l'historique de la gestion des pêches au niveau européen. En 1902 à Copenhague, naît le Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM). Son rôle est de coordonner et de promouvoir la recherche dans le domaine de la mer dans l'Atlantique Nord, en incluant des mers adjacentes comme la mer Baltique et la mer du Nord. Un des rôles actuels du CIEM est de fournir à la Commission Européenne des diagnostics sur l'état des ressources et sur leur exploitation ainsi que d'évaluer les conséquences biologiques de différents scénarios de gestion des pêcheries, via l'ACFM<sup>9</sup>. En 1937, 1943 et 1946 se tiennent à Londres trois conférences internationales en vue de mieux réglementer les pêches dans cette zone. Elles mèneront à la création de commissions successives dont la NEAFC (North East Atlantic Fisheries Commission) en 1963 qui est toujours en place.

En 1977 a lieu l'extension aux 200 milles des Zones Economiques Exclusives (ZEE) des pays membres de la communauté européenne. En 1983 est instauré le premier régime communautaire de conservation et de gestion des ressources halieutiques, la politique commune des pêches (PCP). La même année se met en place le système des TAC. Les TAC fixent pour un certain nombre d'espèces un seuil de prélèvement par zone maritime à ne pas dépasser. Cette mesure constitue un point important instauré par la PCP et fait l'objet de négociations annuelles au niveau du conseil des ministres des pêches. Chaque Etat bénéficie

---

<sup>9</sup> ACFM : Advisory Committee on Fishery Management (Commission Consultative de Gestion des Pêches)

d'une proportion en pratique fixe des TAC, basée sur des clés de répartition fixées par les débarquements historiques de la période 1973-1978. La quantité allouée à chaque pays est appelée quota de pêche.

### **2.3. Les mesures portant sur la structure de la filière pêche et l'évolution des flottilles**

En 1983, ont été mis en place des mesures d'harmonisation pour restructurer la flotte de pêche sous la forme des Plans d'Orientation Pluriannuels (POP). Les POP ont visé à réaménager la taille de la flottille de pêche des Etats membres de l'Union Européenne, en vue d'adapter l'effort de pêche aux ressources disponibles. L'effort de pêche est défini comme le produit entre, d'une part, la capacité de pêche d'un navire calculée à la fois en tonnage et en puissance motrice, et, d'autre part, l'activité, c'est-à-dire les jours passés en mer. Suite aux critères fixés par Bruxelles, les pays européens établirent ensuite des programmes de gestion des flottilles de quatre à cinq ans. Les flottilles ont été divisées en groupes, ou segments correspondant à leurs pêcheries.

Il s'agissait alors de renforcer la rentabilité du secteur de la pêche. Ces aides ont également été utilisées pour l'élimination de surcapacité de pêche, appliquées dans chaque segment des flottilles nationales ; les segments étaient à l'époque de grands agrégats de type chalutiers, senneurs, fileyeurs. La réduction de l'effort peut être réalisée, soit en retirant pour de bon un certain nombre de navires, soit par un système de permanence des navires au port pour une période donnée.

Les deux premiers POP ont eu pour objectif la restructuration des flottes, en consacrant des crédits à l'investissement et à la modernisation des navires. Le POP I (1983-1986) a subventionné la construction de navires neufs. Le POP II (1987-1991) a fixé comme objectif de légèrement réduire la capacité de capture de chaque Etat membre, ce qui n'a pas été réalisé puisque, si le nombre de navires a diminué, la puissance par navire a augmenté de manière importante jusqu'en 1990. Les deux POP suivants ont visé à la réduction de l'effort de pêche (le sens du terme « effort de pêche » correspond pour ces POP à la définition donnée au paragraphe précédent). Le POP III (1992-1996) a classé les navires en trois segments selon qu'ils exploitent des ressources démersales, benthiques ou pélagiques. Le POP IV (1997-2001) introduisit une segmentation plus fine du système de réduction de l'effort de pêche avec une pondération : plus la flottille pêche une proportion importante d'espèces surexploitées, plus la réduction de l'effort de pêche doit être forte.

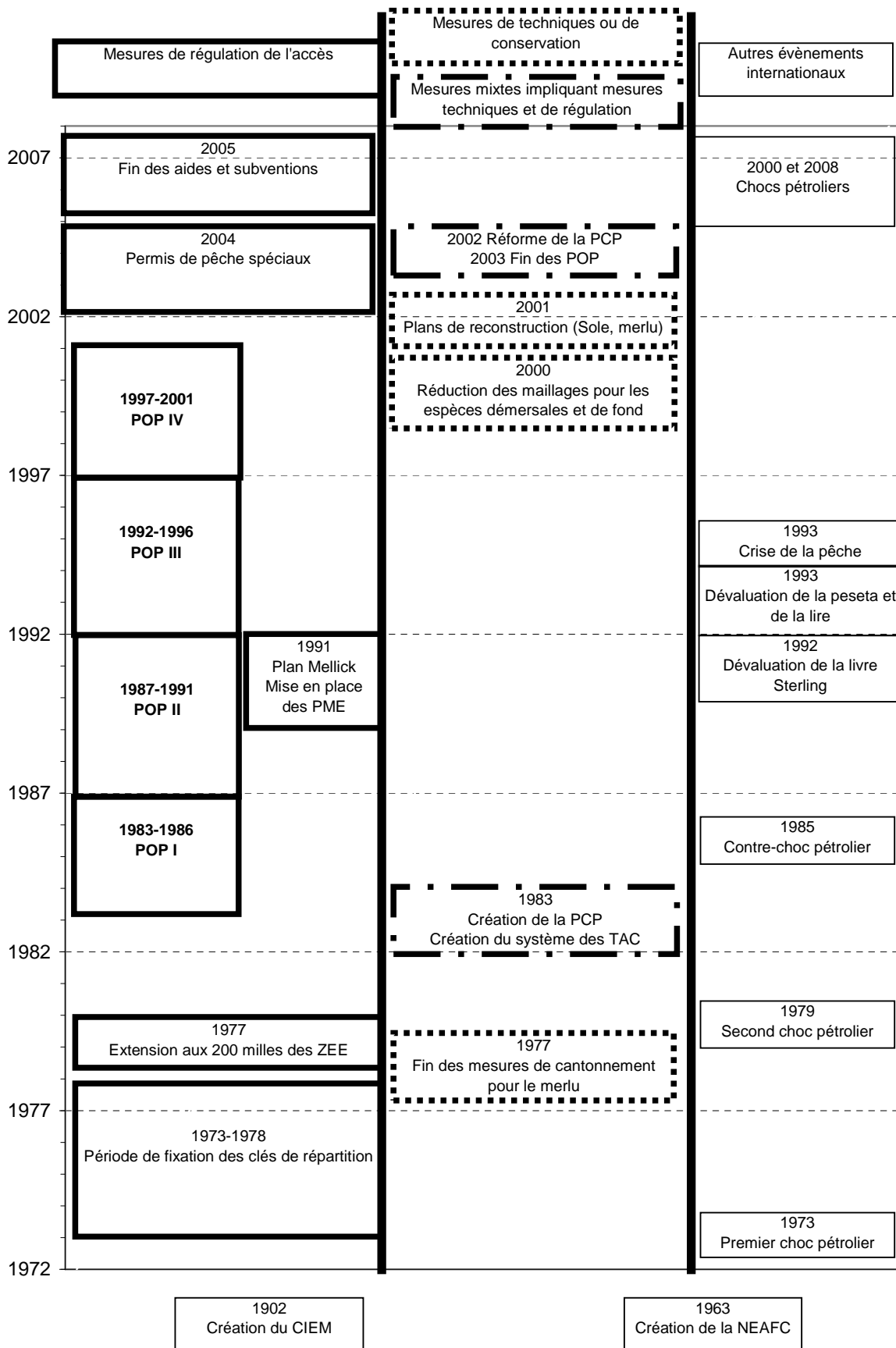
La mise en application des POP au niveau français s'est traduite par la création des permis de mise en exploitation (PME). Créés en France en 1991, leurs conditions d'attribution ont été définies en 1993. Les PME ne sont pas cessibles séparément des navires. Le gouvernement français a dans le même temps instauré des plans de sortie de flotte pour subventionner les arrêts définitifs. Le premier plan de retrait a été le "plan Mellick". Il a surtout permis la sortie de flotte d'unités anciennes, de plus de 20 ans et de petites tailles.

Après les critiques du Livre vert sur l'avenir de la politique commune de la pêche en 2001, un autre système que les POP a été mis en place en 2003. Il comprend le non remplacement de flottes ayant bénéficié d'aides, de nouvelles entrées compensées par des retraits de capacité au moins équivalents, et en 2005 la fin des aides, avec la fin des subventions à la construction ou à la modernisation des navires.

La figure 2.12 dresse l'historique des mesures de régulation de la pêche.



Figure 2.12 : Historique de quelques mesures de régulation



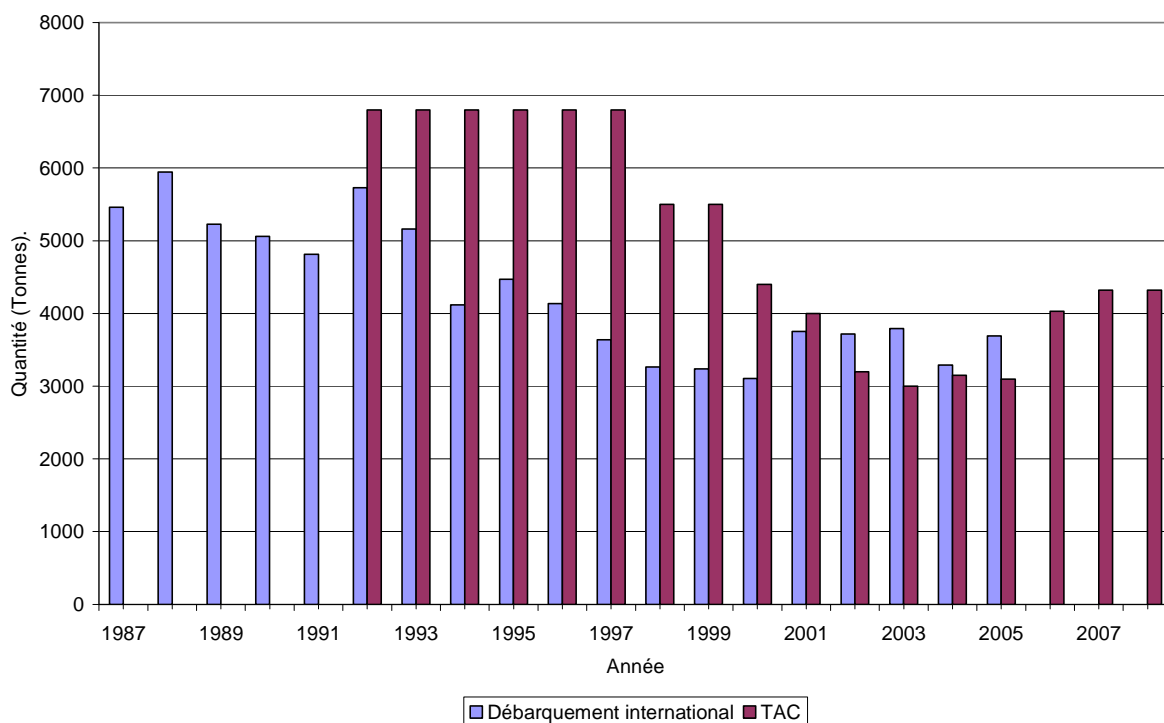
## 2.4. Evolution des TAC et taux de réalisation

Les TAC avaient, avant 2004, un caractère peu contraignant et se situaient parfois au-delà des capacités de captures de flottilles de pêche. Les avis des scientifiques du CIEM étaient régulièrement réévalués à la hausse, chaque pays se comportant en défenseur de ses pêcheurs et négociant un quota national excessif afin d'augmenter à court terme les profits des pêcheurs et d'éviter une crise. J. Boncoeur, B. Mesnil (2000) soulignent que la paix sociale demeure un souci aussi important que la gestion des stocks ou la productivité économique maximale dans la mesure où elle permet aux pêcheurs de cohabiter entre et à l'intérieur des pays d'Europe. On observe que les TAC sont parfois dépassés, comme le montrent les graphiques des évolutions des TAC pour les espèces présentées ci-après. 25 espèces soumises à des TAC sont exploitées dans les eaux du golfe de Gascogne. Pour cinq d'entre elles, les TAC sont définis spécifiquement pour la zone CIEM VIIIab du golfe de Gascogne. Il s'agit de la langoustine, de l'anchois, de la sole, du merlan et du lieu jaune.

### **La langoustine :**

En ce qui concerne la langoustine, la figure 2.13 présente l'évolution des quotas et des débarquements dans la zone VIII ab du Golfe. On constate que les TAC ont toujours été largement supérieurs aux débarquements jusqu'en 2000. Cependant, la baisse des débarquements a été significative puisque entre 1992 et 2000, elle passe de 5700 à 3100 tonnes. Pendant cette période, les quotas ont été si élevés qu'ils n'ont jamais été contraignants. A partir de 2001, les débarquements de langoustine augmentent alors que les quotas continuent à baisser. Les débarquements de langoustine entre 2002 et 2005 sont alors supérieurs aux TAC. Le TAC est ensuite révisé en 2006 un peu au-dessus des débarquements antérieurs.

Figure 2.13 : TAC et débarquements internationaux de langoustine dans les zones VIII ab entre 1987 et 2006<sup>10</sup>



Source : IFREMER

### La sole :

Entre 1981 et 1994, les débarquements de sole ont régulièrement augmenté dans le Golfe en passant de 3000 à 7000 tonnes annuels. Sur toute la période, les débarquements dépassaient les TAC. Depuis 1995, les débarquements et les quotas diminuent régulièrement pour atteindre environ 4000 tonnes en 2005, comme le montre la figure 2.14. En 2001, le CIEM a proposé un plan de reconstitution du stock de sole ou la fermeture de la pêche, applicable en 2002. Cependant, suite à l'avis du CIEM indiquant une embellie du stock de sole, aucun plan n'a été mis en place.

### Le merlu :

Les captures dans le Golfe sont très au-dessus des TAC, à des niveaux proches du double sur les années 1988-1991. Ils s'approchent des TAC pour la période de 1992 à 2001 pour les dépasser en 2002-2003.

Le CIEM a recommandé dès 1994 des réductions significatives de la mortalité par pêche du merlu et en 2001 un plan de reconstitution du stock. En 2001 la commission a également défini une stratégie comportant des mesures d'urgence en fixant les mailles des chaluts et des engins fixes à 100 mm dans le golfe de Gascogne, et en instaurant la présence d'observateurs à bord avec des mesures de contrôle spécifiques.

<sup>10</sup> En dehors de l'anchois qui a un TAC de 0 en 2006, 2007 et 2008, les débarquements et TAC à 0 signifient seulement que les données sont manquantes, cela pour les cinq espèces.

Le merlu a fait également l'objet d'une politique de cantonnement qui sera détaillée au paragraphe 2.5.

**La baudroie :**

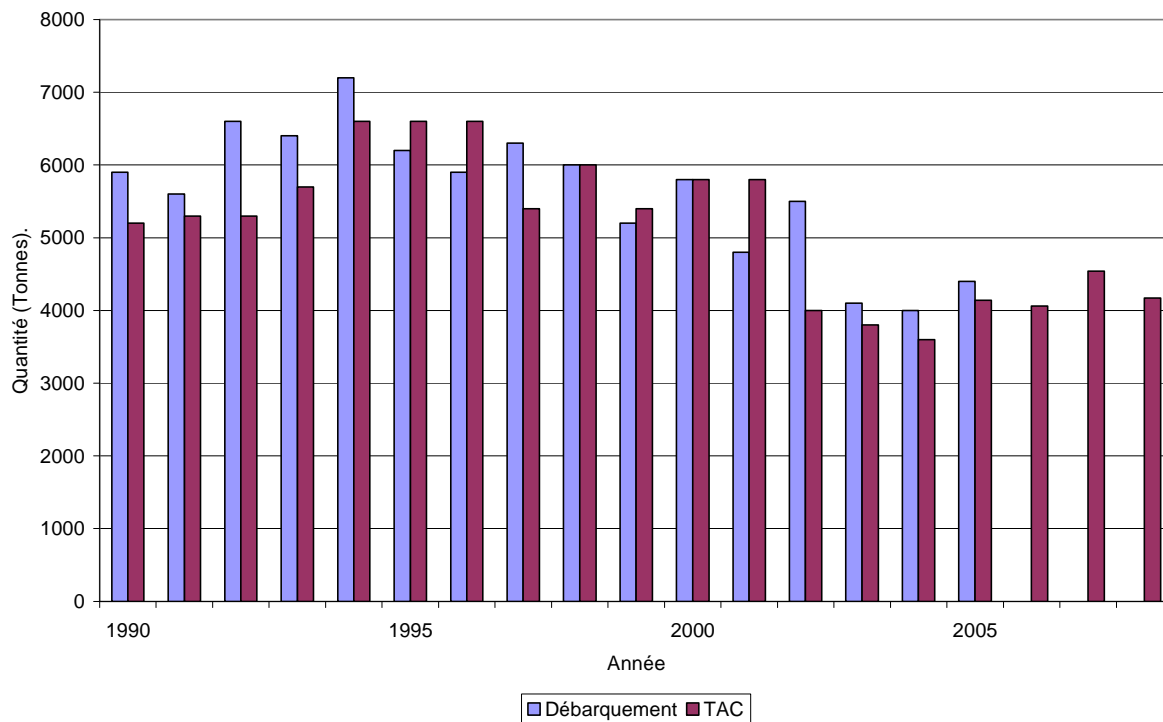
Pour la baudroie, on constate que les TAC sont souvent bien supérieurs aux débarquements internationaux : ils ne sont pas une contrainte. Les débarquements sont par contre supérieurs au TAC en 2003. En 2007 et 2008, les TAC augmentent encore et passent à 7 920 tonnes les deux années.

**L'anchois :**

L'anchois est un poisson à courte durée de vie, au maximum trois ans. Les débarquements de cette espèce sont particulièrement sensibles aux conditions de reproduction de l'espèce. Entre 2002 et 2004, suite à une mauvaise série de recrutements, la biomasse du stock d'anchois a fortement chuté. Ceci s'observe sur la figure 2.17 par la baisse drastique des débarquements qui sont passés de 40 000 tonnes à 16 000 tonnes en 2002. Le Conseil des ministres des pêches a malgré tout fixé un TAC de 30 000 tonnes en 2005 alors que l'avis du CIEM était de le fixer à 5 000 tonnes. En 2005, suite aux très mauvais débarquements d'anchois des pêcheries françaises et espagnoles et aux résultats des campagnes scientifiques, le CIEM a alors proposé une fermeture de la pêcherie pour reconstituer le stock d'anchois, avis que la Commission a pris en compte en fermant la pêche pour une durée de trois mois. La commission, suite aux avis toujours très défavorables, a ensuite décidé de maintenir l'arrêt jusqu'à fin 2005, puis a réouvert la pêcherie en limitant les captures à 5000 tonnes, ceci pouvant être modifié selon les avis scientifiques disponibles.

La figure 2.17 montre que jusqu'à l'interdiction de cette pêche en 2005, les TAC n'ont jamais exercé de contrainte. 2007 et 2008 ont été des années d'interdiction totale de la pêche d'anchois.

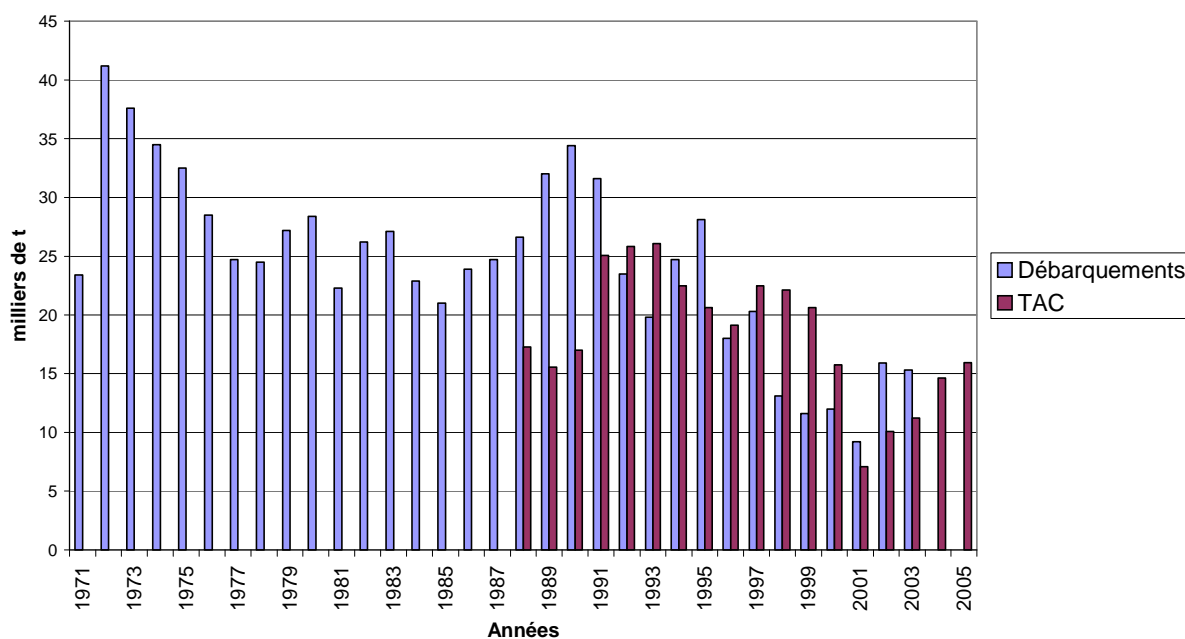
Figure 2.14 : TAC et débarquements internationaux de sole dans les zones VIII ab entre 1990 et 2006



Source : IFREMER

Figure 2.15 : TAC et débarquements internationaux de merlu dans la zone VIIIab entre 1971 et 2005

**Merlu VIIIab**



Source : Forest (2008)

Figure 2.16 : TAC et débarquements internationaux de baudroie dans la zone VIIIabde entre 1984 et 2005

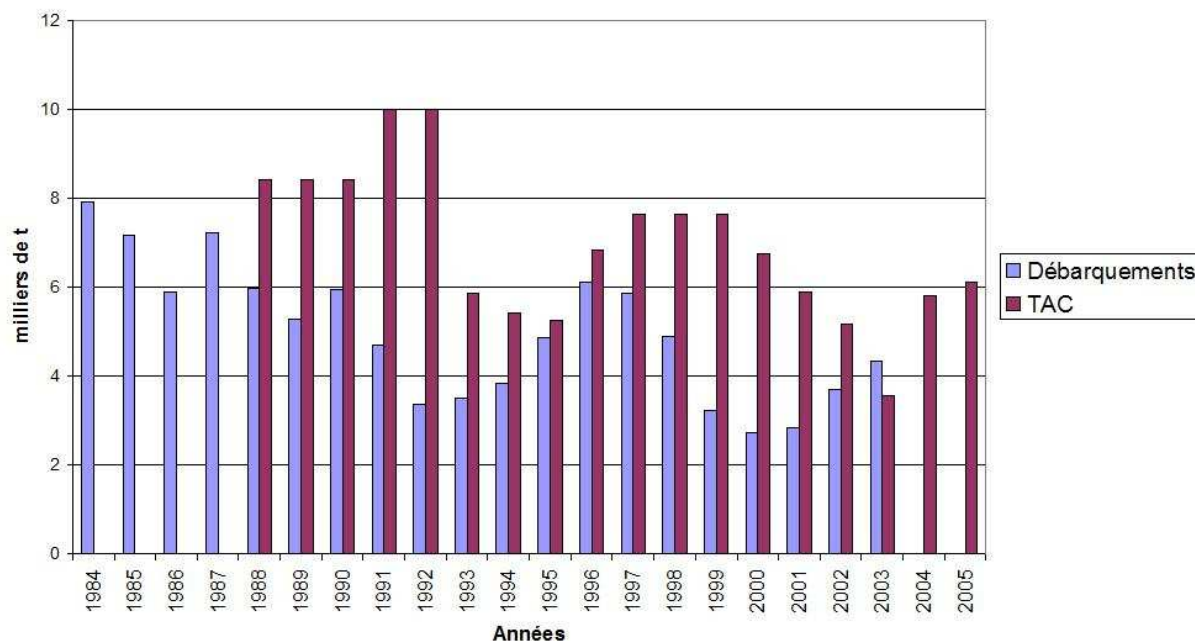
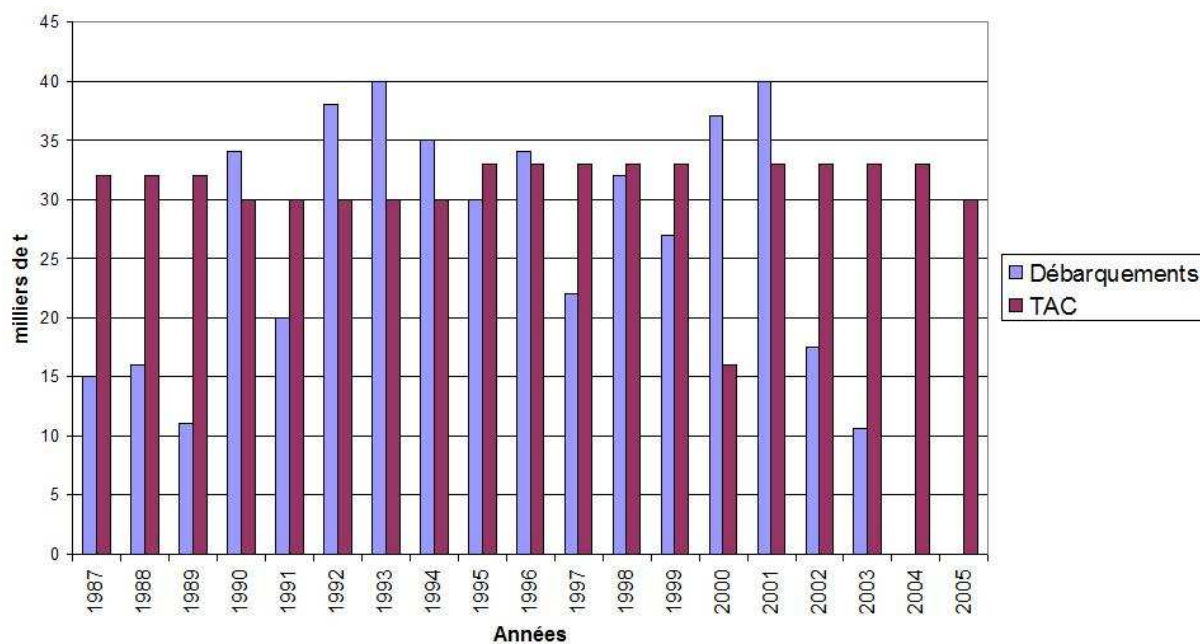


Figure 2.17 : TAC et débarquements internationaux d'anchois dans la zone VIII entre 1987 et 2005



Source : Forest (2008)<sup>11</sup>

Rappelons que les TAC sont le résultat de la négociation tactique entre les divers pays européens. Ils n'ont pas été capables d'exercer une contrainte et une régulation, ils ont parfois au contraire incité les pays à atteindre leurs quotas, quitte à pratiquer la surpêche. En ce qui concerne ces cinq espèces présentes dans le golfe de Gascogne, les constats d'échec de la

<sup>11</sup> Les données de débarquement d'anchois sont manquantes en 2004 et 2005

politique des TAC sont patents : ces mesures de conservation n'ont pas permis de maintenir les stocks à des niveaux suffisants, l'exemple du merlu étant le plus probant. L'année 1995, où les débarquements ont largement dépassé les TAC, correspond aussi à l'année où la mortalité par pêche dépasse le seuil critique avec un stock de reproducteurs à la limite de la valeur critique. Il en est de même pour la sole en 2002. Les TAC sont des mesures peu réactives, ils suivent les fluctuations de biomasse des reproducteurs avec un temps de retard important, comme le montre encore la comparaison des figures 2.9 et 2.17 : les TAC pour l'anchois évoluent très peu de 1997 à 2005, alors que le stock de reproducteurs d'anchois fluctue de manière importante.

## **2.5. Autres mesures de régulation**

L'Union Européenne et surtout la France ont mis en place des permis de pêche spéciaux et des licences, ainsi que d'autres mesures telles que des mesures techniques de protection des juvéniles ou de cantonnement.

### **Mesure de régulation de l'accès :**

En 1996, l'Union Européenne a créé un système de gestion de l'effort de pêche dans une zone incluant le golfe de Gascogne. Ce système est défini par des permis de pêche spéciaux définissant les navires habilités à exercer dans une pêcherie donnée, et par le contrôle de l'effort de pêche, calculé comme le produit du nombre de jours de mer par la puissance installée du navire. Dans le Golfe, selon Forest (2008) sont concernées les pêcheries démersales avec les engins traînants et dormants, celles de tourteau, d'araignée et de coquilles Saint-Jacques.

Un autre PPS a été mis en place en 2004 pour la pêche à la langoustine, qui était libre jusqu'alors en dehors des permis de mise en exploitation (PME). Ce permis a été attribué, pour un an renouvelable, à ceux qui pouvaient justifier dans les divisions VIII abde de la pêche de deux tonnes de langoustines pour l'une des trois années de référence (2000-2001-2003). Les jeunes en première installation peuvent également postuler à ces PPS. Le contrôle de l'effort de pêche se porte ensuite sur les prises accessoires de langoustines qui sont limitées à 100 kg par jour de pêche, avec un plafond de 1999 kg par an. Un numerus clausus de 250 chalutiers a été adopté. Cependant, selon Macher (2008), cette mesure ne s'est pas accompagnée de régulation de l'effort de pêche, ce qui aurait pu se faire par un contrôle du nombre de marées par navire par exemple.

### **Mesure de conservation :**

Les mesures techniques de protection des juvéniles concernent essentiellement les maillages des filets et les tailles minimales au débarquement. L'établissement de tailles minimales au débarquement n'a pas d'effet direct sur la protection des juvéniles, sauf dans le cas de survie

des rejets, mais dissuade les pêcheurs d'exploiter les zones où les individus sont trop petits. En 1954, puis 1965, la France a pris des mesures préconisées par la NEAFC (North East Atlantic Fisheries Commission) qui fixaient les maillages au dessous du 48°N à 80 mm, puis à 65 mm ou à 60 mm selon le type de chalut, double ou simple. Dans le même temps, les tailles minimales sont passées de 24 cm à 30 cm pour le merlu et de 18 cm à 24 cm pour la sole.

Les premières mesures portant sur les tailles de maillages et des espèces débarquées, adoptées en 1983 dans le cadre de la PCP, reprennent les recommandations de la NEAFC. Ces mesures ont été modifiées successivement en 1986 et 1997. En 1998, un nouveau règlement applicable en 2000 faisait correspondre des tailles de maillages à des captures de groupes d'espèces. Dans le Golfe, le maillage pour les espèces démersales et de fond passe à 70 mm pour les chaluts et à 100 mm pour les filets.

Le non respect des tailles de maillage et l'utilisation d'engins proscrits est une des infractions les plus constatées par les inspecteurs dans les eaux communautaires. De même, le non respect des tailles de débarquement est une infraction qui a été courante, notamment en ce qui concerne le petit merlu hors taille débarqué en criée en France et en Espagne, ainsi que les aménagements de type cache à poisson, ainsi que les trafics découverts de merluchons. Suite à des infractions liées au manque de contrôle de la part de la France, constatées entre 1984 et 1987, la France a été soumise à une amende de 20 millions d'euros et à une astreinte qui a entraîné un renforcement des contrôles à partir de 2005.

### **Mesures techniques de fermeture de zone ou de cantonnement :**

Un projet de cantonnement pour protéger les merlus juvéniles a été accepté en 1969 et aboutissait à deux cantonnements, un sur la Grande Vasière et un au large de la côte des Landes. La NEAFC a décidé en 1973 de ne pas maintenir ces cantonnements en raison de la faible efficacité de ceux-ci, trop petits et éloignés des concentrations principales de merlus juvéniles. Ces zones furent maintenues, malgré tout, par la France et l'Espagne jusqu'en 1977.

A partir de 1977, avec l'instauration des ZEE, la reconduction devait passer par des mécanismes communautaires et la Direction des Pêches décida, suite à une étude de l'ISTPM (Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes), de mettre fin à ces cantonnements. En 1996-1997, la Commission a proposé de mettre en place des cantonnements pour protéger les merlus juvéniles. Cela s'est heurté à l'opposition des professionnels et a été abandonné.

## **2.6. Synthèse à propos des évolutions des modes de régulations**

La politique des TAC et des quotas a montré ses limites, les mesures techniques ont été peu respectées dans le cadre européen de la pêche dans le golfe de Gascogne, notamment en raison d'une insuffisance des contrôles. La commission des communautés européennes elle-même, dans le livre Vert sur l'avenir de la Politique Commune de la Pêche (à partir de 2001 et



plus fortement encore dans le livre vert de 2009), a été très critique sur sa propre politique depuis sa création. Selon ce rapport, elle livre quatre remarques essentielles :

- « la durabilité d'un grand nombre de stocks sera menacée si l'intensité de l'exploitation se maintient au niveau actuel », les stocks de poissons ronds démersaux sont aujourd'hui le plus en danger.

- « La PCP n'a pas mis en œuvre tous les instruments susceptibles d'être utilisés », la gestion de l'effort de pêche en particulier a donné des résultats médiocres.

- « Le Conseil a fixé certains TAC à des niveaux systématiquement supérieurs à ceux proposés par la Commission sur la base des avis scientifiques ; la surpêche, les rejets et la surcapacité de la flotte ont eux aussi leur part de responsabilité dans les problèmes actuels. »

- « Il y a des lacunes et des faiblesses notables dans les avis et les informations émanant des scientifiques »

Les TAC sont décidés d'après des avis consultatifs de scientifiques du CIEM. Cependant, la décision du seuil de ceux-ci fait suite à des négociations entre les pays européens et, afin d'obtenir un consensus, les seuils sont peu, ou pas contraignant. L'échec de la gestion par TAC et quotas (par la faiblesse ou l'inexistence de mesures de régulation de l'accès) et les constatations récurrentes de crises du secteur de la pêche a poussé au durcissement des mesures de réduction de la capacité dans le cadre des POP. Mais ces mesures restaient largement contradictoires, dans la mesure où on réduisait d'un côté et subventionnait de l'autre, ceci dans l'objectif d'être plus compétitif.

La PCP a mené une politique axée sur les aspects sociaux avec pour objectif de réduire les conflits avec les pêcheurs à court terme, ceci mettant la profession en danger à long terme. L'échec de cette politique a mené à la réforme de 2003. L'effondrement récent des stocks d'anchois ou de thons rouges (dont on prévoit l'extinction en 2012 si la pêche ne se modifie pas) et les conflits sociaux récents montre que la situation reste tendue.

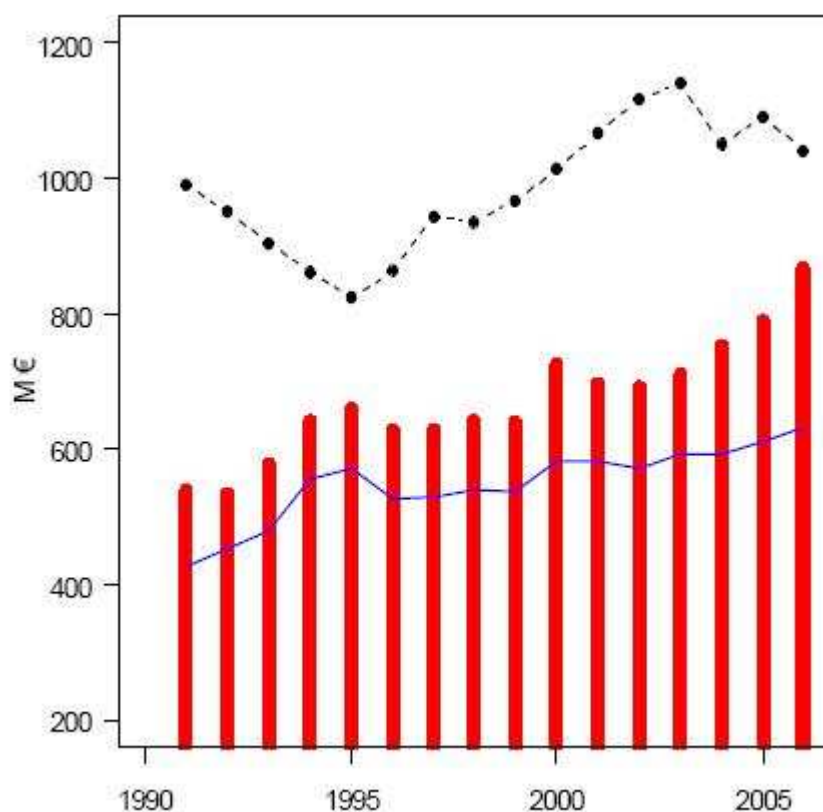
## **2.7. Une politique d'aide et de subventions dans un secteur de plus en plus sujet à la crise**

Mesnil (2008) fait un historique critique de la situation du secteur de la pêche en France. Il détaille les aides et les modes de gestion des crises dans ce secteur. La reconstitution du montant total des aides diverses au secteur de la pêche est presque impossible en raison des jeux tactiques de la France avec l'UE, l'OCDE ou l'OMC. Le graphique 2.18 présente l'évolution de la valeur de la pêche fraîche et congelée incluant la pêche au thon tropical, comparé à l'estimation de la contribution des aides publiques françaises et européennes (barres verticales). L'aide à la sécurité sociale des pêcheurs (exemption de charges sociales pour l'assurance santé et les retraites) est représentée par le trait plein sur cette figure. Elle atteint un montant de 620.1 million d'euros en 2007. Selon l'auteur, elle est devenue un instrument majeur avec la détaxation du gasoil. Le ratio aides totales divisé par le chiffre d'affaires pour le frais et congelé passe de 40 % en 1991 à 82 % en 2006 et suit une croissance continue sur la période. Le fait de protéger les pêcheurs français de la concurrence

mondiale peut sembler parfois justifié : il s'agit de résister aux prix très bas des importations des pays étrangers, qui subventionnent eux aussi la pêche ou qui ont un coût du travail très bas. Le secteur des grandes et moyennes surfaces (GMS) fait jouer cette concurrence, ce qui lui permet d'imposer des prix en première vente très bas.

Selon l'auteur, le secteur se trouve alors dans une situation paradoxale liée à la surcapacité et à la sous production. La balance commerciale est de plus en plus déficitaire : en accroissant la capacité de pêche, on a atteint une situation de surpêche et les volumes débarqués diminuent. Les objectifs de performance économique, de revalorisation de la filière, d'amélioration de l'attractivité du secteur pour les jeunes ou de sécurité n'ont pas été atteints. En créant des incitations à produire plus, ces politiques ont même abouti à long terme au phénomène de surpêche, et donc à l'inverse des objectifs recherchés.

Figure 2.18 : Evolution des aides publiques accordées au secteur des pêches entre 1991 et 2006 (nationales et de l'union européenne exclusivement) et des valeurs totales des débarquements (frais et congelé), en euros courants



Sources : Ministère de l'Agriculture et de la pêche pour les aides<sup>12</sup>, OFIMER pour la valeur des débarquements, cf. article de Mesnil (2008)

- Valeur totale des débarquements en millions d'euros courants (frais et congelé) : ligne pointillée avec cercle
- Aides publiques totales (nationales et de l'union européenne) au secteur des pêches : barres verticales

<sup>12</sup> <http://agriculture.gouv.fr/sections/thematiques/budget-soutiens-publics/soutiens-publics-peche>

- Aides spécifiques aux pêcheurs (exemption de charges sociales) : trait plein

### **3. Les flottilles de pêche**

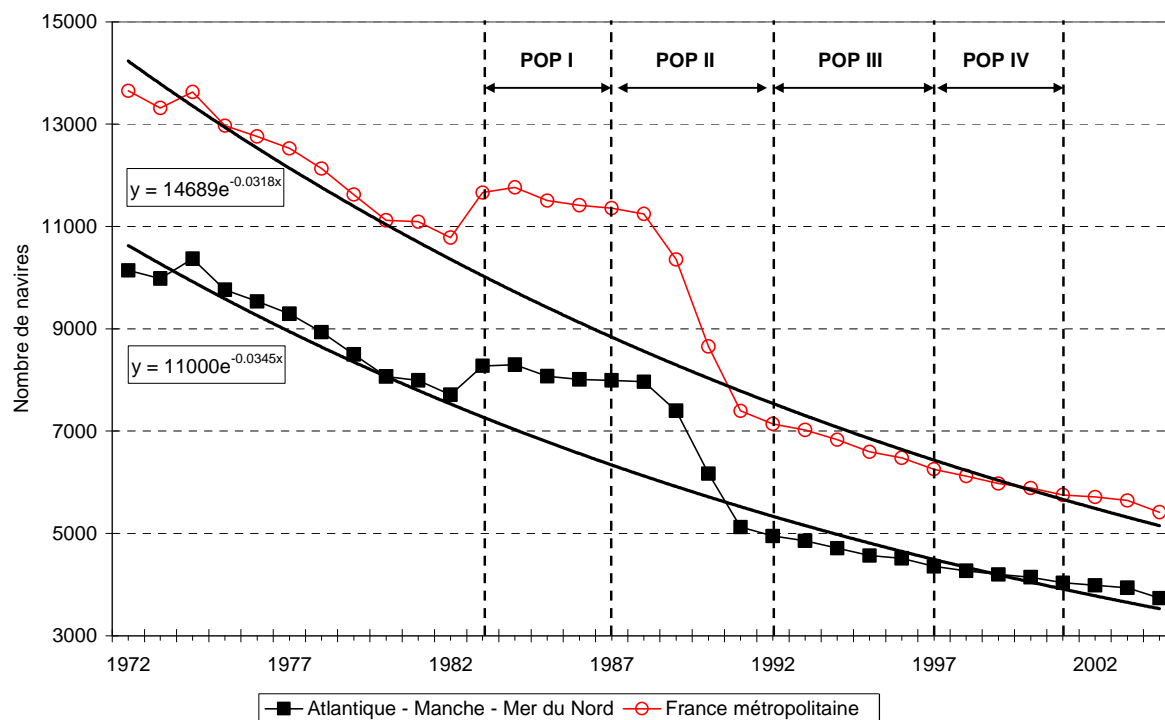
#### **3.1. Evolution de la flotte dans l'Atlantique Nord-Est :**

##### **3.1.1. Nombre de navires :**

Les navires représentent l'outil principal de travail dans l'industrie de la pêche, c'est l'investissement en capital majeur réalisé par les patrons pêcheurs. Au cours du temps et en particulier durant les trois dernières décennies, les flottilles de pêche ont fortement évolué, de manière distincte selon les époques, parfois par leur puissance en kilowatts, parfois par leur jauge totale ou parfois d'une manière plus difficilement quantifiable par les évolutions techniques à bord tels que les outils de GPS, de radar, de sonar... Selon un document IFREMER compilant des données issues de Meuriot (1985) et du Bureau Central des Statistiques (BCS) de la Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (DPMA), le nombre total de navires français est passé de 13652 en 1972 à 5415 en 2004 en France métropolitaine et a suivi la même tendance sur les ports de la façade Atlantique, passant de 10 141 à 3 735 sur la même période. Mais la baisse du nombre de navires a été compensée par une augmentation de l'effort par navire.

On constate sur la figure 2.19 que le POP I a eu pour effet d'augmenter le nombre de navire de quelques centaines. Par contre, le nombre de navire a significativement diminué au milieu du POP II. Annoncé en mars 1991, le plan français de réduction de flotte qui a fait suite au POP II est appelé plan Mellick (cf. figure 2.12). Ce plan qui a vu une diminution d'environ 4200 navires a en particulier touché les « petits » pêcheurs, notons par exemple que la grande pêche minotière composée de gros chalutiers construits lors du POP I, dont l'activité se concentre essentiellement sur les petits pélagiques, en dehors du Golfe, est restée en dehors de toute mesure de réduction.

Figure 2.19 Evolution du nombre de navires en France métropolitaine et sur la façade Atlantique-Manche



Document IFREMER : Source Meuriot (1985) de 1972 à 1982, DPMA (Direction des Pêches Maritimes)-BCS (Bureau Central des Statistiques) à partir de 1983

Tout se passe comme si les deux premiers POP ne constituaient qu'une parenthèse dans une tendance longue de décroissance du nombre de navires, le POP II ayant corrigé brutalement l'augmentation des navires créé par le POP I. Cependant, comme nous le verrons par la suite, les POP ont retiré les navires les plus anciens et contribué à l'augmentation de la productivité par navire. La capacité de pêche n'a donc pas ou peu été modifiée sur le long terme par ces deux POP, comme on l'observe sur la figure 2.19. L'évolution du nombre de navires a la forme d'une exponentielle décroissante d'équation  $y = a \exp(-t/\tau)$  où  $\tau$  vaut environ 30 ans (29.0 ans pour l'Atlantique - Manche Mer du Nord, 31.4 ans pour la France Métropolitaine). Au bout de 30 ans, le nombre de navires est divisé par environ 2.7, ce qui correspond à une baisse de 3.4% et 3.2 % (resp. Atlantique - Manche Mer du Nord et France Métropolitaine) par an du nombre de navires sur la période 1973-2004.

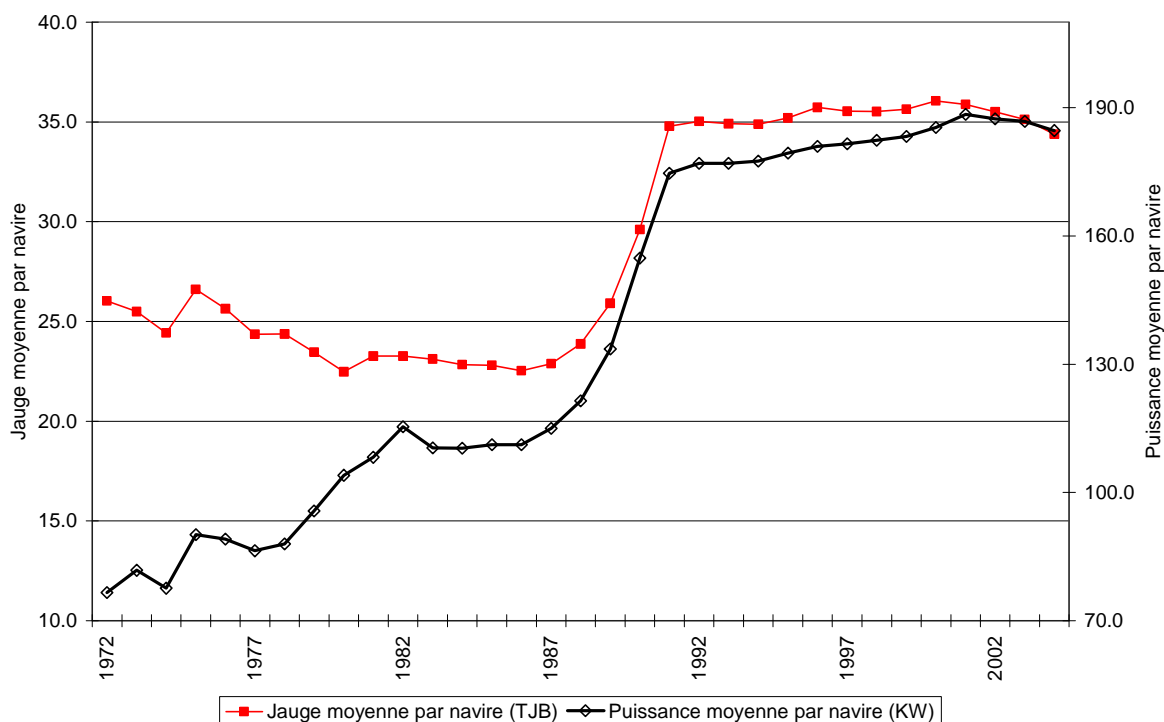
### 3.1.2. Evolution de la puissance et de la jauge moyenne par navire :

Au cours des trois dernières décennies, l'analyse de la puissance motrice globale et de la jauge totale montre que la flottille de pêche française sur la façade Atlantique a subi de profondes mutations. La puissance d'un navire est une donnée déclarative qui sert d'outil de régulation de l'effort de pêche. Le couple d'un moteur mesurant la **puissance motrice** ne peut

mentir, mais il diffère de la **puissance motrice déclarée**. Son évolution doit être prise avec précaution, car elle ne représente qu'une mesure de plus en plus partielle de l'évolution de la **puissance de pêche** qui dépend également de l'importance des techniques de détection (sonar, ...). L'étude de la jauge est quant à elle moins sujette aux critiques.

Les modernisations de la flotte, parfois subventionnées par des plans d'orientation pluriannuels, comme pour le POP I notamment, ont amené la jauge et la puissance moyenne par navire à augmenter fortement sur la façade Atlantique Nord-est, compensant partiellement la baisse d'effectif. On passe ainsi de 26 TJB par navire en moyenne en 1972 à un peu moins de 35 TJB par navire en 2004, soit une augmentation de 35 % sur la période. La quasi-totalité de cette augmentation a lieu entre 1986 et 1991, période pendant laquelle elle passe de 22,5 à 35 TJB par navire. Cette période du POP II correspond à une phase de construction importante de nouveaux navires au milieu des années 1980 et une phase concomitante de retrait de flotte de navires souvent moins performants. La puissance déclarée par navire quant à elle augmente de façon continue : elle passe de 76.6 kW en 1972 à 111.1 en 1986, elle croît considérablement de 1987 à 1992 durant le POP II, puis d'une manière plus lente à partir de 1991.

Figure 2.20 : Evolution de la jauge et de la puissance moyenne sur la façade Atlantique



Source : DPMA, IFREMER

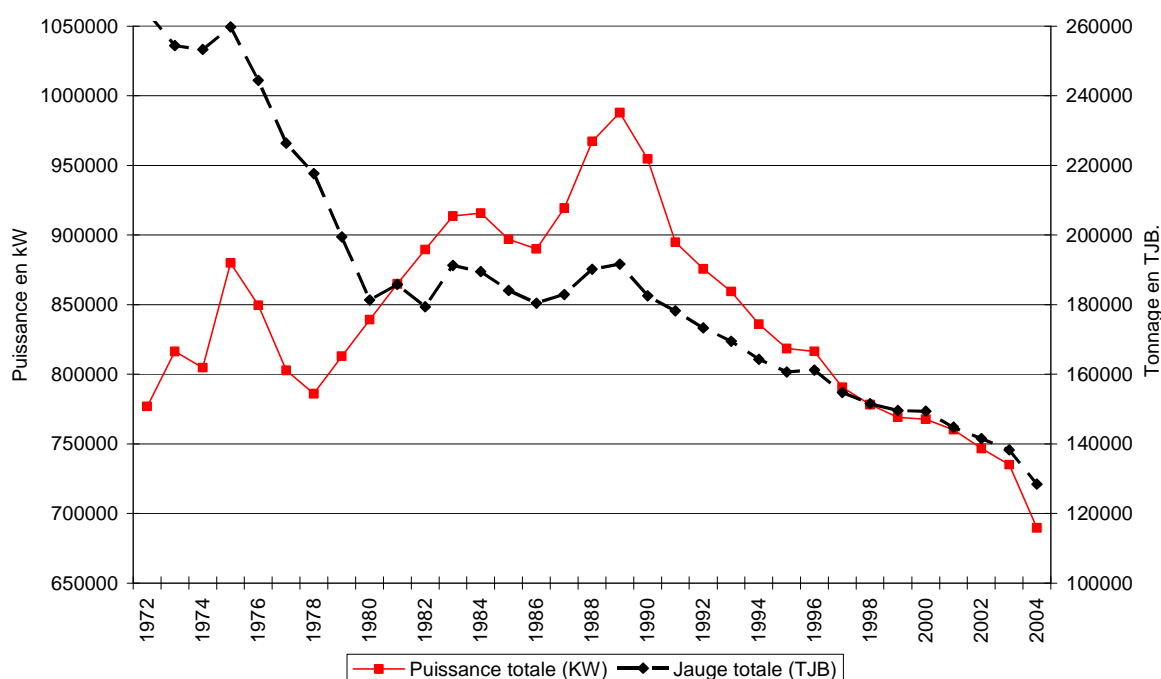
### 3.1.3. Jauge et puissance de la flotte :

Pour ce qui concerne la façade Atlantique Nord-Est, l'évolution de la puissance et de la jauge totale est représentée sur la figure 2.21. La jauge suit la même tendance à la baisse que le

nombre de navires, avec une baisse (tendance exponentielle) de 1.9 % par an sur la période 1972-2004. La baisse est importante sur la période 1972-1980, passant de 260 000 TJB à 180 000, puis reste constante jusqu'en 1989 avant de diminuer de manière continue jusqu'en 2004 à moins de 130 000 TJB.

On observe également que la courbe de puissance totale augmente sur la période 1972-1975 de 775 000 à 875 000 kW, chute sur la période 1975-1978 à sa valeur initiale, remonte jusqu'en 1990 à un peu moins de 1 000 000 kW, puis diminue de manière continue jusqu'en 2004 pour atteindre une valeur inférieure à 700 000 kW. L'augmentation très importante de la motorisation des navires a plus que compensé les sorties de flotte au niveau de la puissance totale. On retrouve en 2000 la même puissance totale qu'en 1972 sur la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord, alors que le nombre de navire a baissé de 60% en passant de 10141 en 1972 à 4132 en 2000.

Figure 2.21 : Evolution de la puissance en kilo Watts et de la Jauge (TJB) de la flottille française sur la façade Atlantique Nord – Est



Source : Thébaud et al. (2004)

### 3.2. Evolution du nombre de bateaux qui commercialisent en criée sur la façade du golfe de Gascogne

Selon les chiffres clés de la filière pêche et aquaculture en France 2008 de l'OFIMER, en 2006, le nombre de navires qui vendent en criée s'élève plus à 2 698 sur l'ensemble de la façade Atlantique et Manche. Cela ne représente que 72% des 3 727 navires immatriculés

dans les quartiers maritimes. Pour analyser l'évolution du nombre des navires assurant une vente en criée, on utilise les données extraites de la Base SIH de l'IFREMER «VENTES-CRTS» (cf. chapitre 1, paragraphe 4.3) qui contient les enregistrements des déclarations des captures (Source : DPMA-BCS) pour les années 1990 à 2003. On observe que les navires recensés par cette base sur la façade Atlantique<sup>13</sup> et Manche sont passés de 5 820 navires à 3 250. Sur la même période, le nombre des navires immatriculés de Bayonne à Douarnenez est passé de 3 509 à 1 699.

### **3.2.1. Evolution par types de grands métiers**

Un autre caractère de l'industrie de pêche française réside dans sa diversité. De nombreux types de navires pratiquant divers métiers coexistent sur la façade Atlantique et sur le golfe de Gascogne. Parmi les navires immatriculés sur la façade du Golfe, on regroupe les navires en trois grandes classes de métiers : les chalutiers, les arts dormants et les dragueurs. Ce classement retient un métier dominant par navire, mais peut être décomposé en un grand nombre de métiers. L'IFREMER classe les navires selon des métiers dominants, parmi lesquels le chalutage de fond à panneaux, le chalutage à perche (qui est un type de chalutage de fond), le chalutage pélagique ou la senne, le dragage, le fileyage, le caseyage, les métiers de l'hameçon et l'exploitation des algues (non étudiée ici).

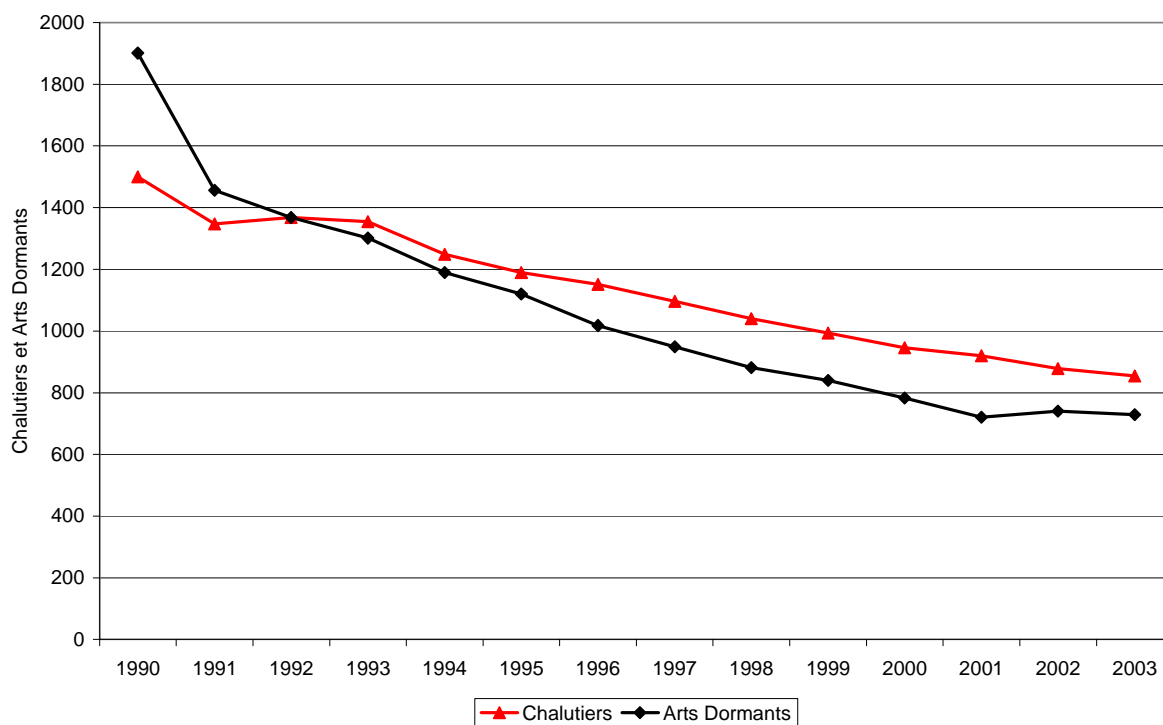
### **3.2.2. Nombre de navires par types de grands métiers**

Pour suivre l'évolution du nombre de navires pour chacune des trois classes de métiers, on utilise la base CRTS-VENTES entre 1990 et 2003 citée plus haut. En treize ans, comme le montre la figure 2.21, le nombre de chalutiers total a diminué de 43 %, passant de 1500 à 854, le nombre navires pratiquant les arts dormants est passé de 1901 à 729, soit une chute de 62 %. La flotte des dragueurs plus réduite en nombre est, quant à elle, restée plus stable.

---

<sup>13</sup> Dans la base SIH, la façade Atlantique est limitée au golfe de Gascogne (de Bayonne à Douarnenez)

Figure 2.22 : Evolution du nombre total de navires de type chalutier, arts dormants sur la façade du Golfe



Source : IFREMER

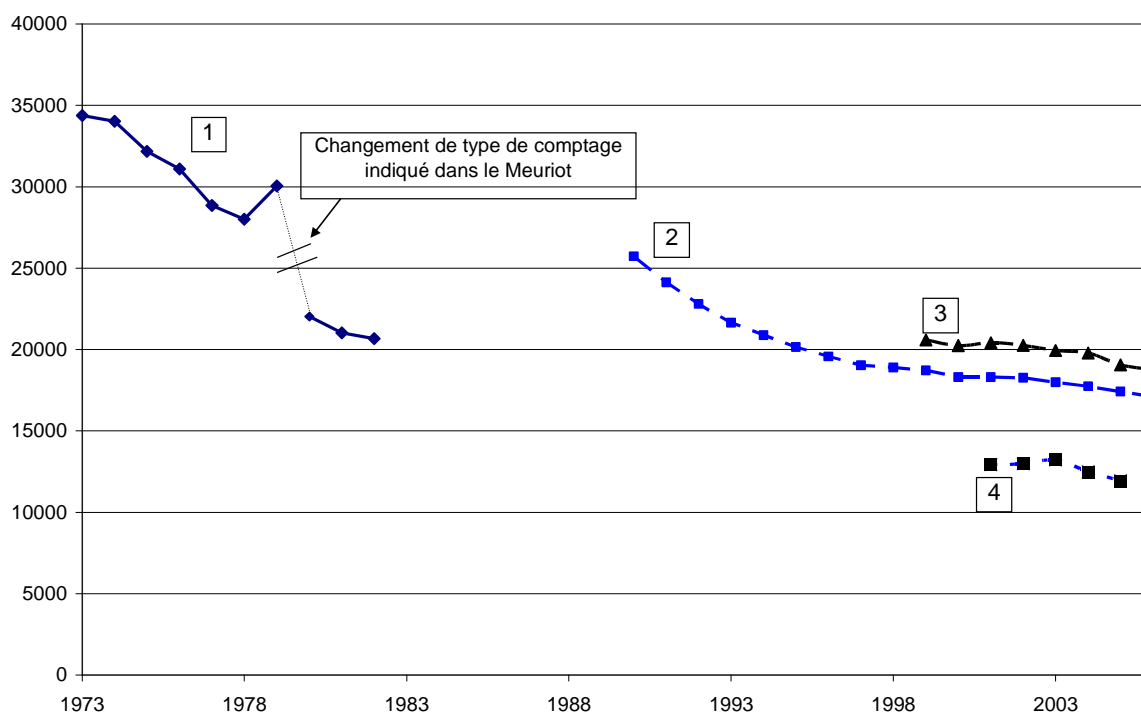
On trouvera en annexe A.2.2 une description plus détaillée de l'évolution des flottilles issues de la façade du golfe de Gascogne.

### 3.3. Emploi :

Les séries en équivalent temps plein ne sont complètes qu'à partir de 2001 sur les façades mer du Nord, Manche et Atlantique, on a complété la série en ajoutant les données OFIMER pour la façade méditerranéenne (nombre de marins dont la durée d'embarquement est d'au moins 9 mois). Les sources 1 et 2 donnent toutes deux le nombre total de marins employés en France métropolitaine. Meuriot indique un changement de méthode de dénombrement de l'effectif de marins pour les années allant de 1980 à 1982.



Figure 2.23 : Effectif de marins - pêcheurs en France Métropolitaine



Source 1 : Série 1973-1982 : Effectifs totaux (équipes au minimum garanti + équipes à la part), France Métropolitaine. Sources: Synthèse des Pêcheries (Meuriot, 1982)

Source 2 : Série 1990-2006 : Nombre de marins employés en France métropolitaine, source INSEE

Source 3 : Evolution du nombre d'emploi de marins embarqués plus de 3 mois sur les navires français total métropole, source OFIMER

Source 4 : Données IFREMER pour les façades mer du Nord, Manche et Atlantique en équivalent temps plein et données OFIMER pour la façade Méditerranée (nombre de marins dont la durée d'embarquement est d'au moins 9 mois).<sup>14</sup>

Lorsqu'on lie les deux séries sans les années de 1980 à 1982, on trouve que la tendance longue est d'une chute de 2.1 % par an. Sur la série de 1990 à 2006 (Source 2 uniquement), la chute d'effectif est de 2.2 % par an.

La baisse des emplois, couplée à l'augmentation de la puissance moyenne et de la jauge au cours de la période correspond à l'intensification d'une technologie à forte capitalisation qui s'est substitué au travail.

<sup>14</sup> Les statistiques sur l'emploi dans la pêche, disponible grâce à l'INSEE ou à la DARES (Direction de l'Animation de la Recherche, des Etudes et des Statistiques) ne différencient pas les marins et les pêcheurs

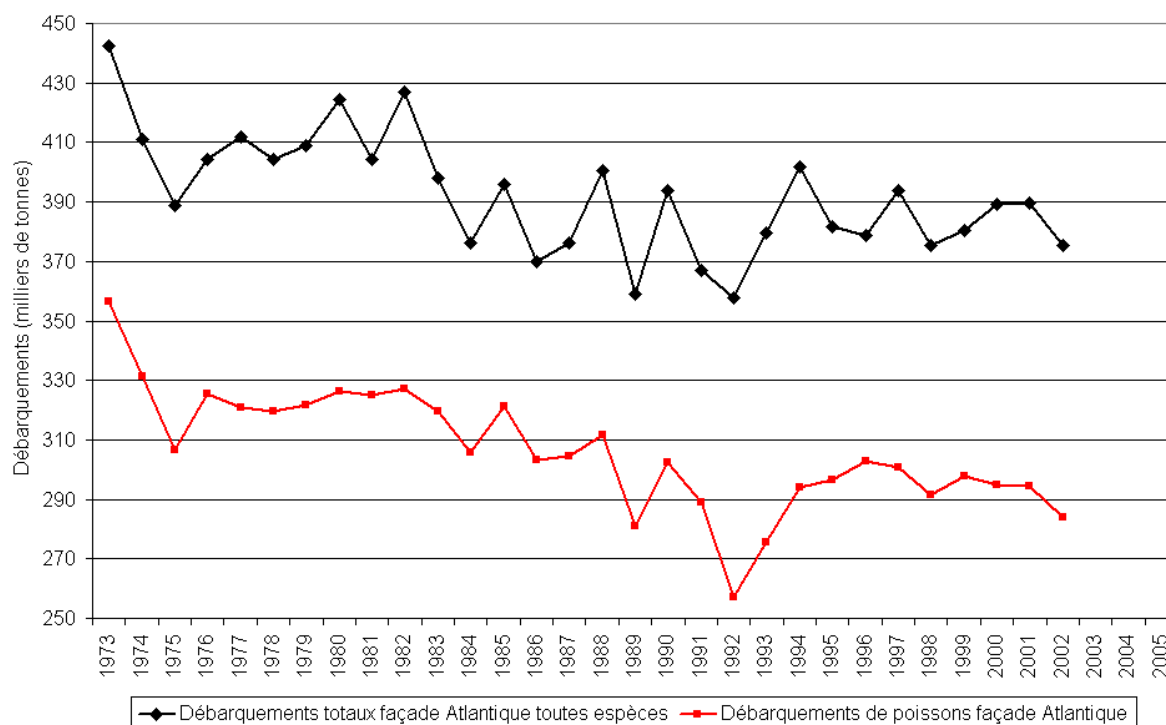
#### **4. Débarquements**

L'analyse descriptive des débarquements totaux pour l'Atlantique Nord - Est de 1973 à 2002 qui suit utilise les données de l'OFIMER. Pour le golfe de Gascogne (zone VIII a VIII b) de 1973 à 2005, nous utilisons les données de captures de Fishstat. On présente les tendances en tonnage, en prix moyen et en valeur globale. Les prix et les valeurs sont actualisés en euros 2002. Les bases CIEM présentent des discontinuités qui ne permettent pas d'étudier les volumes totaux débarqués sur toute la période. L'analyse est également faite en utilisant les indices de Fisher de volume et de prix, comme présenté dans l'annexe A.2.3. Ces indices permettent de séparer les effets de prix et les effets volumes dans la valeur agrégée des débarquements.

##### **4.1. Evolution des débarquements en volume**

La figure 2.24 présente l'évolution des débarquements des navires français dans l'Atlantique Nord - Est, exprimée en milliers de tonnes, entre 1973 et 2002, d'une part pour les cumuls des ventes en et hors criée des poissons, crustacés, céphalopodes et coquillages pêchés et d'autre part pour les seuls poissons. Cette production concerne l'ensemble de la pêche commerciale française métropolitaine, déduction faite de la façade méditerranéenne. Les quantités débarquées pour la totalité des espèces chutent sur 30 ans de 440 000 tonnes en 1973 à 380 000 tonnes en 2002, ce qui constitue une réduction de 13,6 % sur la période ou de 2000 tonnes par an en moyenne, ou une baisse annuelle de 0.45 %. Aux alentours de 360 000 tonnes dans les années 1970, les quantités de poissons débarquées sur la façade Atlantique connaissent une baisse entre 1983 et 1992 en passant de 320 000 à 260 000 tonnes, date à laquelle elles atteignent un minimum. Elles réaugmentent ensuite jusqu'en 1994, puis reprennent une légère tendance à la baisse ; on se situe aux alentours de 285 000 tonnes en 2002. Compte tenu des baisses observées du nombre de navires, de l'emploi, des avertissements multiples des biologistes, cette baisse reste relativement limitée. Nous verrons par la suite qu'elle correspond cependant à de profonds changements de la structure des débarquements.

Figure 2.24 : Evolution des débarquements français dans l'Atlantique Nord – Est entre 1973 et 2002

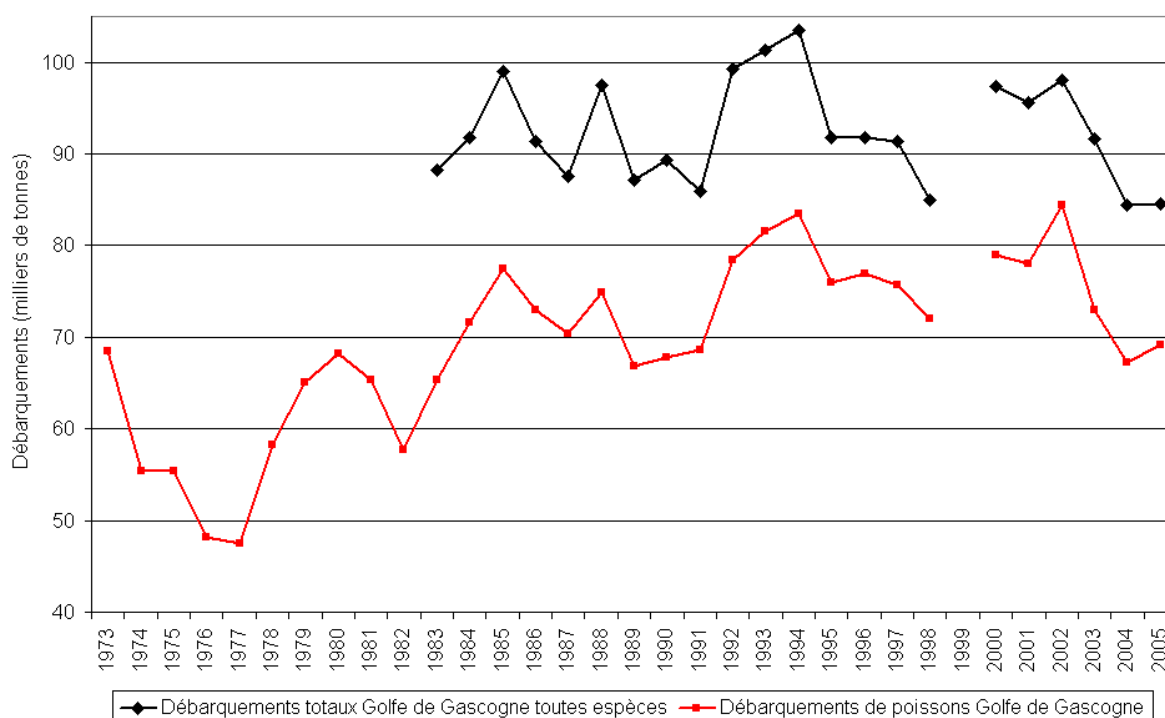


Source : CCPM-OFIMER-DPMA

Nous disposons, grâce aux données de Fishstat de la FAO, des captures dans le golfe de Gascogne (zone VIII ab) pour toutes les espèces et pour les poissons, présentés sur la figure 2.24. Ces captures françaises montrent une évolution différente de celle de l'ensemble de la façade Atlantique.

Les captures françaises, toutes espèces en tonnage dans la zone du golfe de Gascogne (VIII ab), comprennent les poissons de mer, coquillages, céphalopodes et crustacés après 1983. Avant cette date, les statistiques de captures totales incluaient les huîtres d'aquaculture. D'autres séries présentent également une coupure nette liée à une modification de la procédure d'enregistrement à cette date. Comme dans la figure précédente, on cumule les quantités de toutes les espèces. L'année 1999 n'est pas renseignée dans les bases de données CIEM VIII a et VIII b, tout comme les captures de merlan dont les données sont manquantes. Les captures toutes espèces confondues semblent relativement stables sur la période 1983-2005 avec une moyenne de 92 500 tonnes par an et un écart-type de 5700 tonnes.

Figure 2.25 : Evolution des captures françaises dans le golfe de Gascogne entre 1973 et 2005



Source : Fishstat, FAO

Pour ce qui concerne les poissons, on peut observer que les captures augmentent jusque dans les années 83-85 pour ensuite conserver une relative stabilité.

Le test de tendance de Mann-Kendall permet de connaître la tendance de long terme. Ce test est simple et robuste. Il s'appuie simplement sur la comparaison des signes des différences de toutes les années entre elles. L'analyse des tests de Mann-Kendall sur les tendances des débarquements est présentée dans le tableau 2.4.

Tableau 2.4 : Tendances des débarquements en volume dans l'Atlantique Nord-Est et des captures dans le golfe de Gascogne

	Golfe de Gascogne	Atlantique Nord – Est
Toutes espèces	➔ (1983-2005)	⬇ -1343 tonnes *** (1973-2002)
Poissons de mer	⬆ +705 tonnes*** (1973-2005)	⬇ -1538 tonnes*** (1973-2002)

Source : OFIMER, Fishstat (FAO)

+, \*, \*\*, \*\*\* : Indique une significativité à 10%, 5 %, 1 % ou 0.1 % du test de tendance de Mann-Kendall.

## 4.2. Evolution des prix moyens des débarquements totaux et des poissons

Les prix, ainsi que les valeurs, ne sont pas disponibles pour les productions à l'échelle du golfe de Gascogne sur la période, car les bases de la FAO ne renseignent que sur les quantités

débarquées et les prix par criée présentent de nombreuses lacunes. Nous ne pouvons donc présenter que le prix moyen dans l'Atlantique Nord-Est. Les prix sont tous en euros constants 2005. Comme le montre la figure 2.28, on constate que de 1973 à 2002, l'évolution des prix présente trois périodes différenciées. De 1973 à 1989, les prix augmentent, d'abord lentement, puis de manière plus rapide à partir de 1984. Le maximum correspond à l'année 1989 avec un prix moyen de 2,93 €/kg. Les prix connaissent ensuite une forte chute de 1989 à 1994 où on atteint un minimum de 1,86 €/kg. A partir de 1995, ils croissent pour retrouver leur niveau de 1973 en 1999. Les années 1999 à 2002 sont des années pour lesquelles les prix moyens semblent rester stables. Mais les prix sont loin d'avoir rattrapé le niveau d'avant la crise.

Sur la figure 2.26, nous avons représenté également l'évolution des prix moyens des seuls poissons au cours des trois dernières décennies. Les tendances sont les mêmes, les prix moyens des poissons sont plus bas que pour l'ensemble des débarquements d'environ 15 centimes par kilo sur la période, ce qui s'explique par le prix élevé des crustacés.

Afin de montrer qu'il y a eu un changement significatif, on teste sur les trois périodes identifiées les tendances en donnant les pentes, lorsqu'elles sont significatives, au sens de Mann-Kendall sur le tableau 2.5.

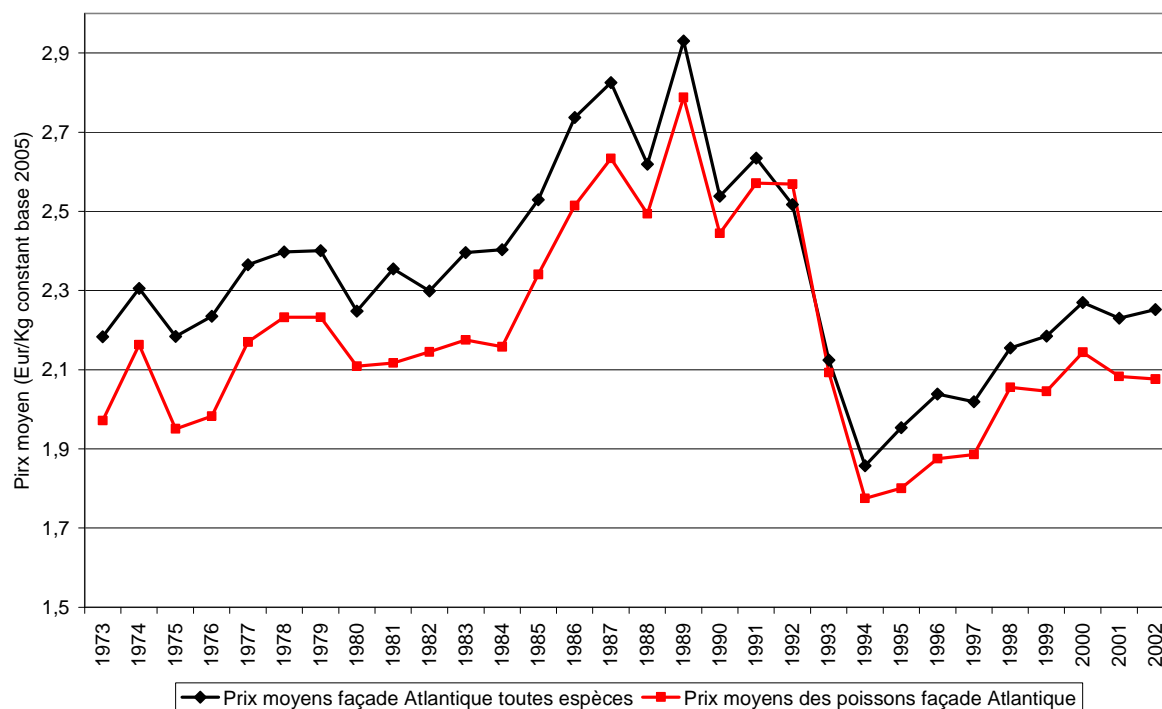
Tableau 2.5 : Tendances des prix des débarquements dans l'Atlantique Nord-Est en euros 2005

	Toutes espèces	Poissons de mer
1973-1989	↗ *** (0.0361 euros/an)	↗ *** (0.0350 euros/an)
1989-1994	↘ * (-0.202 euros/an)	↘ * (-0.174 euros/an)
1994-2002	↗ *** (0.053 euros/an)	↗ ** (0.044 euros/an)

Source : CCPM-OFIMER-DPMA, FAO

+, \*, \*\*, \*\*\* : Indique une significativité à 10%, 5 %, 1 % ou 0.1 % du test de tendance de Mann-Kendall ; la tendance au sens de Sen est indiquée entre parenthèses.

Figure 2.26 : Evolution des prix moyens des débarquements français dans l'Atlantique Nord-Est entre 1973 et 2002



Source : CCPM-OFIMER-DPMA

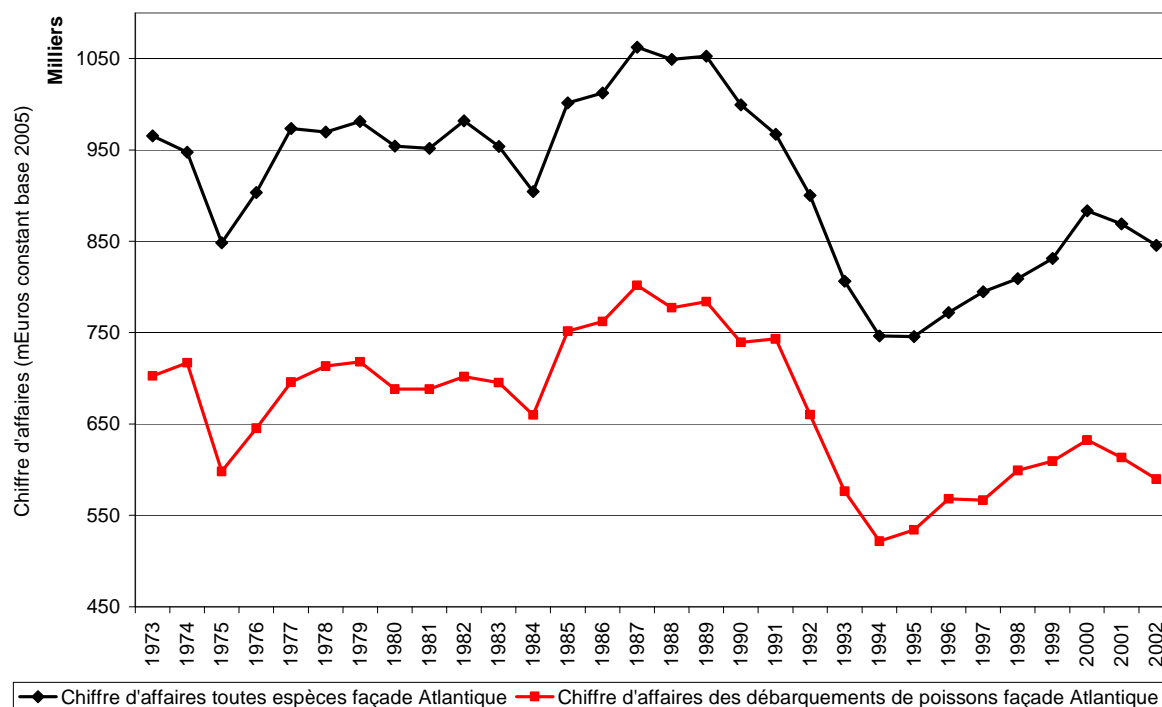
La crise des prix au début des années 1990 correspond à la libéralisation du commerce des produits de la mer sur les marchés européens, qui a impliqué des modifications dans les conditions de compétition sur ces marchés. Les divers changements des taux de changes entre les devises européennes ont également eu un fort impact à cette époque selon Guillotreau et Périddy (2000). D'autre part, le développement de l'aquaculture et notamment celui du saumon est monté en puissance à partir de la fin des années 80. La baisse du prix du saumon frais a introduit une concurrence forte avec les espèces de poissons blancs démersaux, c'est-à-dire essentiellement les gadidés. On verra au cours du chapitre 4 que la baisse des prix de poissons blancs produits par la flotte française a été définitive. Elle s'est accompagnée également d'une baisse des volumes débarqués. Au-delà des phénomènes conjoncturels du début des années 1990, l'hypothèse d'un changement de régime de détermination des prix est à considérer, la rareté fait monter les prix plus rapidement. Ce phénomène de changement de régime pour les prix sera mesuré au chapitre 4 et interprété au cours des chapitres 5.

### 4.3. Evolution de la valeur des débarquements :

Comme le montre la figure 2.27, l'évolution observée de la valeur sur le long terme est principalement liée aux mouvements des prix. Suite à une période de relative stabilité, la valeur totale a eu tendance à augmenter dans les années 1980, en atteignant un maximum en 1987. On observe en effet les mêmes trois périodes importantes qu'on avait rencontrées avec

les évolutions des prix ; ce sont les périodes : 1973-1989 ; 1989-1994 ; 1994-2002. Pour ce qui concerne les débarquements des seuls poissons de mer, les valeurs évoluent de la même façon que pour les débarquements totaux. Seul change le niveau de la valeur, plus bas en moyenne sur la période de 248 millions d'euros.

Figure 2.27 : Evolution des chiffres d'affaires des débarquements français dans l'Atlantique Nord-Est entre 1973 et 2002



Source : CCPM-OFIMER-DPMA

Le tableau 2.6 présente l'analyse des tendances du chiffre d'affaires sur les trois périodes identifiées.

Tableau 2.6 : Tendances du chiffre d'affaires total débarqué dans l'Atlantique Nord-Est en millions d'euros 2005

	Toutes espèces	Poissons de mer
1973-1987	↗ ** (7.160 meuros/an)	↗ * (7.025 meuros/an)
1987-1994	↘ ** (-61.570 meuros/an)	↘ * (-54.265 meuros/an)
1994-2002	↗ ** (18.478 meuros/an)	↗ * (13.476 meuros/an)

+, \*, \*\*, \*\*\* : Indique une significativité à 10%, 5 %, 1 % ou 0.1 % du test de tendance de Mann-Kendall ; la tendance au sens de Sen est indiquée entre parenthèses.

Ces changements de valeur peuvent être expliqués par des changements de structure des débarquements liés à des effets d'augmentation globale des prix ou de changement de composition des débarquements.

### **5. Coûts et excédents bruts d'exploitation des navires**

Nous ne disposons pas de données globales sur les coûts d'exploitation des navires présents sur la façade Atlantique ou dans le golfe de Gascogne. Les données sur la rentabilité des navires présentées ci-dessous proviennent de l'observatoire économique régional des pêches de Bretagne (OERP) ; elles concernent des données comptables sur un échantillon non constant de navires pratiquant le chalut entre 1993 et 2006. Les données sont complétées par un échantillon constant de navires entre 1987 et 1992, il regroupe les mêmes navires des bases de l'OERP, mais les classes étaient alors légèrement différentes, comme la taille des échantillons (cf. annexe A.2.1). Les quartiers maritimes concernés par cette enquête ne sont pas tous situés sur la façade du Golfe et sont récapitulés dans le tableau 2.7, mais les conclusions peuvent être étendues à l'ensemble des chalutiers du Golfe. Les données de charges diverses peuvent également comporter des recettes diverses, en raison de la catégorie PAN (produits annexes : entrée non liée à l'exploitation) et sont donc exceptionnellement de signe positif. Ces données ont été analysées dans le cadre du projet TECTAC.

Les quartiers maritimes recensés dans la base sont les suivants :



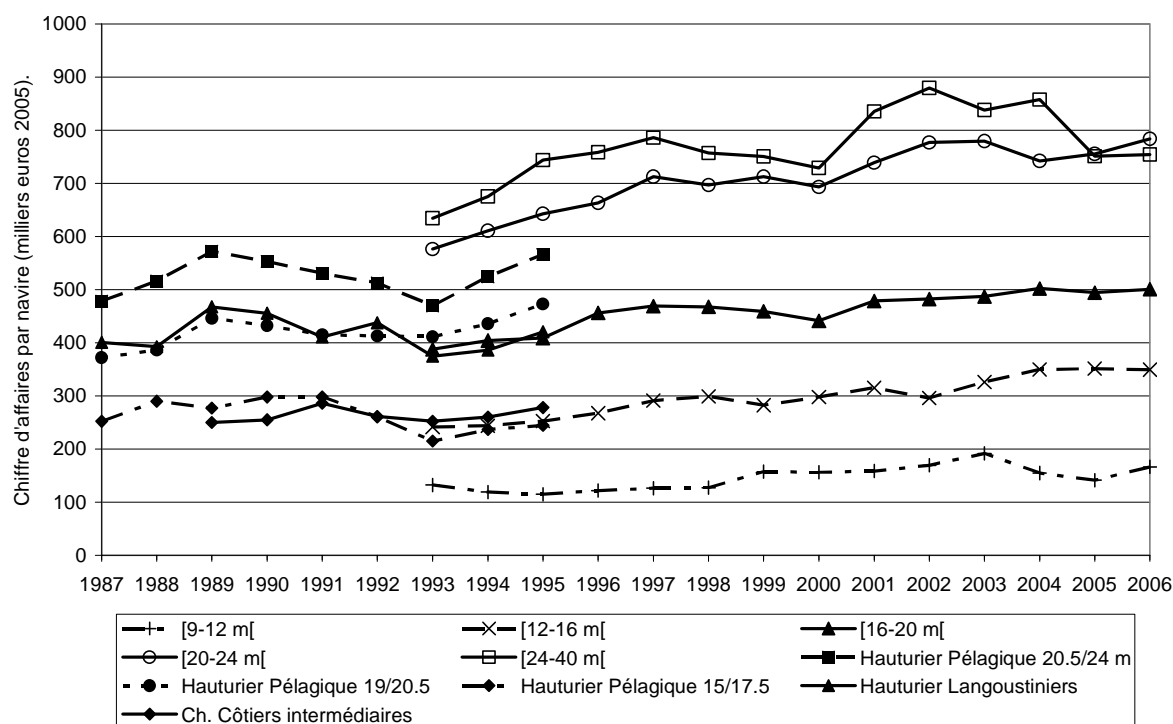
Tableau 2.7 : Quartiers maritimes de la base de rentabilité des navires

QM	Quartier Maritime	Nombre de navires
AD	Audierne	46
AY	Auray	3
BR	Brest	9
CC	Concarneau	193
CM	Camaret	27
CN	Caen	4
DZ	Douarnenez	139
GV	Guilvinec	1511
LO	Lorient	459
LR	La Rochelle	2
LS	Les Sables d'Olonne	1
MN	Marenne Oléron	1
MX	Morlaix	19
PL	Paimpol	1
SB	Saint-Brieuc	58
SM	Saint-Malo	80
SN	Saint-Nazaire	5

Source : Observatoire économique régional des pêches de Bretagne

Les figures 2.30 et 2.31 détaillent les évolutions des chiffres d'affaires et des coûts par navire dans la base de l'OERP. Ceux-ci, exprimés en euros 2005, sont en croissance légère. Le point de départ de la série est l'année 1993 correspond à la crise des pêches en France ; on commence donc à mesurer les valeurs à un niveau très bas. En outre, la base recense un échantillon variable sur la période 1993-2006.

Figure 2.30 : Evolution des chiffres d'affaires par navire entre 1987 et 2006



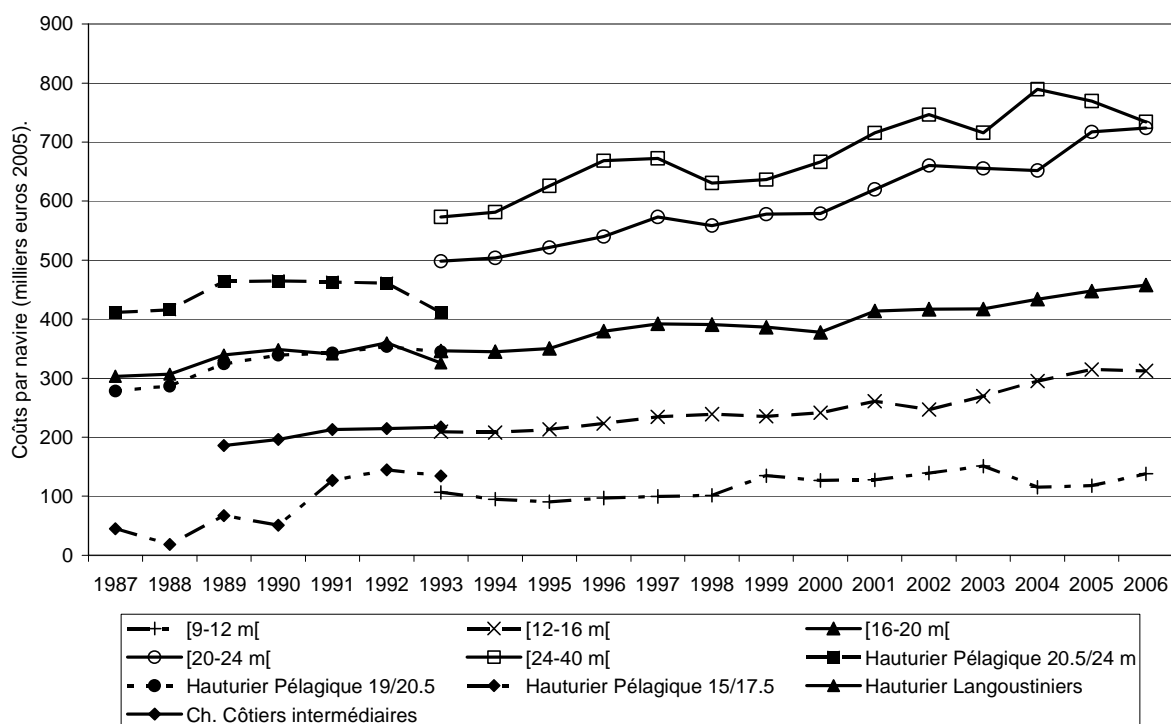
Source : Observatoire économique régional des pêches de Bretagne

L'évolution du chiffre d'affaires sur la période 1993-2006 n'est pas homogène pour les différentes classes de chalutiers, comme l'illustre le tableau ci-dessous :

[9-12 m[	[12-16 m[	[16-20 m[	[20-24 m[	[24-40 m[
26.0%	44.7%	29.1%	36.1%	18.9%

La structure des coûts a été décomposée dans la base en quatre postes distincts : les charges de carburant, les charges de personnel, les charges de matériel, d'entretien et de réparation et les charges diverses. Sur la période, deux postes semblent avoir changé plus particulièrement, le poste des charges de carburant et celui du personnel. Le poste du carburant passe de 15 % des coûts totaux en 1993 à 27,7 % en 2006 et celui lié aux charges de salaires passe de 45 % des coûts totaux en 1993 à 39,1 % en 2006, en moyenne pour l'ensemble des navires.

Figure 2.31 : Evolution des coûts totaux par navire entre 1987 et 2006



Source : Observatoire économique régional des pêches de Bretagne

L'évolution des coûts entre 1993 et 2006 est représentée sur le tableau qui suit.

[12-16m[	[16-20 m[	[20-24 m[	[24-40 m[
29.7%	49.4%	32.2%	45.3%

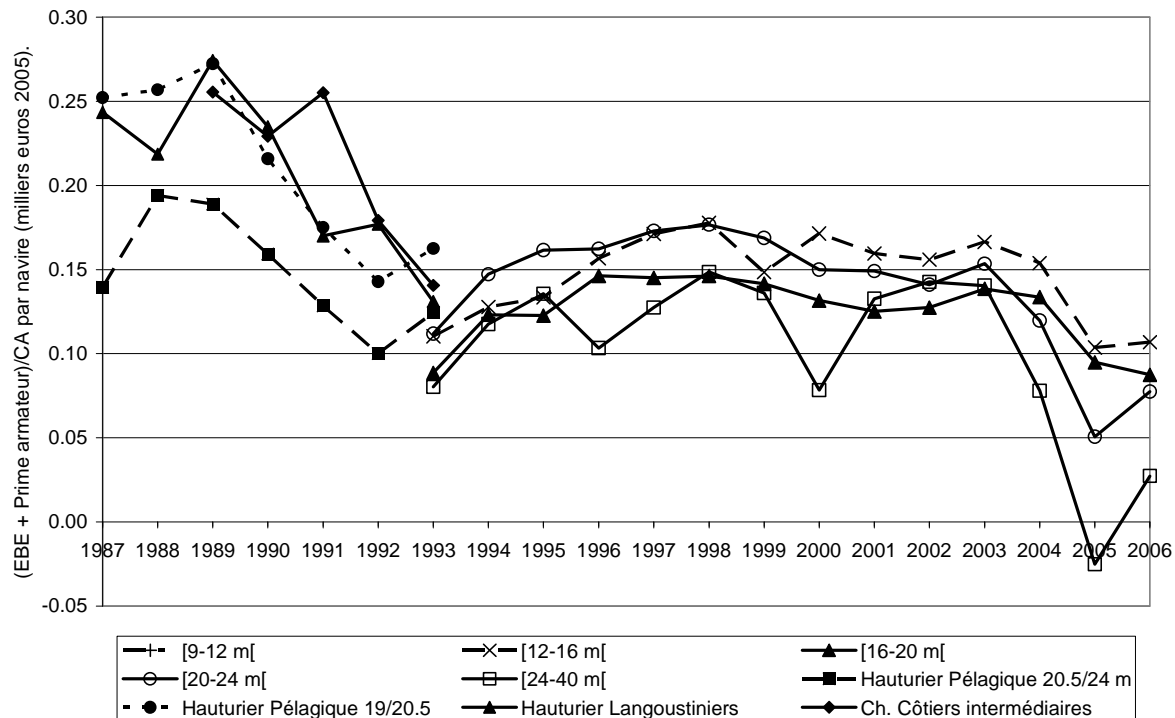
A titre d'exemple, nous présentons dans des tableaux en annexe A.2.5 la répartition des charges pour deux classes de navires, les 12-16 mètres et les 24-40 mètres.

La figure 2.32 donne, par navire, l'évolution du ratio (Excédent Brut d'Exploitation + prime armateur) par unité de chiffre d'affaires entre 1993 et 2006. Entre 1987 et 1992, on présente le ratio EBE/Chiffre d'affaires, sans prendre en compte la prime armateur. Les hauturiers pélagiques entre 15 et 17 mètres, à cette période, passent d'un ratio de 0.82 en 1987 à 0.37 en 1993, dépassant de loin les tendances pour les autres classes. Cette classe de navire qui n'est composée que d'un échantillon constant de 8 navires n'est pas représentée sur le graphique.

Entre 1993, année de plein crise de la pêche et 2006, l'indice est passé de 11.2% (resp. 8.9 % et 11.2 %) à 10.7 % (resp. 8.7 % et 7.8 %) pour les 12-16 mètres (resp. les 16-20 mètres et 20-24 mètres). Pour chacune de ces classes de bateaux, le ratio a augmenté pour passer à un maximum l'année 1998 avec 17.8 % (resp. 14.6 % et 17.8 %) pour les 12-16 mètres (resp. les 16-20 mètres et les 20-24 mètres). En 2006, on tend vers une situation dans laquelle la rentabilité marginale est de plus en plus faible, compte tenu de l'augmentation des coûts et principalement du carburant. Comme souligné par (Mesnil, 2008), au vu de la baisse du ratio

(EBE/CA), les aides au carburant et aux charges sociales sont devenues de plus en plus indispensables à la survie de ces flottilles.

Figure 2.32 : Ratio (Excédent brut d'exploitation et prime armateur) par le chiffre d'affaires, par navires, pour la période 1987-2006 pour les classes de chalutiers de 12-16, 16-20 et 20-24 m



Source : Observatoire économique régional des pêches de Bretagne

### **Conclusion du chapitre 2 :**

L'intensité d'exploitation des ressources halieutiques françaises a conduit à la baisse des débarquements d'un certain nombre d'espèces dont la crise de l'anchois est une des manifestations les plus récentes. Face à cette situation et pour définir un mode d'exploitation plus adapté au renouvellement de la ressource, les autorités françaises et européennes procèdent depuis plusieurs décennies à des campagnes d'évaluation des stocks. Ainsi, l'IFREMER a procédé à des campagnes d'échantillonnage, comme les campagnes EVOHE ou PELGAS, afin de mesurer la densité de biomasse d'espèces présentes dans le golfe de Gascogne. Le CIEM de son côté estime les données d'abondance de reproducteurs par zones maritimes pour certaines espèces d'intérêt commercial, notamment en vue de permettre aux institutions européennes de définir les TAC. L'analyse des résultats des campagnes EVOHE montre sur les vingt dernières années une tendance à la baisse de la densité des gadidés et d'espèces benthiques et une augmentation de la densité d'espèces pélagiques. Sur la période considérée (1985-2007), on constate que les données d'abondance des reproducteurs, évaluées par le CIEM, décroissent. Ces données concernent de grandes espèces commerciales qui constituent une grande partie du chiffre d'affaires des flottilles françaises. Parmi ces espèces, on compte certains gadidés comme pour le merlu, le cabillaud, et certains poissons benthiques comme la sole et la baudroie. L'abondance de langoustine, une autre espèce à haute valeur ajoutée, décroît également jusqu'en 2000 mais augmente entre 2001 et 2007. Seul, l'anchois semble monter jusqu'en 2000, mais son stock s'effondre en 2005. Cependant, on ne dispose des données d'abondance que pour certaines zones CIEM, parfois très agrégées, et les mesures de densité EVOHE dans le Golfe sont très volatiles, il reste encore difficile de comprendre l'importance des facteurs climatiques et anthropiques sur les changements d'abondance des diverses espèces commerciales.

Dans ce contexte, afin de mieux gérer la ressource, les autorités publiques françaises et européennes ont pris depuis 1973 des mesures politiques de conservation et de régulation dont nous avons dressé le tableau. Malgré la mise en place d'une telle quantité de mesures, peu d'entre elles, se sont révélées contraignantes, comme cela a été longtemps le cas pour les TAC. L'objectif du consensus social a souvent été plus fort que l'objectif de conservation de la ressource. D'autres mesures ont eu des effets pervers sur la structure en taille de la flottille française, comme le plan Mellick durant le POP II. En effet, si ce dernier a permis de diminuer le nombre de navires, il n'a pas eu le même effet sur l'effort de pêche réel : la structure en taille et en métiers de la flotte des navires français a été modifiée, les petits navires, souvent les moins rentables, ont été supprimés ou remplacés par des navires d'une puissance de pêche plus forte. La jauge moyenne et la puissance des navires ont augmenté sur la période 1992-1997.

L'analyse des flottilles, qui commercialisent en criée sur le golfe de Gascogne par type de métiers, montre que depuis 1990, les métiers du chalut et des arts dormants ont vu leurs effectifs baisser, principalement pour les navires de moins de 12 mètres. Des changements

structurels sont également constatés au travers des débarquements en volume ; ceux-ci sont en baisse pour l'ensemble de la façade Atlantique Nord-Est depuis 1973. Par contre, durant cette période, l'effort s'est recentré vers le golfe de Gascogne qui a vu augmenter ses débarquements, en particulier au cours des années suivant l'instauration des ZEE.

Les prix moyens des débarquements ont connu trois périodes différenciées : 1973-1989, 1989-1994, 1994-2002. Ces variations de prix ont eu des conséquences très importantes sur les chiffres d'affaires réalisés par la flotte française. Des analyses des changements en structure des débarquements plus précises seront conduites au cours du chapitre 3.

Enfin, on observe sur une plus courte période, entre 1993 et 2006, les tendances de chiffres d'affaires et d'excédents bruts d'exploitation, incluant les primes armateur pour une population de chalutiers. Partant d'une période de crise en 1993, la situation semble s'être améliorée jusqu'en 1998 et l'indice d'excédent brut d'exploitation par unité de chiffre d'affaires est en baisse depuis lors à des niveaux plus bas qu'en début de période.

Le chapitre 3 analysera le lien, pour des flottilles de chalutiers particulières, entre les variations de chiffre d'affaires et les variations de taille de flotte, d'écosystème et du prix de ventes en criée.

Le chapitre 4 mettra en évidence les liens entre ces variations des débarquements des flottilles françaises et les évolutions écosystémiques ou les fluctuations de marchés ayant eu lieu au cours de la période.



Chapitre 3 :  
Dynamique d'exploitation  
des flottilles chalutières sud bretonnes





## **Introduction :**

*Préliminaire : L'essentiel de ce chapitre (en dehors de la partie 5) reprend un travail réalisé dans le cadre du contrat européen TECTAC (voir Marchal (2005)). La méthode de traitement de données que nous<sup>1</sup> avons développée est présentée dans TECTAC, page 151-162. Cette méthode et le programme de traitement afférent ont été transmis aux différents partenaires européens qui l'ont appliqué aux flottilles de chalutiers basques, galiciens, pour deux flottilles de chalutiers danois, et une flottille de chalutiers anglais en mer du nord. Pour ce qui nous concerne, nous avons appliqué cette méthode à trois flottilles de chalutiers sud bretons immatriculés dans les quartiers maritimes allant de Camaret à Vannes. Cela fait l'objet de la partie 2.4.1 du rapport TECTAC (page 457-480). L'analyse de l'excédent brut d'exploitation et des coûts à la fin de la partie 2.4.1 (qui n'est pas présentée ici) concerne des données OERP, a été réalisée par P. Le Floch.*

Le second chapitre a permis de décrire les caractéristiques des flottilles et les évolutions des débarquements totaux en volume et en prix sur les façades maritimes que sont l'Atlantique Nord - Est et le golfe de Gascogne. Mais ces évolutions agrégées masquent les comportements et les stratégies individuelles des flottilles analysables au moyen de données microéconomiques.

L'objectif de ce chapitre est de rechercher les déterminants susceptibles d'avoir modifié l'exploitation de différentes flottilles exploitant dans le golfe de Gascogne, en décrivant la dynamique de l'outil de production et de la composition de la production de flottilles plus spécifiques. La démarche suivie nous permet en particulier de décrire les réactions des producteurs aux fluctuations biologiques, économiques ou au contexte institutionnel. A cette fin, on change d'échelle en utilisant les données du SIH de l'IFREMER qui recense depuis 1990 les données de productions des navires français. Les données sont complètes pour certains segments de la flotte, notamment pour trois groupes de chalutiers sud bretons exploitant dans le golfe de Gascogne : les chalutiers de longueur comprise entre 12 et 16 mètres, 16 et 20 mètres et entre 20 et 24 mètres.

Cette analyse devrait répondre à l'objectif de séparer l'effet des différents facteurs sur la production : l'abondance et la nature des espèces, la taille et la capacité totale des flottilles et les quantités débarquées. Les données parfois limitées ou confidentielles nous ont conduit à élaborer une méthode spécifique permettant d'analyser et de comprendre les évolutions de la production des flottilles, sans pouvoir utiliser la totalité des outils qu'une analyse microéconomique pourrait fournir.

La première section décrit les évolutions de ces trois flottilles en ce qui concerne leur nombre, leurs débarquements, les coûts, ainsi que les aires exploitées par celles-ci. Ensuite, nous présentons dans une seconde section, la méthode de décomposition par facteurs du chiffre

---

<sup>1</sup> Cette méthode a été développée par l'IFREMER et le CEDEM : F. Steinmetz, O. Thébaud, O. Guyader

d'affaires, suivie d'une méthode de calcul des contributions par facteur. Enfin, sera décrite la méthode de construction des indices de productivité totale qu'on peut définir avec les données de chiffres d'affaires, de coûts et les évolutions de biomasse. L'application de ces méthodes aboutit à une analyse détaillée de la production de ces flottilles, les données de coûts sont extraites d'un échantillon plus limité de ces classes de chalutiers.

Cette analyse permettra d'estimer dans quelle mesure un facteur a joué sur le chiffre d'affaires total des flottilles, de connaître les substitutions entre espèces ayant eu lieu pour ces trois types de flottilles et les évolutions de productivité totale. Ceci mettra en évidence les spécificités de chacune d'elle.

## **1 Les flottilles chalutières sud bretonnes entre 1990 et 2003**

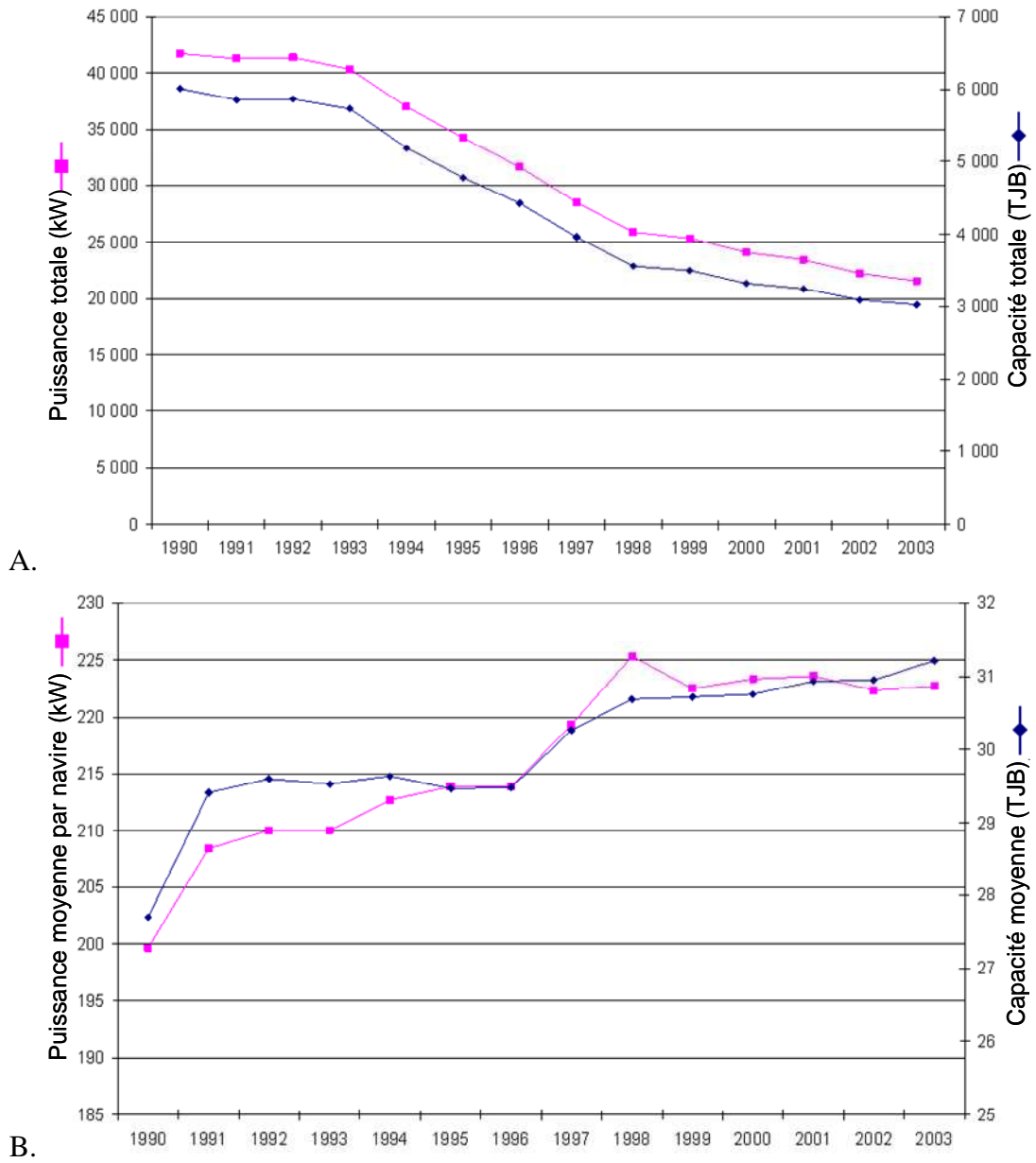
L'analyse est centrée sur l'ensemble des chalutiers enregistrés dans les quartiers maritimes de Bretagne sud, de Camaret à Vannes, répertoriés en trois classes de longueur : 12-16 m, 16-20 m, 20-24 m. L'annexe A.2.5 récapitule l'évolution du nombre de chalutiers par classe de 1990 à 2003. On peut constater que la quasi-totalité des navires de ces flottilles est enregistrée dans la base de données. En 2003, les chalutiers de Bretagne Sud immatriculés dans la base pour les classes des 12-16 mètres, 16-20 mètres et 20-24 mètres représentent respectivement 61%, 46% et 67% des mêmes classes de chalutiers immatriculés sur l'ensemble de la façade du golfe de Gascogne.

### **1.1 Description des flottilles chalutières sud bretonnes**

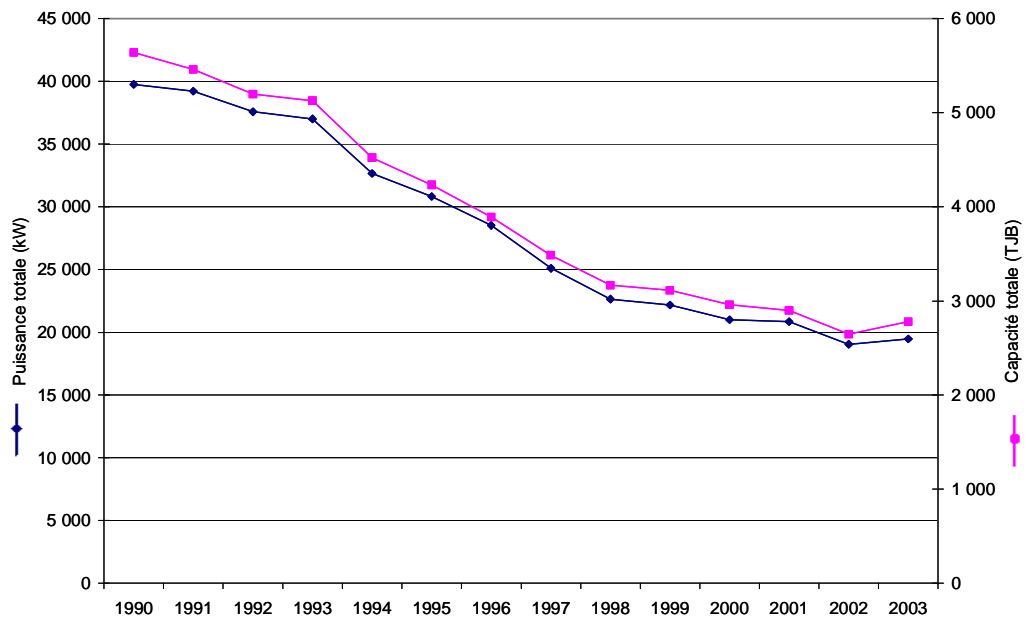
Les changements observés dans les caractéristiques des flottilles sont présentés dans la figure 3.1. Une description détaillée des évolutions des trois flottilles est donnée dans l'annexe A.3.1. Une indication des caractéristiques et des évolutions des débarquements du panel de navires pour lesquels les données de coûts et de bénéfices sont disponibles est également présentée.

Figure 3.1 – Evolution des flottilles, 1990-2003

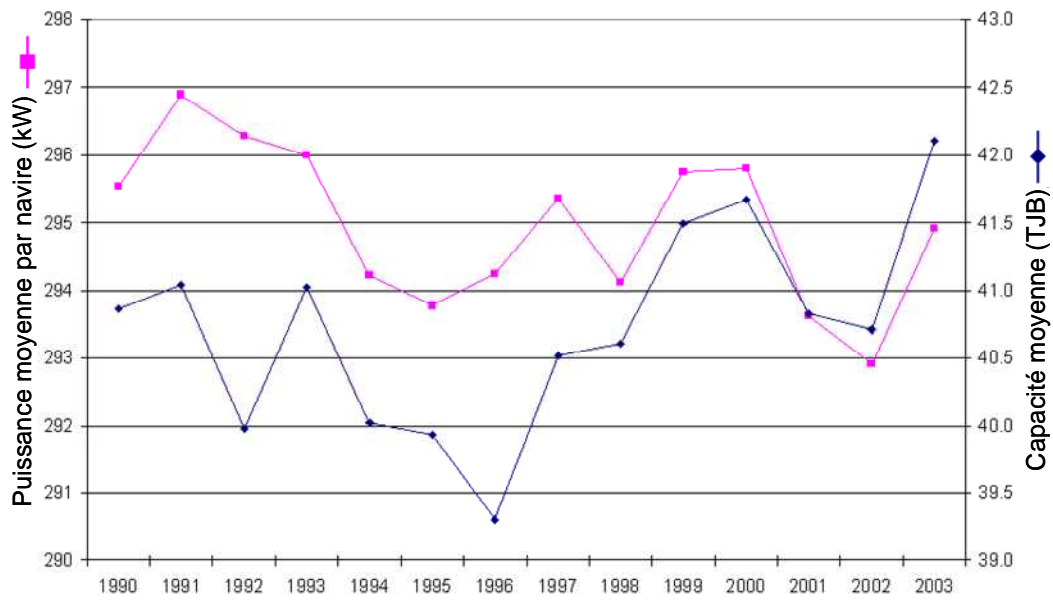
Flottille [12-16m]



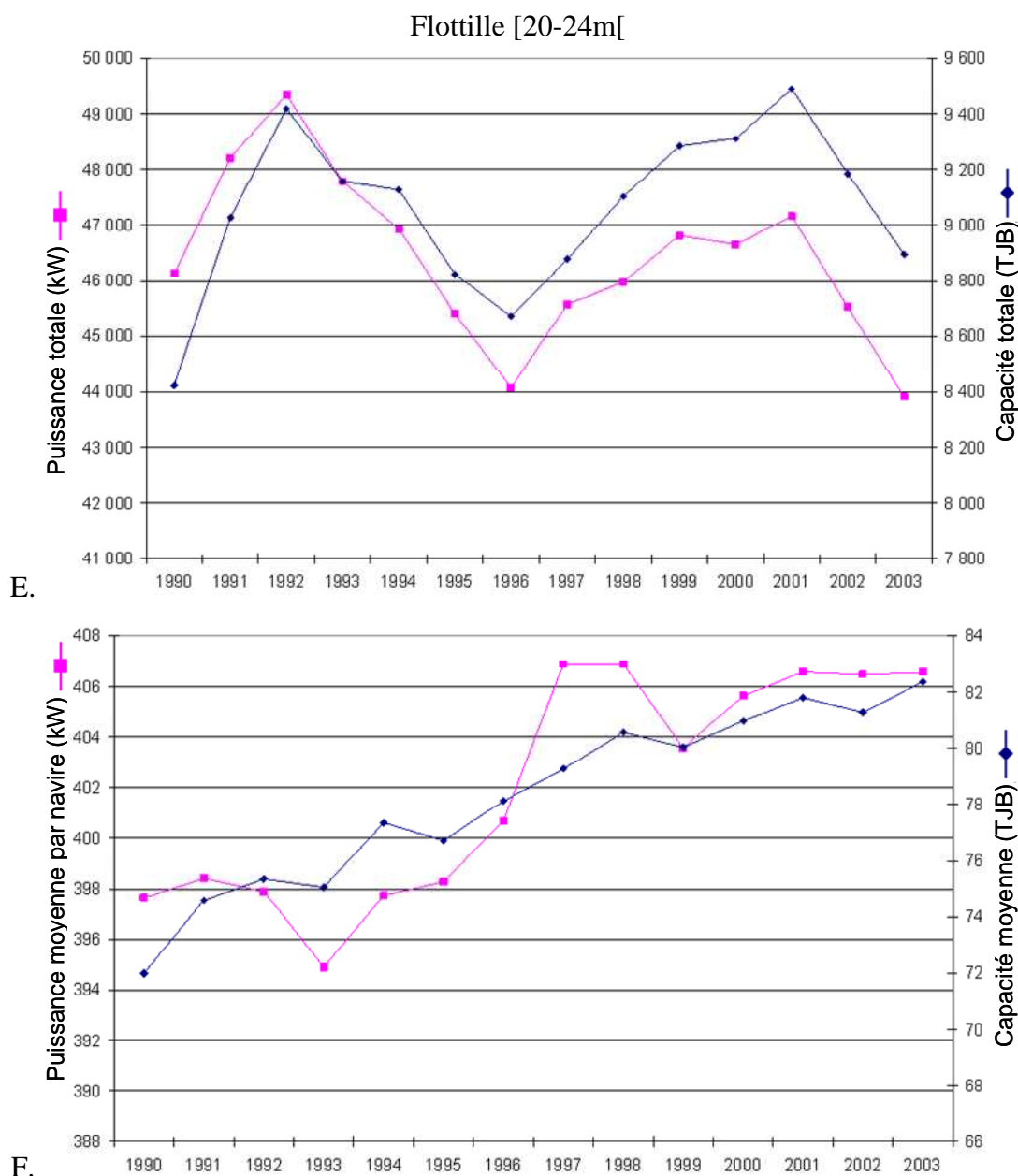
Flottille [16-20m]



C.



D.



Source: IFREMER

Des tendances contrastées peuvent être observées, entre les deux classes de navires les plus petits et la classe des navires les plus grands. Alors que la flottille des 20-24 m a maintenu un nombre de navires relativement constant sur la période d'étude (en fluctuant à plusieurs niveaux en termes de puissance et de jauge totale), la flottille des 12-16 m et celle des 16-20 m ont toutes deux été fortement réduites (-50 % de jauge sur la période d'étude). Cette diminution de jauge est en partie liée au plan de retrait de navires qui a eu lieu durant le Plan d'Orientation Pluriannuel POP III, et qui a ciblé les deux flottilles de petite taille, provoquant le retrait de navires en moyenne moins efficaces et plus anciens dans leur classe de taille.

Ces changements dans la taille des flottilles n'impliquent pas des changements similaires dans les caractéristiques moyennes de navires. La taille et la puissance moyenne des navires ne

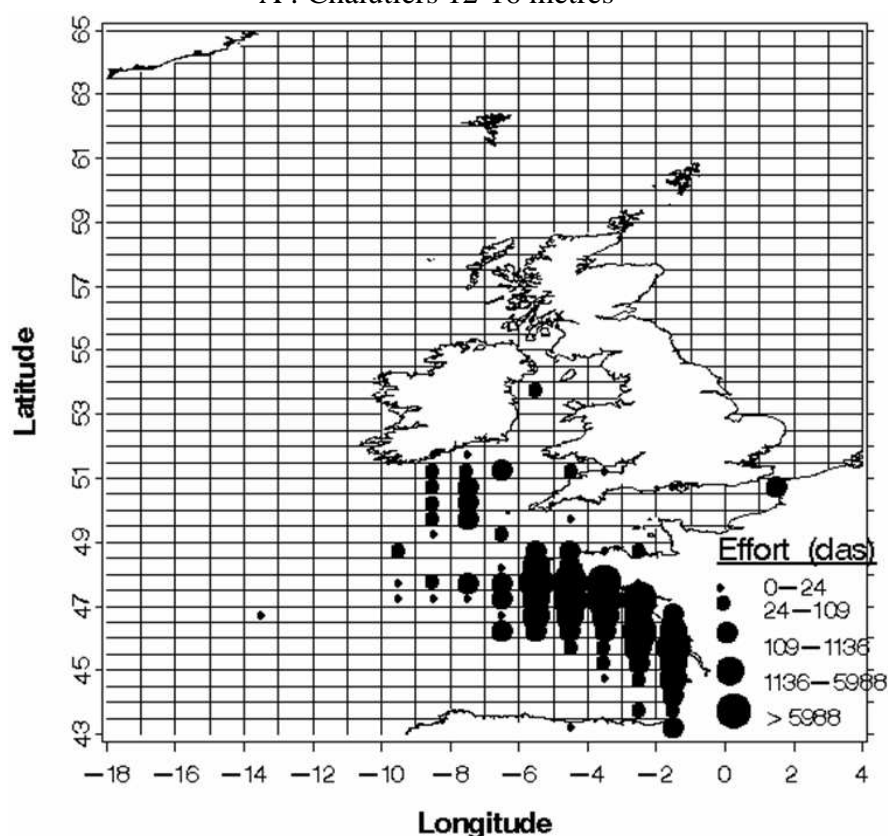
fluctuent que de quelques pourcents dans la période considérée. Elles ont une légère tendance à augmenter pour la classe des 12-16 mètres et celle des 20-24 mètres. Pour la classe des 16-20 mètres, les fluctuations ne sont pas significatives.

## 1.2 Zones de pêche actuelles

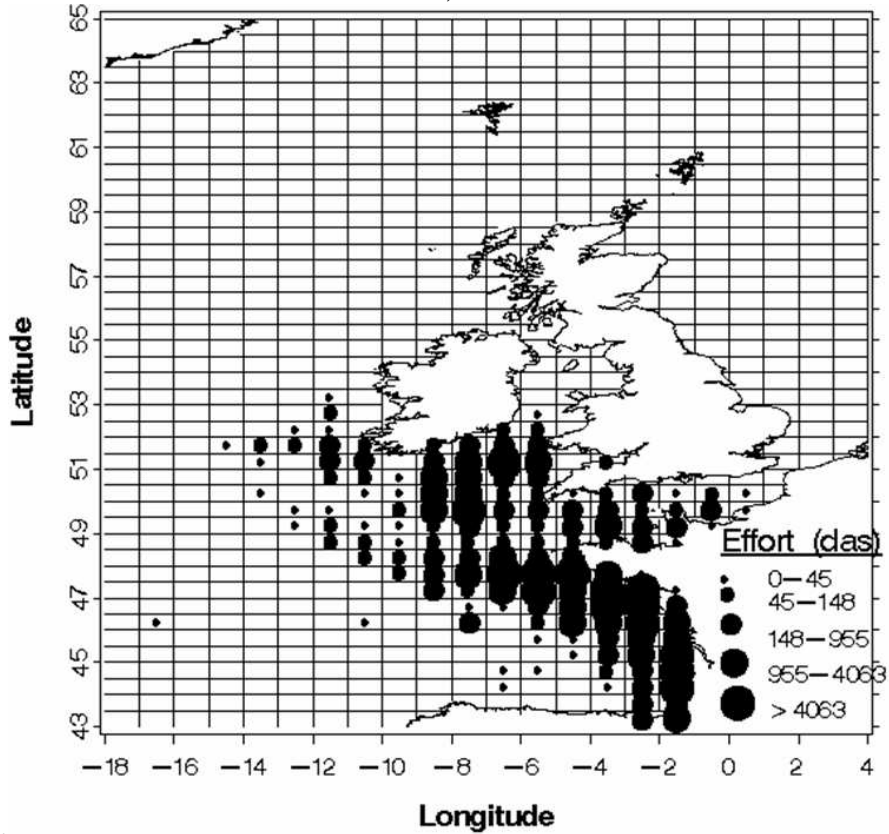
On présente tout d'abord la zone de pêche des trois flottilles chalutières, pour l'année 2003, seule année où cette information a été disponible. Les trois flottilles ont des zones de production qui s'élargissent avec la taille des navires, comme illustré par les cartes de la figure 3.2. Ces navires pêchent à la fois dans le golfe de Gascogne et dans la zone VII. L'observation de la structure des espèces exploitées ou de leurs coûts montrera également ces différences.

Figure 3.2 – Distribution spatiale de l'activité de pêche des flottilles chalutières sud – bretonnes (année 2003)

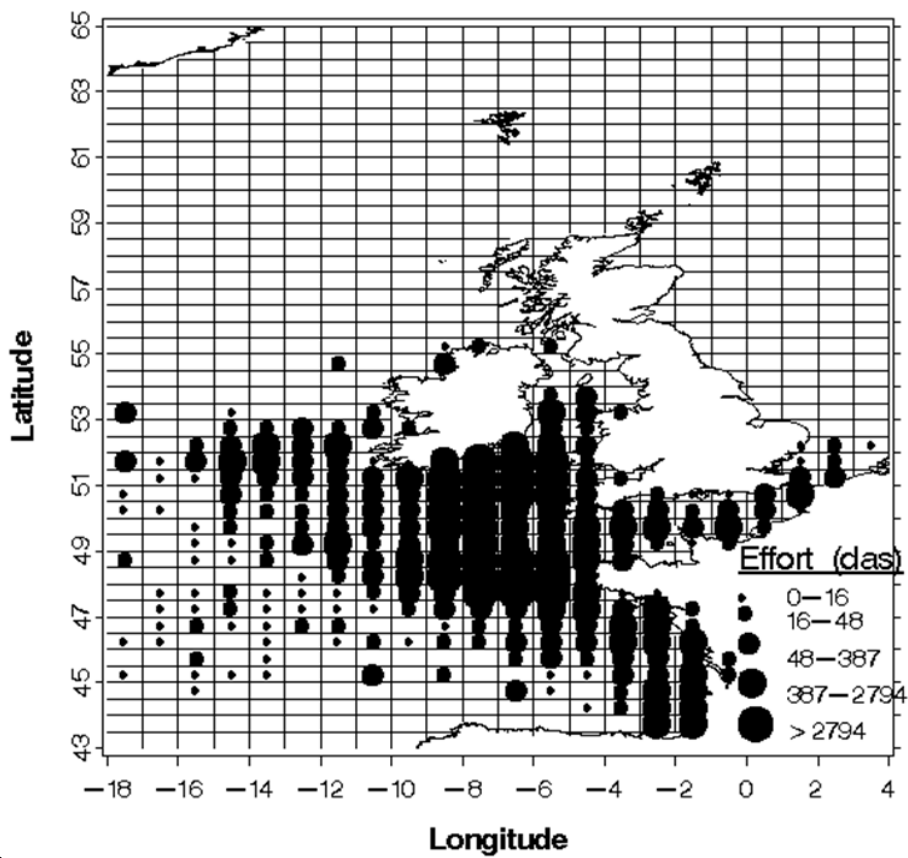
A : Chalutiers 12-16 mètres



B : Chalutiers 16-20 mètres ; C : Chalutiers 20-24 mètres



B.



C.

Source : IFREMER

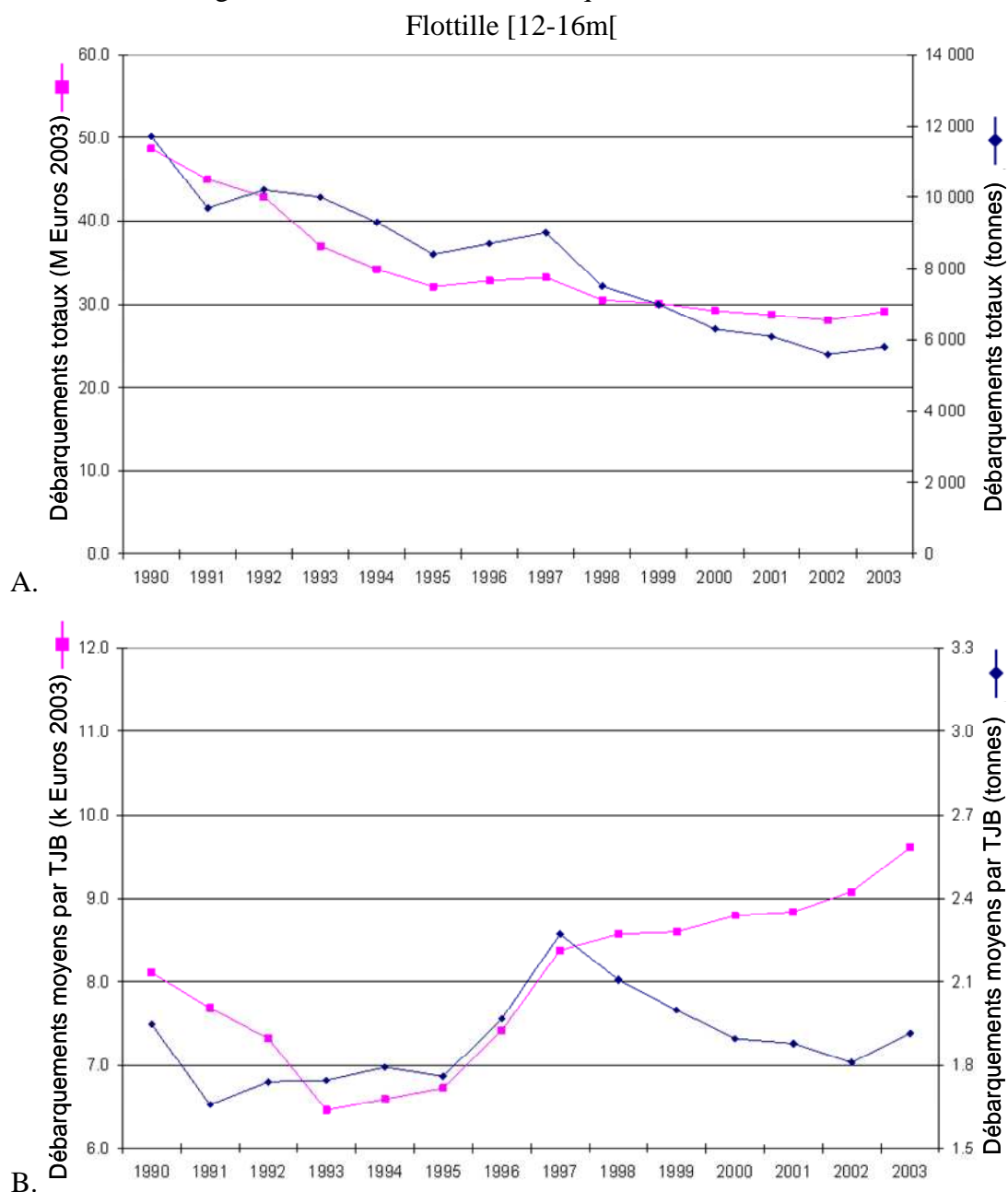


Les chalutiers les plus gros travaillent dans les zones de latitude plus élevée que les chalutiers de classe de taille plus faible.

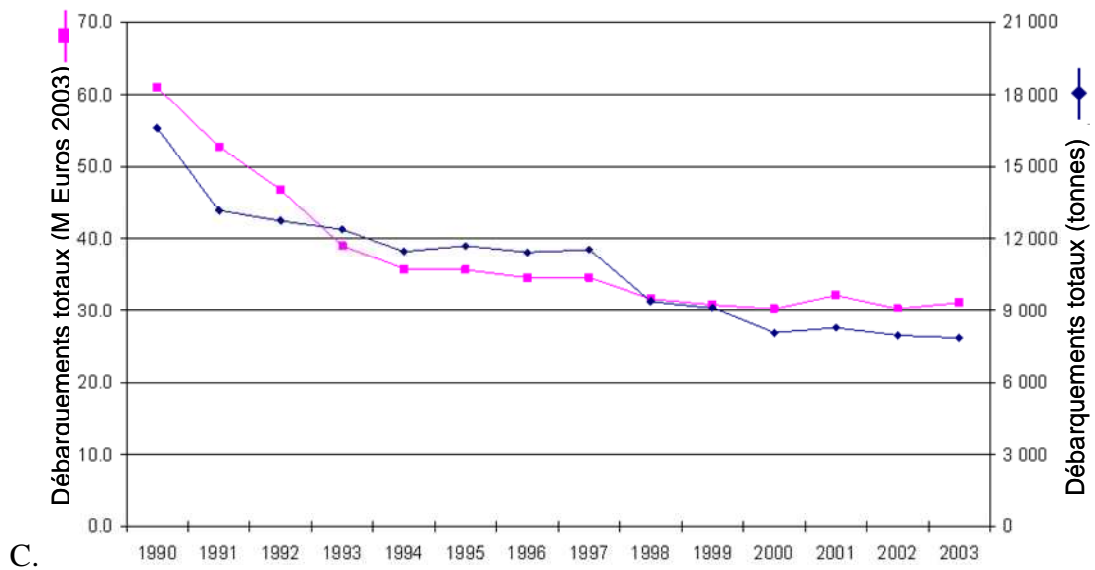
### 1.3 Caractéristiques des débarquements des trois flottilles

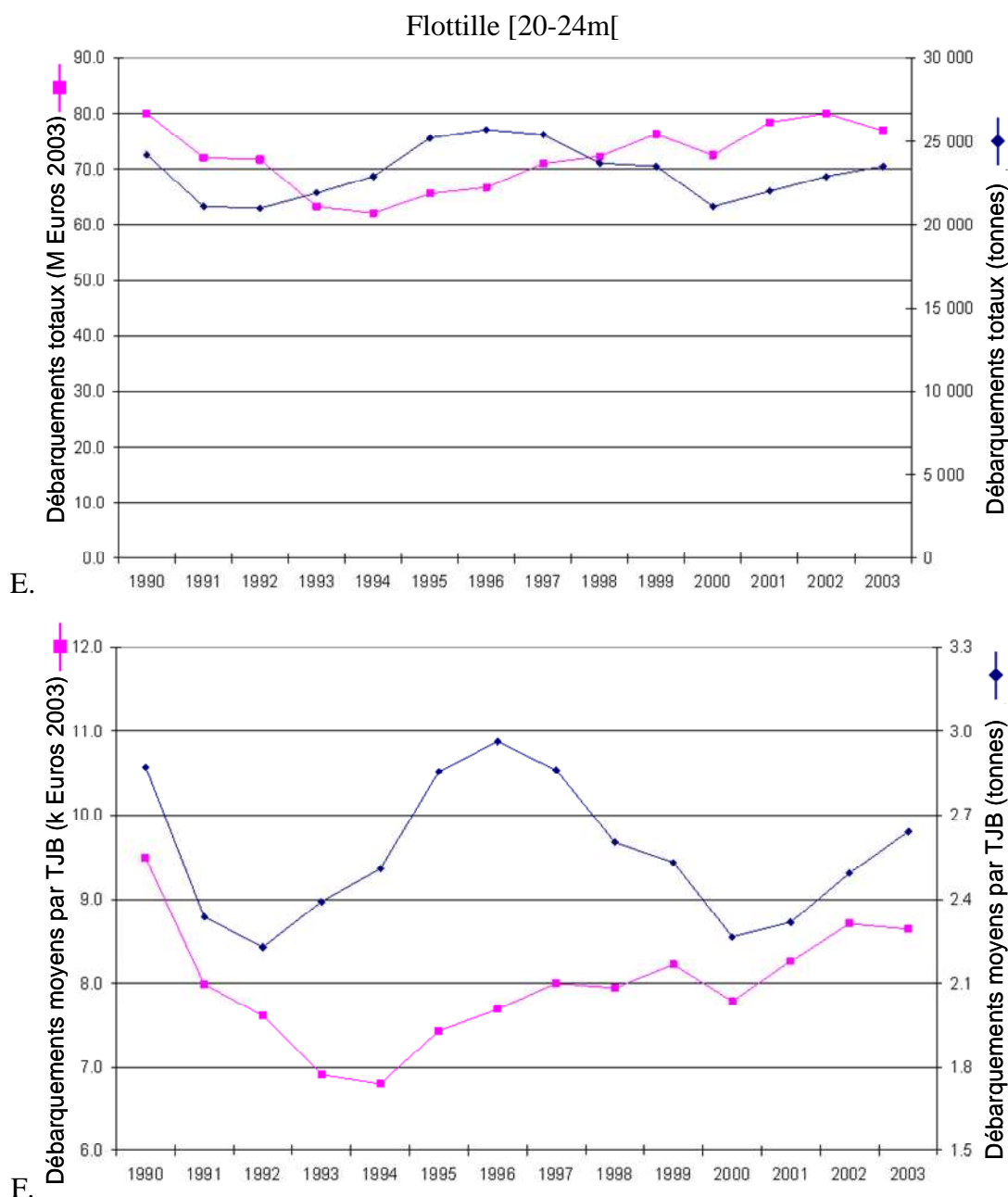
Les figures suivantes présentent les tendances des débarquements totaux, en volume et en valeur en euros constants, ainsi que par unité de jauge.

Figure 3.3 – Evolution des débarquements, 1990-2003



Flottille [16-20m]





Source: IFREMER

Entre 1990 et 2003, la production totale des flottilles des 12 - 16 m et 16 - 20 m présente des tendances décroissantes en volume et en valeur, chutant de 11,7 à 5,8 milliers de tonnes et de 48,7 à 29,1 million d'euros pour la première et de 16,6 à 7,9 milliers de tonnes et de 61,0 à 31,2 millions d'euros pour la suivante. À l'opposé, la production annuelle de la flottille des 20 - 24 m a été fluctuante autour d'une tendance à peu près constante, d'approximativement 25 000 tonnes débarquées annuellement, ce qui correspond à un chiffre d'affaires total de 75 millions d'euros. En termes de débarquements moyens, des tendances similaires peuvent être observées pour les trois flottilles. Les débarquements moyens totaux en valeur varient entre 8100 € par tonneaux de jauge brute (TJB) et 9610 € par TJB pour la flottille des 12 - 16 m, entre 10 820 € par TJB et 11 230 € par TJB pour la flottille de 16 - 20 m et entre 9 500 € par

TJB et 8 650 € par TJB pour la flottille des 20 - 24 m. À la suite d'un déclin initial particulièrement prononcé dans les quatre premières années de la période d'étude, les débarquements moyens en valeur ont connu une forte augmentation globale à partir de 1993. Cette augmentation a eu lieu à un rythme variable durant la période 1994 - 2003, avec une forte augmentation au cours des trois premières années, une croissance légèrement plus faible pour les trois flottilles durant la période 1997 - 2000, et une croissance à nouveau rapide à partir de 2001. En 2003, la valeur moyenne débarquée était à son plus haut niveau sur la période totale pour les 12 - 16 m et pour les 16 - 20 m, alors qu'elle n'avait pas regagné ses niveaux initiaux pour la flottille des 20 - 24 m. Les débarquements moyens en volume montrent également des tendances similaires entre les flottilles au cours de la période d'étude. Les débarquements totaux moyens en volume varient entre 1,95 tonnes par TJB et 1,91 tonnes par TJB pour la flottille des 12 - 16 m, entre 2,94 tonnes par TJB et 2,84 tonnes par TJB pour la flottille des 16 - 20 m et entre 2,87 tonnes par TJB et 2,32 tonnes par TJB pour la flottille des 20 - 24 m. À la suite d'une chute initiale plus ou moins prolongée, les débarquements annuels moyens ont eu tendance à augmenter jusqu'aux années 1996 - 1997, après quoi ils déclinent à nouveau jusqu'à l'année 2000. Au cours des trois dernières années de la période, les débarquements moyens en volume sont devenus soit stables, soit fortement croissants selon la flottille.

Les débarquements par TJB augmentent fortement en volume entre 1993 et 1997 pour les flottilles des 12-16 et 16-20 mètres, alors qu'elles diminuent en taille totale sur toute la période, suite aux plans d'orientation et au plan Mellick. La flottille des 20-24 mètres en jauge totale conserve des débarquements stables, mais fluctue en volume débarqué par TJB, en augmentant notamment entre 1992 et 1996. Les améliorations observées de chiffre d'affaires par unité de jauge sont imputables à des améliorations de prix, d'abondance ou d'effort apparent par unité de jauge pour certaines espèces en particulier. Nous identifions ces changements dans la structure des débarquements au cours du paragraphe suivant.

## 1.4 Evolution de la structure des débarquements

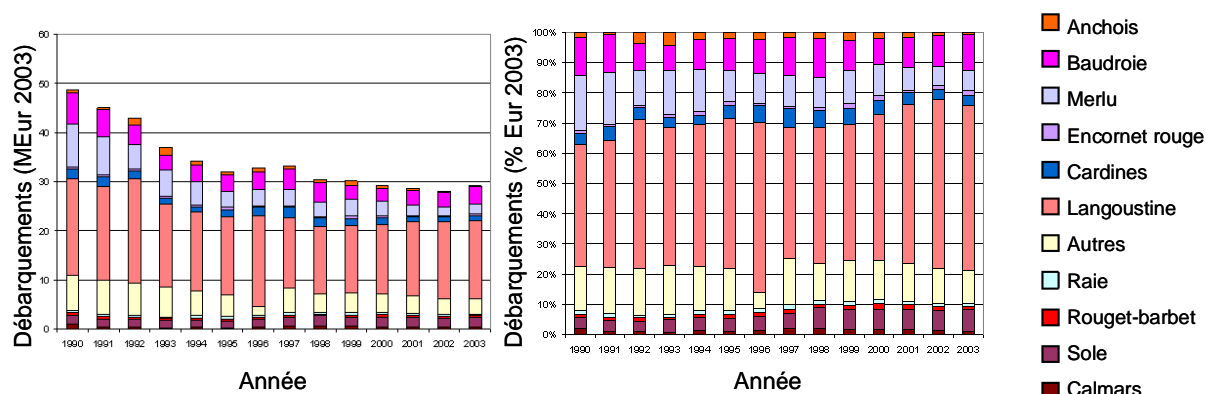
La figure 3.4 présente l'évolution de la structure des débarquements par flottille, comme elle est observée dans la base des débarquements. Les contributions des 10 principales espèces débarquées, en termes de valeur, sont présentées ; les débarquements des autres espèces sont regroupés dans la catégorie AUTRES. On remarque que chacune des flottilles a ses spécificités en terme d'espèces débarquées, probablement en raison des zones de pêche fréquentées.

Pour les 12 - 16 m, la principale espèce débarquée est la langoustine. Sa part dans la valeur totale débarquée augmente de 40 % à 55 % sur la période d'étude, montrant que cette espèce a été de plus en plus ciblée sur la période par la flottille. D'autres espèces importantes pour ces navires sont la baudroie et le merlu. Les débarquements de merlu ont chuté de 18 % à 8 % de la valeur totale débarquée.

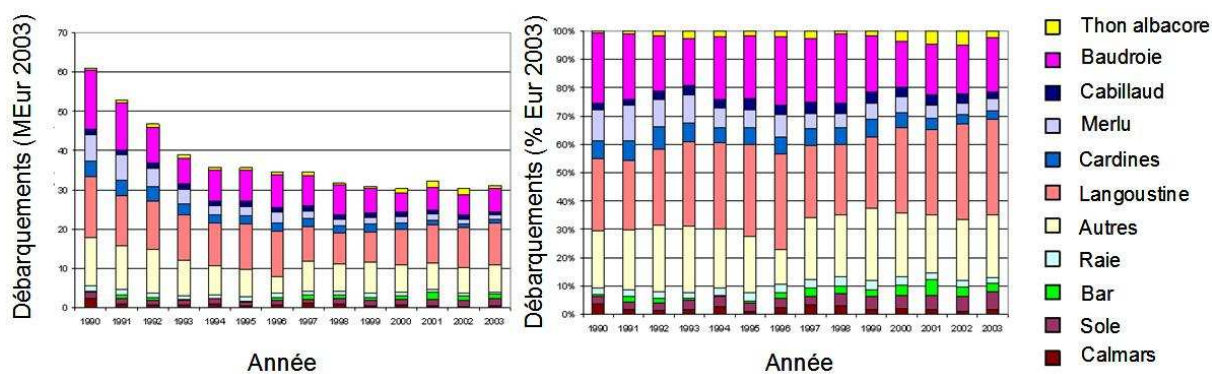
Les navires de 16 - 20 m ciblent principalement la langoustine (25 % des débarquements en valeur en 1990, qui passe à 33 % en 2003), la baudroie (25 % des débarquements en valeur en 1990, qui chute à 20 % en 2003), et le merlu (12 % des débarquements en valeur en 1990, qui chute à 5 % en 2003). La sole représente seulement 3 % du chiffre d'affaires de cette flottille en 1990, mais a augmenté en passant à 6 %, remplaçant le merlu comme la troisième plus importante espèce exploitée.

Les navires entre 20 et 24 m ciblent principalement la baudroie, la langoustine, la morue et le cardine. La baudroie est l'espèce la plus importante en terme de valeur, représentant 25 % du chiffre d'affaires total de cette flottille en 1990, et 28 % en 2003. La langoustine représente en moyenne 20 % du chiffre d'affaires, et la morue approximativement 10 %. La part de cardine dans le chiffre d'affaires a diminué de 8 % à 6 % et celle du merlu de 5 % à 2 % au cours de la période, alors que le Saint - Pierre a augmenté sa part de 3 % à 6 %.

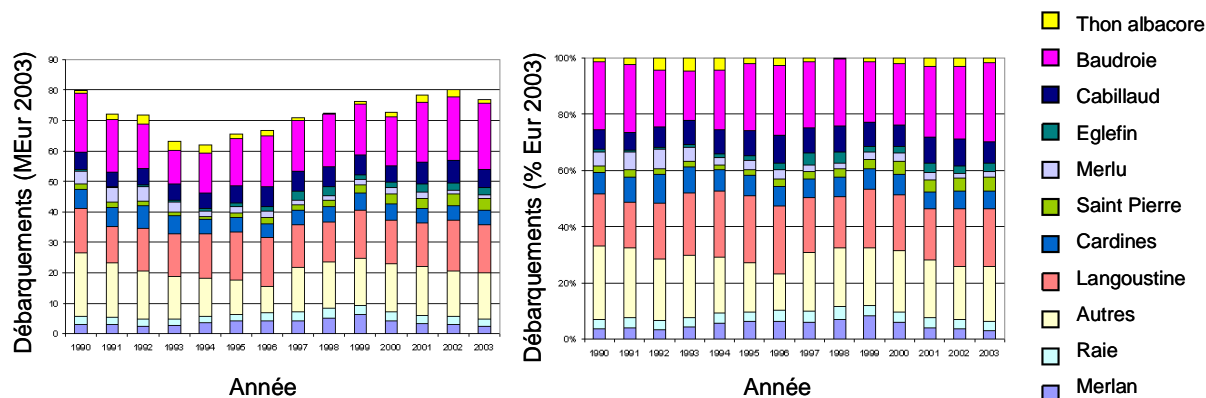
Figure 3.4 – Structure des débarquements en valeur  
Flottille [12-16m]



Flottille [16-20m]



Flottille [20-24m]



Source: IFREMER

## **2 Méthodes d'analyse des variations du chiffre d'affaires et du calcul de la productivité**

L'utilisation d'indices économiques permet de décomposer les variations d'une fonction d'agrégation telle que le chiffre d'affaires agrégé d'une flottille en des effets séparés de différents facteurs explicatifs tels que les indices de prix ou de volume. Après avoir décomposé la variation du chiffre d'affaires en un indice de prix et un indice de volume, on pousse la décomposition en découpant les changements de quantités débarquées selon d'autres variables déterminées *a priori* telles qu'un indice d'évolution de biomasse, ou d'effort de pêche.

### **2.1 La méthode de décomposition d'une fonction d'agrégation en facteurs**

#### **2.1.1 Hypothèses du modèle**

Ce modèle de décomposition par facteurs n'est pas adapté à une modélisation de long terme (que nous faisons au chapitre 5), dans laquelle la biomasse, l'effort et les régulations sont interdépendantes. Mais ce type d'approche, utilisé avec une estimation des tendances des variables de biomasse, permet de décrire une évolution passée. Elle donne ici la trajectoire des prix et des biomasses constatés, ainsi que la trajectoire des volumes débarqués qui sont le résultat de l'adaptation des flottilles à ces contraintes. Les facteurs sont supposés séparés, mais mesurés *a priori*.

La procédure développée s'appuie sur les travaux d'analyse de la productivité de Herrick et Squires (1989), Squires (1992 et 1994), qui supposent que les pêcheries sont dans une situation de libre accès, en prenant le stock de biomasse comme exogène. Nous avons vu dans le chapitre 2 que cette hypothèse correspond à la situation réelle.

Par la suite, au cours du paragraphe 4, nous utiliserons également une décomposition par facteurs pour le calcul de la productivité totale des facteurs. Cette méthode de décomposition est également décrite par Herrick et Squires (1989) ou Jin, Thunberg, Kite-Powell, Blake, (2002).

#### **2.1.2 Description des modèles :**

Les pêcheurs choisissent les espèces qu'ils exploitent en fonction de deux facteurs que l'on suppose séparables, le chiffre d'affaires et les coûts. Leur choix dépend donc du prix des espèces et des stocks disponibles pour les chiffres d'affaires et de la valeur des inputs pour les coûts. Ne disposant pas de données en panel, nous avons isolé un terme de capacité totale

pour annuler l'effet de taille. Comme les données de coûts et de chiffre d'affaires provenaient de sources différentes, nous avons limité l'analyse de la production et celle des coûts totaux à une confrontation des indices. Nous avons donc défini une fonction de production multispécifique. Cette approche permet d'étudier en particulier les variations des espèces ciblées par les pêcheurs. Pour analyser le chiffre d'affaires d'une flotte totale de pêche, on peut donc utiliser différents types de décomposition.

Modèle à deux facteurs : (modèle classique, non utilisé ici)

$$(3.1) \quad GR_{TOT} = \sum_i p_i q_i$$

avec ( $GR_{TOT}$ ) le chiffre d'affaires total (GR : Gross Revenue en anglais), et ( $p_i$ ,  $q_i$ ) respectivement le prix et la quantité débarquée de l'espèce  $i$  par unité de temps.

Modèle à trois facteurs (output désagrégé):

$$(3.2) \quad GR_{TOT} = K \sum_i p_i \frac{q_i}{K}$$

Où  $q_i/K$  est la production apparente par unité de capital (jauge dans notre cas), mesurée en termes d'output de l'espèce  $i$  par unité de capital  $K$  (i.e. tonnes/TJB<sup>2</sup>).

Modèle à quatre facteurs :

$$(3.3) \quad GR_{TOT} = K \times \sum_{i=1}^n p_i \frac{q_i}{B_i K} B_i$$

Où  $B_i$  est un indice d'abondance pour l'espèce  $i$ , par période. Il utilise des données de stock de reproducteurs sur les zones VIIIab et VIIe.

$q_i/(B_i K)$  est le terme résiduel, que nous appelons la production apparente par unité de capital et de stock, mesurée en termes d'output de l'espèce  $i$  par unité de capital  $K$  (i.e. tonnes/TJB), et par unité d'abondance.

Le terme  $q_i/B_i K$  évolue en fonction de l'amélioration technique, mais aussi du changement de la capacité d'utilisation, des effets des mesures de régulation par unité de capital (jauge). Bien qu'étant un agrégat complexe, ce facteur a l'intérêt de représenter la stratégie des pêcheurs (on suppose que la division par la jauge capture l'effet quantité, c'est-à-dire l'évolution de la flottille en nombre) soumis aux variations des prix du marché et des abondances de l'écosystème. Les effets des changements dans l'activité de pêche (c'est-à-dire l'intensité ou la localisation de l'activité de pêche) sont inclus dans la contribution des modifications de la production apparente par unité de capital ( $Q/K$ ). Ceci inclut également les effets dus au changement d'efficacité technique des navires de pêche.

---

<sup>2</sup> TJB : mesure de capacité, Tonneau de Jauge Brute



Aucun des modèles précédents ne prend en compte l'activité de pêche d'une manière explicite. Ceci est dû au fait que pour la plupart des cas d'étude, des séries longues relatives à l'effort de pêche pour les flottilles sélectionnées ne sont pas disponibles. Si ces données étaient disponibles, on pourrait utiliser le modèle à cinq facteurs décrit en annexe A.3.2.

Le tableau ci-dessous donne une interprétation des contributions par facteur pour ce modèle.

Tableau 3.1 - Interprétation des facteurs de contribution dans le modèle à quatre facteurs

Facteur	Contribution des mesures au changement de chiffre d'affaires total de :
K	Un changement du capital
Pi	Un changement du prix de l'espèce i
Bi	Un changement dans l'abondance du stock
Qi/BiK	Un changement de quantité débarquée par espèce i par unité de capital, excluant les effets d'abondance de stocks, c'est-à-dire une mesure des changements de : l'activité totale de pêche ; l'allocation de l'activité de pêche entre espèces ; l'efficacité technique de l'effort de pêche ; un ensemble de ces trois facteurs

La méthode de décomposition par facteurs permet de décrire les conséquences de mesures de gestion sur la production moyenne par navire ou par unité de jauge. Par exemple, si un plan de retrait de flotte peut être quantifié, on pourra également déterminer la contribution de cette réduction de navires à l'évolution de la production globale en valeur. Le même raisonnement s'applique à des changements de l'environnement dans lequel la flottille opère.

Selon la disponibilité des données, l'analyse peut se concentrer sur les contributions aux variations du chiffre d'affaires total. Les contributions peuvent être détaillées par facteur, comme les prix, la biomasse totale, le niveau d'effort dans un modèle multiplicatif. Ces contributions peuvent être également calculées par espèce comme le pratique Statistique Canada, à l'instar du Bureau of Economic Analysis des Etats-Unis. On propose une décomposition strictement additive des variations des agrégats, qui sera utile dans la compréhension des variations structurelles du chiffre d'affaires. Ce modèle de calcul des contributions par facteur permet de calculer les variations de chiffres d'affaires ou de coûts engendrés pour les flottilles en cas de baisse des prix, de baisse des biomasses ou d'augmentation des coûts. Il a été développé dans le cadre du projet européen TECTAC<sup>3</sup>, par

<sup>3</sup> TECTAC : Technological developments and tactical adaptations of important EU fleets, (Marchal, 2005)

F. Steinmetz, O. Thébaud, O. Guyader ; il a ensuite été appliqué à un ensemble de flottilles européennes.

### 2.1.3 Construction des indices

La mise en œuvre pratique de la décomposition par facteurs est opérée grâce à un calcul préliminaire d'indices. La formulation mathématique des indices de la décomposition du chiffre d'affaires en trois facteurs est faite dans le paragraphe qui suit. On souhaite analyser les variations des facteurs susceptibles d'influencer le chiffre d'affaires : la jauge (K), le prix (p) et les quantités débarquées par unité de jauge (Q/K). L'équation du modèle à trois facteurs se différencie de la manière suivante :

$$(3.4) \frac{\dot{GR}_{TOT}}{GR_{TOT}} = \frac{\dot{K}}{K} + \frac{\dot{P}}{P} + \frac{\dot{(Q/K)}}{(Q/K)},$$

L'annexe A.3.3 utilise la démonstration de F. Divisia et démontre que la décomposition du chiffre d'affaires dans le modèle à 4 facteurs est également recevable quand on intègre un facteur de taille de flottille K représentant la jauge totale, et des indices de biomasse par espèce, avec les prix et les quantités habituellement utilisés dans cette décomposition. Nous y faisons une approximation par des indices de Tornqvist, mais l'approximation peut également se faire avec un indice de Fisher, indice que nous utiliserons par la suite pour le calcul des contributions par facteurs.

On approche cette valeur grâce aux indices :

$$(3.5) \frac{GR_t}{GR_0} = \frac{K_t}{K_0} \times FP_{t/0} \times F(Q/K)_{t/0},$$

indice de chiffre d'affaires noté CA dans les figures, avec :

- $FP_{t/0} = \sqrt{\frac{\sum_i (p_{i,t} \cdot q_{i,0}) \sum_i (p_{i,0} \cdot q_{i,t})}{\sum_i (p_{i,0} \cdot q_{i,0}) \sum_i (p_{i,t} \cdot q_{i,t})}}$  Indice des prix de Fisher

- $F(Q/K)_{t/0} = \sqrt{\frac{\sum_i (p_{i,0} \cdot \frac{q}{K_{i,t}}) \sum_i (p_{i,t} \cdot \frac{q}{K_{i,t}})}{\sum_i (p_{i,0} \cdot \frac{q}{K_{i,0}}) \sum_i (p_{i,t} \cdot \frac{q}{K_{i,0}})}}$  Indice de volume par unité de jauge de Fisher

Fisher

### 2.1.4 Contribution à la variation du chiffre d'affaires total d'une flotte de pêche

Les séries Fisher en chaîne ne sont pas additives, et ce problème s'accroît à mesure que l'on s'éloigne de la période de référence. La non-additivité des séries réelles provient à la fois de l'enchaînement, et de la formule de Fisher elle-même, qui n'est pas dotée de la propriété d'additivité contrairement à la formule de Laspeyres. La formule utilisée ci-après, issue de l'article de (Chevalier, 2003), vise à repondérer les contributions des séries de manière à ce qu'elles deviennent strictement additives à la variation totale de l'agrégat. On présente la méthode pour le cas usuel du modèle à deux facteurs.

Modèle à deux facteurs :

Les contributions aux variations du chiffre d'affaires en volume et en prix pour chaque espèce débarquée sont calculées selon la formule suivante :

$$(3.6) \Delta Q_{i,t/0} = \frac{\left( p_{i0} + \frac{p_{it}}{FP_t} \right) \times (q_{it} - q_{i0})}{\sum_{i=1}^n \left( p_{i0} + \frac{p_{it}}{FP_t} \right) \times q_{i0}}$$

avec  $\Delta Q_{i,t/0}$  la contribution en volume de l'espèce i aux variations totales de valeur entre la période t et la période 0

$$(3.7) \Delta P_{i,t/0} = \frac{\left( q_{i0} + \frac{q_{it}}{FQ_t} \right) \times (p_{it} - p_{i0})}{\sum_{i=1}^n \left( q_{i0} + \frac{q_{it}}{FQ_t} \right) \times q_{i0}}$$

avec  $\Delta P_{i,t/0}$  la contribution en prix de l'espèce i aux variations totales de valeur entre la période t et la période 0

Cette méthode permet de quantifier l'impact de chaque espèce sur les changements en volume et en prix.

Les parts de chaque espèce débarquée dans le volume total et les effets des prix sont déterminées comme suit :

Pourcentage de la contribution en volume liée à l'espèce (i) :

$$(3.8) \% Q_{i,t/0} = \frac{\Delta Q_{i,t/0}}{\sum_{i=1}^n \Delta Q_{i,t/0}}$$

Pourcentage de la contribution en prix liée à l'espèce (i) :

$$(3.9) \quad \%P_{i,t/0} = \frac{\Delta P_{i,t/0}}{\sum_{i=1}^n \Delta P_{i,t/0}}$$

La contribution des changements en volume et en prix des espèces aux changements totaux de chiffre d'affaires en terme de pourcentage est alors calculée, elle est basée sur la contribution relative des effets du volume et des prix dans les changements de chiffre d'affaires. Le pourcentage total des variations de chiffre d'affaires dû au changement de volume par espèce (i) est calculé comme suit :

$$(3.10) \quad \%GR/Q_{i,t/0} = \frac{\ln(FQ_{t/0})}{\ln(FQ_{t,0} \times FP_{t,0})} \times \%Q_{i,t/0}$$

Le pourcentage des variations de chiffre d'affaires total dû au changement en prix de l'espèce (i) est calculé comme suit :

$$(3.11) \quad \%GR/Q_{i,t/0} = \frac{\ln(FP_{t/0})}{\ln(FQ_{t,0} \times FP_{t,0})} \times \%P_{i,t/0}$$

Avec :

$$(3.12) \quad FQ_{t/0} \times FP_{t/0} = \sqrt{\frac{\sum_i^n p_{it} q_{i0}}{\sum_i^n p_{i0} q_{i0}} \times \frac{\sum_i^n p_{it} q_{it}}{\sum_i^n p_{i0} q_{it}}} \times \sqrt{\frac{\sum_i^n p_{i0} q_{it}}{\sum_i^n p_{i0} q_{i0}} \times \frac{\sum_i^n p_{it} q_{it}}{\sum_i^n p_{it} q_{i0}}} = \frac{\sum_i^n p_{it} q_{it}}{\sum_i^n p_{i0} q_{i0}}$$

### Le modèle à trois facteurs :

Cette méthode est étendue au modèle à trois facteurs. Dans un premier temps, la contribution à la variation du chiffre d'affaires total liée à la variation de capital est calculée comme suit :

$$(3.13) \quad \% \Delta GR / K_{t/0} = \frac{\ln(K_t / K_0)}{\ln(F(Q/K)_{t,0} \times FP_{t,0} \times \frac{K_t}{K_0})}$$

La variation de la production apparente par unité de capital est décomposée par espèce comme suit :

$$(3.14) \Delta(Q/K)_{i,t/0} = \frac{\left( P_{i0} + \frac{P_{it}}{FP_t} \right) \times [(Q/K)_{it} - (Q/K)_{i0}]}{\sum_i^n \left( P_{i0} + \frac{P_{it}}{FP_t} \right) \times (Q/K)_{i0}}$$

avec  $\Delta(Q/K)_{i,t/0}$  la contribution en volume par espèce i à la variation totale de la productivité du capital en valeur entre la période de temps t et la période de référence.

Il en est de même pour les prix :

$$(3.15) \Delta P_{i,t/0} = \frac{\left( (Q/K)_{i0} + \frac{(Q/K)_{it}}{F(Q/K)_t} \right) \times [P_{it} - P_{i0}]}{\sum_i^n \left( (Q/K)_{i0} + \frac{(Q/K)_{it}}{F(Q/K)_t} \right) \times P_{i0}}$$

avec  $\Delta P_{i,t/0}$  la contribution en prix de l'espèce i aux variations totales de la productivité du capital en valeur entre la période t et la période de référence.

Pourcentage par unité de capital de la contribution en volume due à l'espèce (i)

$$(3.16) \% (Q/K)_{i,t/0} = \frac{\Delta(Q/K)_{i,t/0}}{\sum_{i=1}^n \Delta(Q/K)_{i,t/0}}$$

Pourcentage de la contribution en prix due à l'espèce (i) :

$$(3.17) \% P_{i,t/0} = \frac{\Delta P_{i,t/0}}{\sum_{i=1}^n \Delta P_{i,t/0}}$$

La variation de chiffre d'affaires total due au changement de (Q/K) pour l'espèce i est calculé comme suit :

$$(3.18) \% \Delta GR / (Q/K)_{i,t/0} = \frac{\ln(F(Q/K)_{t/0})}{\ln(F(Q/K)_{t/0} \times FP_{t/0} \times \frac{K_t}{K_0})} \times \% (Q/K)_{i,t/0}$$

La variation de chiffre d'affaires total due au changement de prix de l'espèce est calculée comme suit :

$$(3.19) \% \Delta GR / (P)_{i,t/0} = \frac{\ln(FP_{t/0})}{\ln(F(Q/K)_{t/0} \times FP_{t/0} \times \frac{K_t}{K_0})} \times \% P_{i,t/0}$$

**Le modèle à quatre facteurs :**

On présente enfin le modèle à quatre facteurs qui inclue les quantités débarquées, les prix, les biomasses et un indice de la taille de la flottille.

Les indices d'abondance par espèce sont définis comme suit :  $\frac{B_{i,t}}{B_{i,0}}$

En utilisant ces indices d'abondance, on calcule une mesure révisée des changements de la production apparente de l'input capital, excluant des changements dans l'abondance des stocks. Le changement dans la production apparente par espèce  $i$  est défini par l'indice suivant :

$$\frac{Q_{i,t}}{K_t B_{i,t}} / \frac{Q_{i,0}}{K_0 B_{i,0}}$$

Le pourcentage des changements dans la production apparente totale de l'input capital pour l'espèce dû à un effet d'abondance est calculé comme suit :

$$(3.20) \quad \% \Delta \left( \frac{Q}{K} \right) / (B)_{i,t/0} = \frac{\ln \left( \frac{B_{i,t}}{B_{i,0}} \right)}{\ln \left[ \left( \frac{Q_{i,t}}{K_t} \right) \times \left( \frac{K_0}{Q_{i,0}} \right) \right]}$$

Le pourcentage des changements de la production apparente totale de l'input capital pour l'espèce  $i$  dû à l'effet de production apparente sans effet d'abondance est calculé comme suit:

$$(3.21) \quad \% \Delta \left( \frac{Q}{K} \right) / \left( \frac{Q}{KB} \right)_{i,t/0} = \frac{\ln \left[ \left( \frac{Q_{i,t}}{K_t B_{i,t}} \right) \times \left( \frac{K_0}{Q_{i,0} B_{i,0}} \right) \right]}{\ln \left[ \left( \frac{Q_{i,t}}{K_t} \right) \times \left( \frac{K_0}{Q_{i,0}} \right) \right]}$$

En se basant sur les résultats précédents, les contributions suivantes aux variations totales de chiffre d'affaires en valeur sont calculées :

- Variation de chiffre d'affaires due au changement de la production apparente par unité d'input capital, par unité d'abondance (Q/KB)

$$(3.22) \quad \Delta GR / \left( \frac{Q}{KB} \right)_{i,t/0} = \Delta GR \times \% \Delta GR / \left( \frac{Q}{K} \right)_{i,t/0} \times \% \Delta \left( \frac{Q}{K} \right) / \left( \frac{Q}{KB} \right)_{i,t/0}$$

- Variation de chiffre d'affaires due au changement d'abondance par espèce

$$(3.23) \quad \Delta GR / B_{i,t/0} = \Delta GR \times \% \Delta GR / \left( \frac{Q}{K} \right)_{i,t/0} \times \% \Delta \left( \frac{Q}{K} \right) / B_{i,t/0}$$

- Variation de chiffre d'affaires due au changement des prix (par espèce et totales)

$$(3.24) \Delta GR / P_{i,t/0} = \Delta GR \times \% \Delta GR / (P)_{i,t/0}$$

- Variation de chiffre d'affaires due au changement de l'input capital

$$(3.25) \Delta GR / K_{i,t/0} = \Delta GR \times \% \Delta GR / (K)_{i,t/0}$$

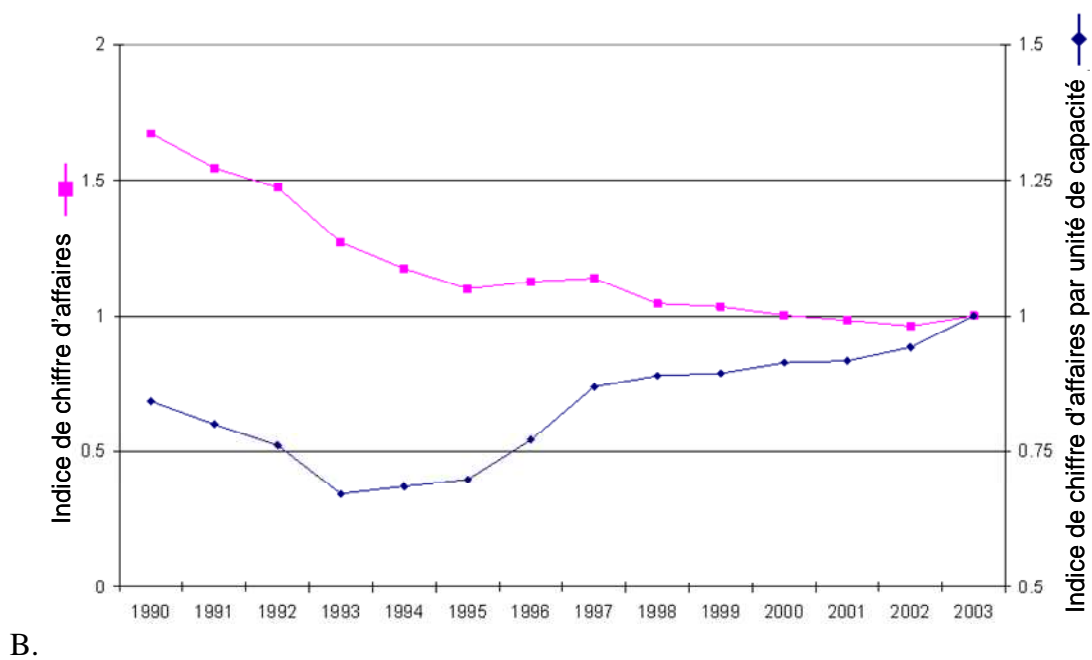
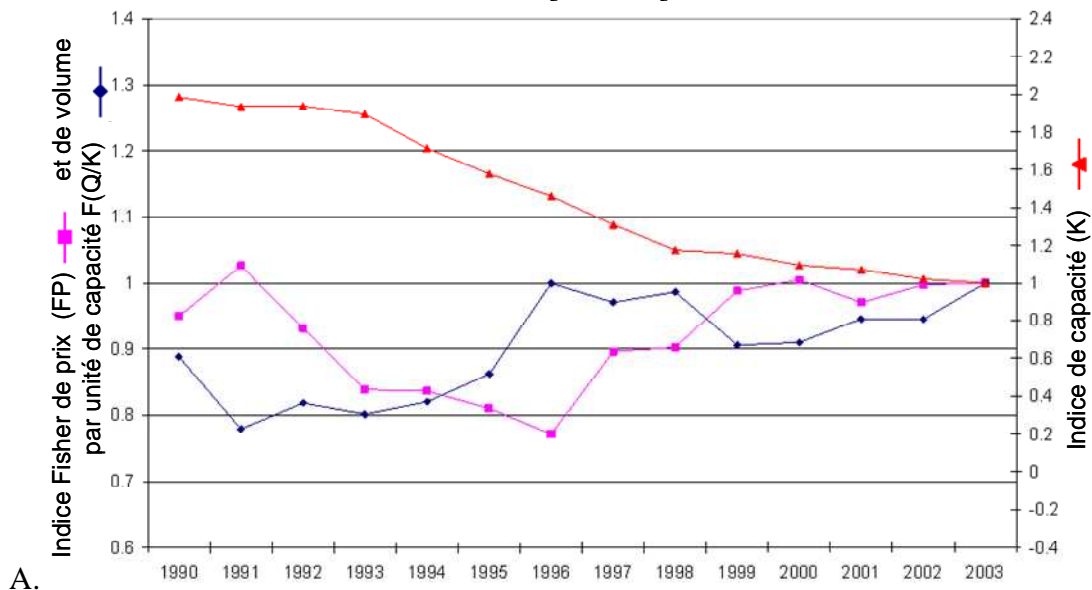
L'ensemble de ces calculs permet de décomposer la variation de chiffre d'affaires selon toutes ces composantes, d'abord selon la jauge totale, les prix, les productions apparentes, les abondances, puis par espèce. Son caractère additif permet dans la suite de représenter le poids qu'a eu chaque facteur dans la variation de chiffre d'affaires constatée, et permet par là d'observer les changements des stratégies d'exploitation observés.

## 2.2 Les indices de débarquement

Le graphique 3.5 présente les tendances observées au niveau des flottilles, en termes de jauge, prix, production par unité de jauge (cadran gauche), chiffre d'affaires total de la flottille et chiffre d'affaires moyen par unité de jauge (cadran droit). Les indices sont calculés en utilisant l'année 2003 comme année de référence, grâce à l'équation 3.4.

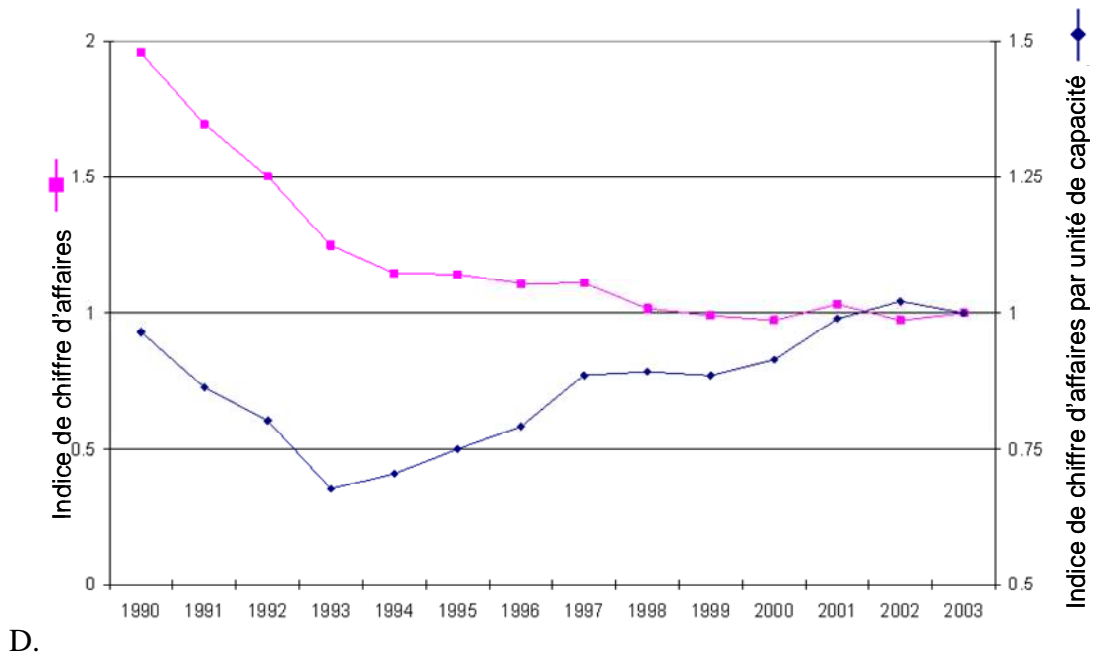
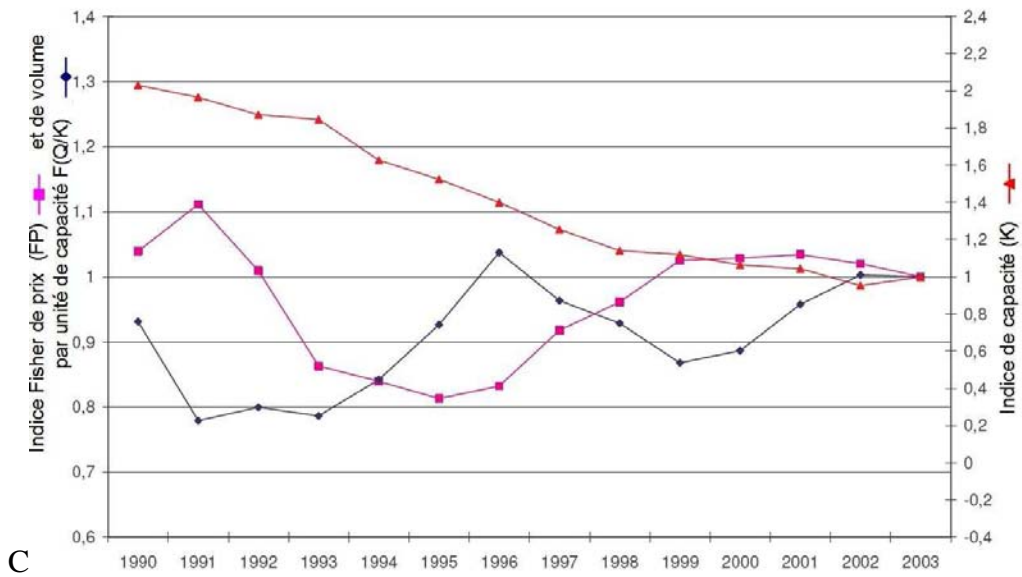
Figure 3.5 – Evolution des indices de prix, productions par unité de capital, capital et chiffre d'affaires (total et par navire)

Flottille [12-16m[

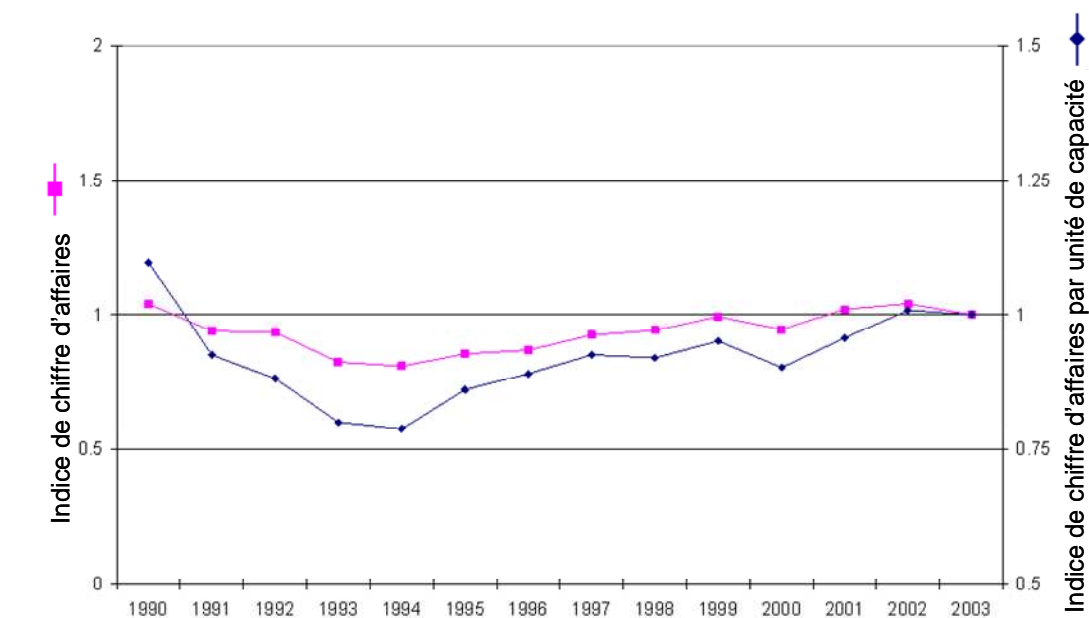
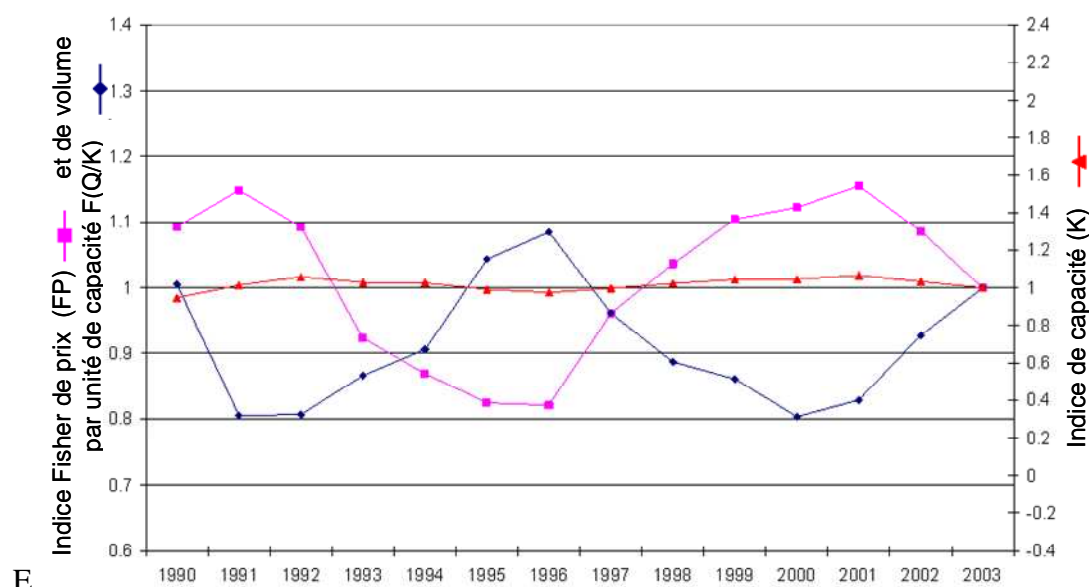




Flottille [16-20m]



Flottille [20-24m]



K = Indice de jauge totale de la flottille (TJB); FP = Indice prix de Fisher (euros 2003) ;  
 F(Q/K) = Indice de volume par unité de jauge de Fisher (kg/TJB) ; TR = Indice de chiffre  
 d'affaires total de la flottille (euros 2003); TR/K = Indice de chiffre d'affaires par unité de  
 jauge. Source: IFREMER

Les trois flottilles présentent une séquence similaire de changement dans leurs indicateurs clés (en dehors de la taille de la flottille qui a déjà été commentée) : dans l'ensemble, il apparaît que l'indice des prix FP et des quantités par unité de jauge F(Q/K) oscillent de façon inverse : quand l'un est à son maximum, l'autre est à son minimum. Ces oscillations présentent différentes ampleurs selon le groupe de navires considéré. Au cours des deux à trois premières années de la période, la production par unité de jauge a eu tendance à diminuer, alors que les prix ont eu tendance à augmenter pour atteindre un maximum en 1991. De 1992 à 96, une

forte chute des prix est observée, alors que la production par unité de jauge a eu tendance à se stabiliser et ensuite à augmenter, atteignant un maximum en 1995 avec les prix à leur plus bas niveau (ou proche) durant la période. Cette chute des prix, connue sous le nom de crise des pêches en France, est due à un ensemble de facteurs complexes, parmi lesquels l'ouverture du marché européen, les politiques monétaires des pays voisins avec lesquels la France commercialise du poisson, et le développement de l'aquaculture de saumon en Europe du Nord. Dans la seconde moitié des années 90, alors que les prix augmentent à nouveau, la production par unité de jauge a eu tendance à diminuer au cours des années 1999 - 2000. Au cours des trois dernières années de la période, les prix se sont stabilisés (pour la flottille de 12 - 16 m) ou ont chuté (pour la flottille des 16 - 20 m et la flottille des 20 - 24 m), alors que la production par unité de jauge augmentait à nouveau.

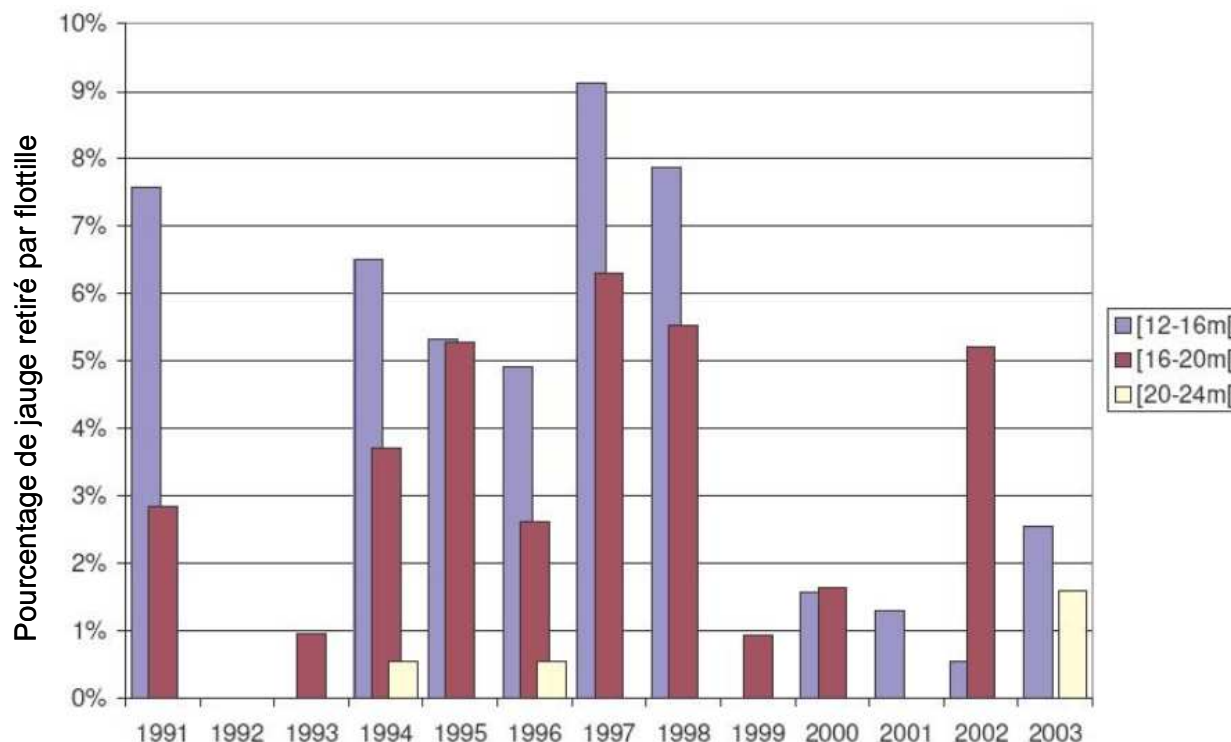
Les corrélations négatives entre les deux indices de prix et de production par unité de jauge peuvent être dues à des raisons diverses. Tout d'abord, elles peuvent résulter d'une réponse stratégique des propriétaires de navires à des conditions plus ou moins favorables sur les marchés pour écouler leur production. Par exemple, l'augmentation de la production apparente des navires des trois flottilles dans le milieu des années 90 peut être due à un ajustement de l'activité des flottilles à des conditions de marché défavorables, par une augmentation de l'effort de pêche et par un changement d'espèces ciblées, un changement de zones de pêche ou encore des changements favorables dans l'abondance des espèces ciblées. Cela peut être également dû à l'adoption de nouvelles techniques de pêche plus efficaces. D'autre part, la corrélation négative entre les prix et les indices de production peut être liée aux variations des débarquements, pas seulement pour les flottilles considérées, mais également pour toutes les flottilles ciblant les mêmes stocks et les offrant sur le même marché. Les flottilles françaises ont donc reçu un choc décomposable en deux étapes, choc qui les a amenées à changer d'espèces exploitées. Tout d'abord, elles ont été influencées par la chute des stocks d'espèces comme le merlu ou l'anchois, ensuite, les flottilles étrangères ont également eu une forte influence sur les espèces exploitées par les flottilles françaises. On note par exemple que des baisses de TAC sur le merlu, suite à des inquiétudes fortes quant à ces stocks, ont eu un impact très fort sur les flottilles espagnoles, qui ont réalloué leur effort de pêche sur des espèces alternatives autres que le merlu, cela bien avant les flottilles françaises. Un effet inverse s'est produit pour l'anchois, les flottilles espagnoles ayant fortement diminué leur production à partir de 1985, les flottilles françaises ont, à partir de cette date, développé l'exploitation de l'anchois. Cependant, ces données étrangères, comportent des agrégations d'espèces très fortes (comme un groupe de poissons téléostéens regroupant entre autres les gadiformes (lotte, merlu, ...) qui nuisent à la lisibilité des stratégies de ces flottilles pour les espèces qui sont aussi pêchées par les flottilles françaises.

Les conséquences en termes de changement dans les chiffre d'affaires moyens sont similaires pour les trois flottilles (une diminution après les années 1993 - 94, une augmentation régulière ensuite). Les impacts en termes de chiffre d'affaires total des flottilles diffèrent, en raison des différents niveaux observés pour les tailles des flottilles : (i) une diminution marquée jusqu'en

1998, suivie par une stabilité pour les deux plus petites flottilles, (ii) une diminution jusqu'en 1994, suivie par une régulière augmentation pour la flottille des 20 - 24 m.

La diminution du nombre de navires pour les deux plus petites catégories de navires a été en partie conditionnée par les plans de sortie de flotte, comme le montre le graphique 3.8 ci-dessous.

Figure 3.6 : Pourcentage de jauge supprimé chaque année par flottille grâce aux plans de retrait



Source : TECTAC

Les conditions d'attribution des permis de mise en exploitation (PME) ont été définies en 1993 et leurs effets sont visibles sur la figure 3.6. Un plan de retrait de navires a suivi au cours du POP III, en particulier au cours de la période 1993-1998. Il apparaît que ce plan était destiné à inciter les navires de faible taille à se retirer de la flotte. Ceci apparaît comme une politique de renouvellement des navires de taille intermédiaire, possédant un haut degré de mobilité ainsi qu'une grande polyvalence et susceptibles de s'adapter aux changements du statut des stocks et des marchés. La flottille des 20-24 mètres est le type de flottille qui a été volontairement la plus développée au cours de ces plans. Ceci est notamment illustré par l'âge moyen des navires selon les segments de taille, le segment des 20-24 mètres est par exemple composé de navires bien plus récents que dans les autres segments.

### **3 Le chiffre d'affaires des flottilles et les contributions à ses variations**

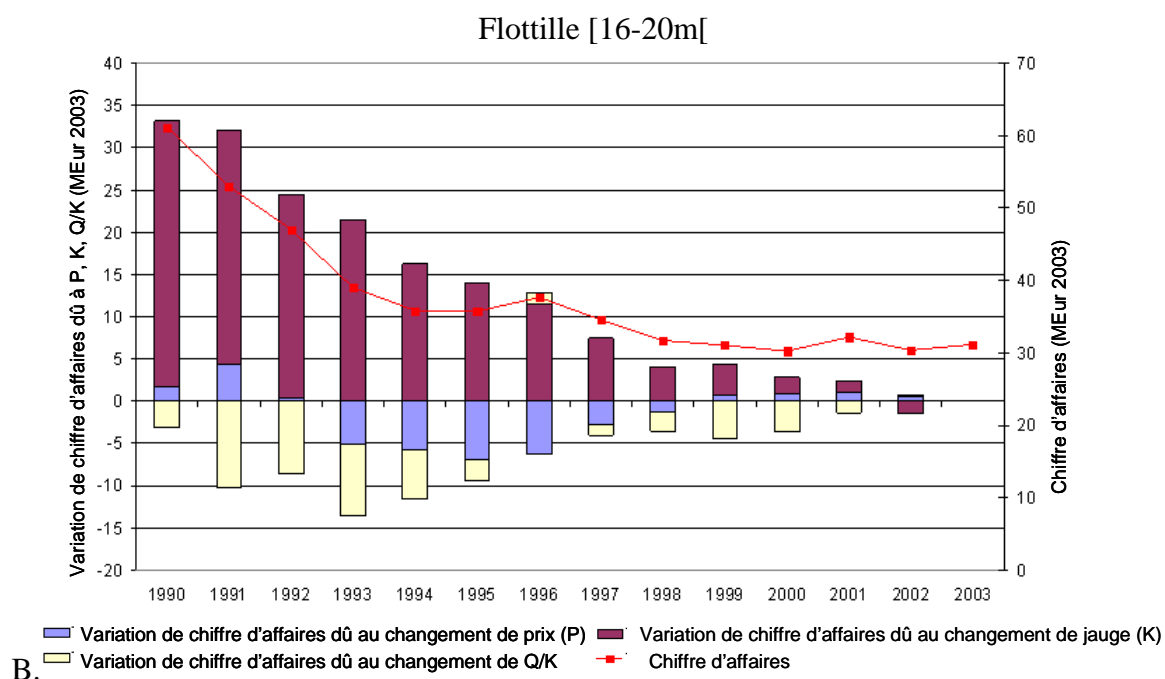
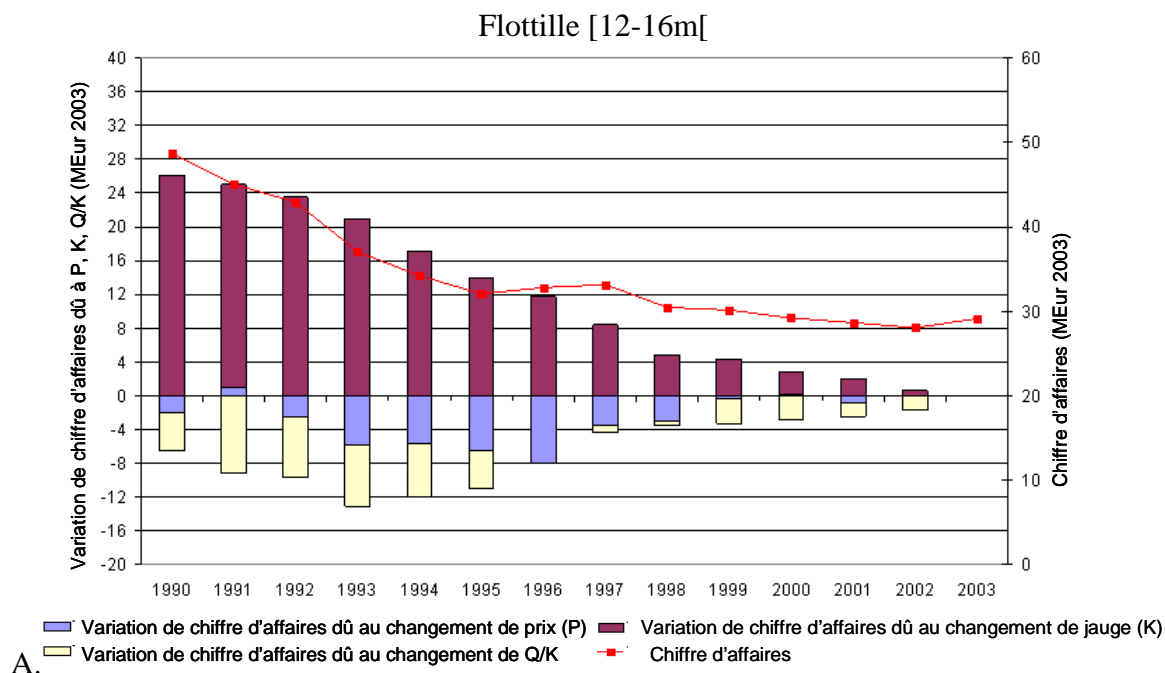
#### **3.1 Contribution du modèle à trois facteurs**

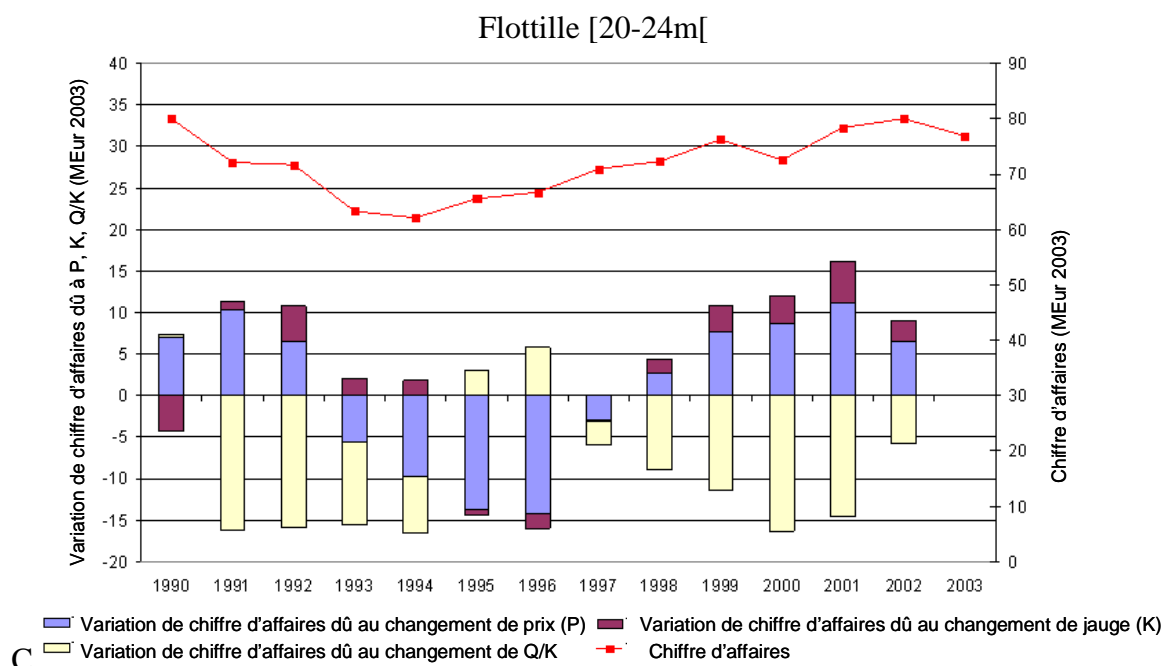
Les graphiques qui suivent présentent les variations du chiffre d'affaires pour chaque type de flottille. Ils présentent également les contributions aux variations du chiffre d'affaires des changements de jauge totale, des prix et de la production par unité de jauge. Les contributions de chaque facteur sont calculées par rapport à l'année de référence 2003, grâce aux équations 3.13, 3.14 et 3.15. Par hypothèse, les variations de chaque facteur expliquent d'une manière proportionnelle les variations de chiffre d'affaires. La contribution de chaque facteur est calculée en millions d'euros, afin que la somme de toutes les contributions soit égale à la variation du chiffre d'affaires en millions d'euros (constants) entre 2003 et l'année considérée.

#### **Note à propos de la figure 3.7 :**

Nous détaillons ci-dessous par un exemple comment lire ces graphiques, une contribution quantifie par facteur la variation de chiffre d'affaires entre la période mesurée et la période de référence (2003). **Une contribution positive d'un facteur en 1990 signifie qu'à cette date, le facteur mesuré alors amenait un meilleur chiffre d'affaires qu'en 2003.** Ainsi, pour la flottille 12-16 mètres, le chiffre d'affaires est passé de 48 à 29 millions d'euros entre 1990 et 2003, soit une différence de 19 millions d'euros. Cette différence s'explique parce qu'il y avait à l'époque une jauge totale supérieure, contribuant à une hauteur de 26 millions d'euros à la différence constatée. Cependant, les prix plus bas et une production plus faible pénalisaient cet effet de taille d'une valeur de 7 millions d'euros (2 millions pour les prix et 5 millions pour la production apparente).

Figure 3.7 – Evolution du chiffre d'affaires et des contributions aux variations des changements du chiffre d'affaires de Q/K, p, et K (référence fixe pour l'année 2003)





Variations de chiffre d'affaires (mEuros 2003) due aux variations des prix (Euros par tonnes), Q/K (Tonnes par TJB), et K (TJB). Source: IFREMER

Pour les flottilles 12 - 16 m et 16 - 20 m, le facteur contribuant le plus à la réduction observée du chiffre d'affaires est la réduction de l'indice de jauge. Les changements des prix et de débarquements par unité de jauge pour ces deux flottilles ont généralement eu une influence positive dans les changements du chiffre d'affaires, sans pouvoir pleinement compenser l'effet de réduction lié à la diminution de la jauge totale des flottilles. Les prix ont exercé une influence négative sur le chiffre d'affaires, entre 1993 et 1998, et une influence négative ou neutre au cours des autres années de la période d'étude. Les débarquements par unité de capital ont eu une influence plus forte sur le chiffre d'affaires au cours de la première moitié des années 90, et (dans une plus faible mesure) à partir de 1998.

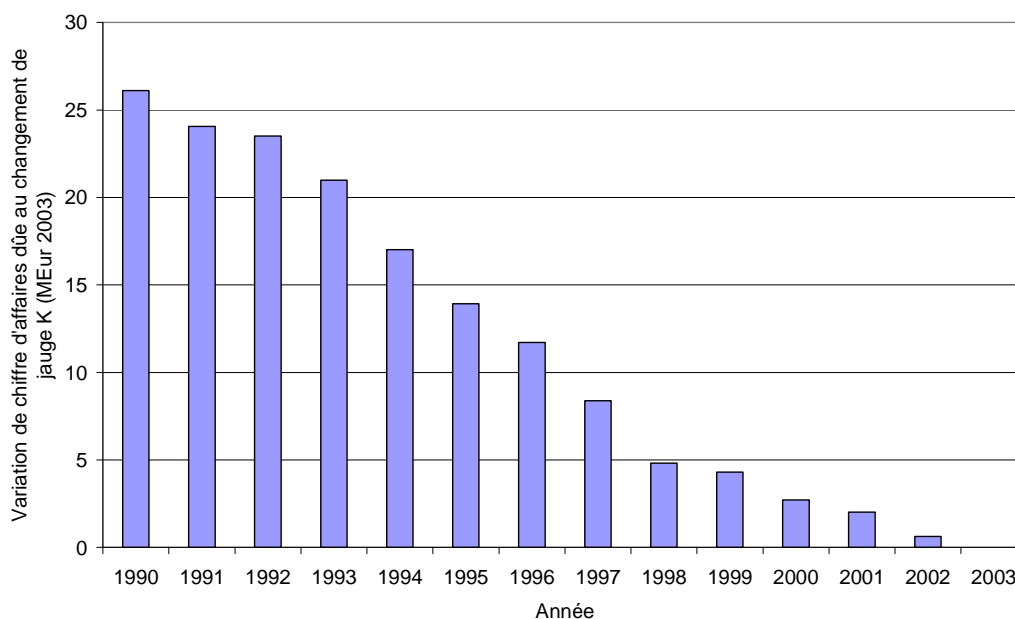
Le chiffre d'affaires de la flottille des 20 - 24 m est resté à peu près constant au cours de la période d'étude. Cela a résulté de changements des trois facteurs qui ont eu tendance à se compenser l'un l'autre. En 1990, l'influence positive des prix sur le chiffre d'affaires a été partiellement compensée par une diminution de la taille de la flottille. En 1991 - 1992 et à partir de 1998, la taille de la flottille et les prix ont exercé une influence positive sur le chiffre d'affaires, qui a été largement compensé par une influence négative de la production apparente des navires. Durant les années 1993 - 1997, l'effet fortement négatif des prix a été renforcé ou partiellement compensé par l'influence des changements de taille de flottille et de production apparente, amenant le chiffre d'affaires à ses plus bas niveaux observés au cours de la période.

### 3.2 Contributions du modèle à quatre facteurs (K, Q/K, p, B)

Par hypothèse, dans le modèle à quatre facteurs, les variations du chiffre d'affaires sont expliquées en proportions par la taille de la flottille (la jauge K), l'abondance par espèce, (B), la production apparente (Q/KB) et les prix. (P). Les graphiques suivants présentent les tendances observées pour chaque classe de flottilles. Les indices sont toujours calculés en utilisant l'année 2003 comme année de référence. Les données d'abondance sont seulement disponibles pour neuf espèces principales. Pour les espèces sans données d'abondance, les effets des variations d'abondance dans les changements de débarquement par unité de jauge ne peuvent être identifiés.

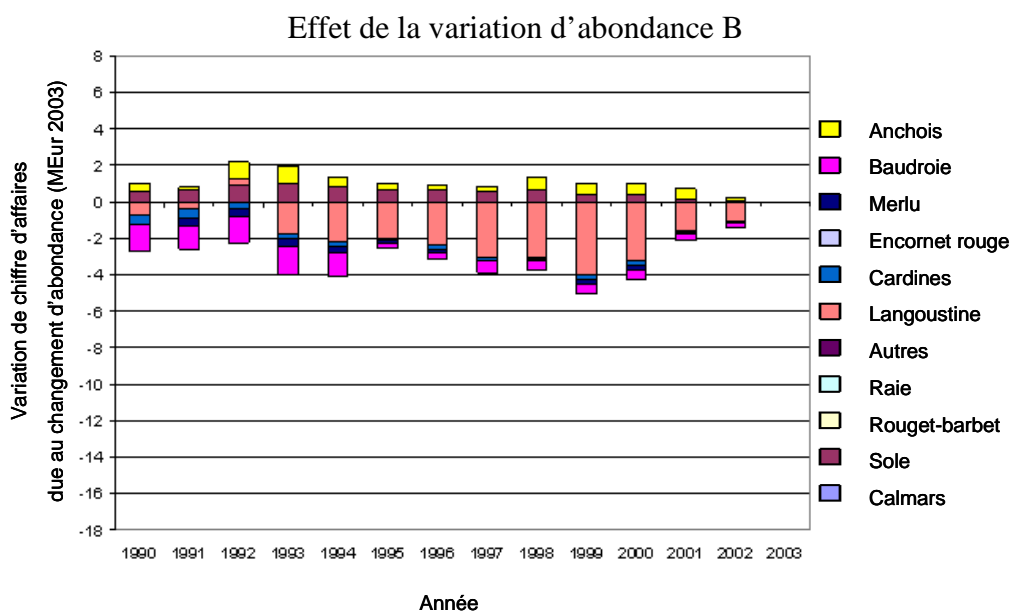
Figure 3.8 – Evolution des contributions aux variations du chiffre d'affaires : de l'abondance B, des quantités par abondance par jauge (Q/KB), des prix p, et de la jauge K (référence fixe pour l'année 2003) – Flottille 12-16m

Effet de la variation de jauge K

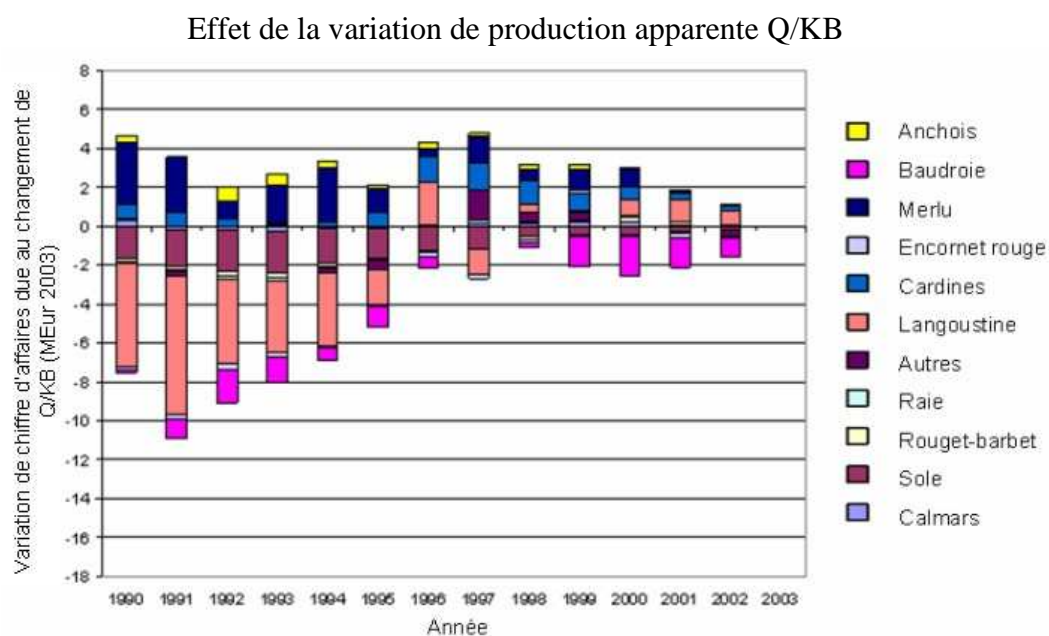


A.

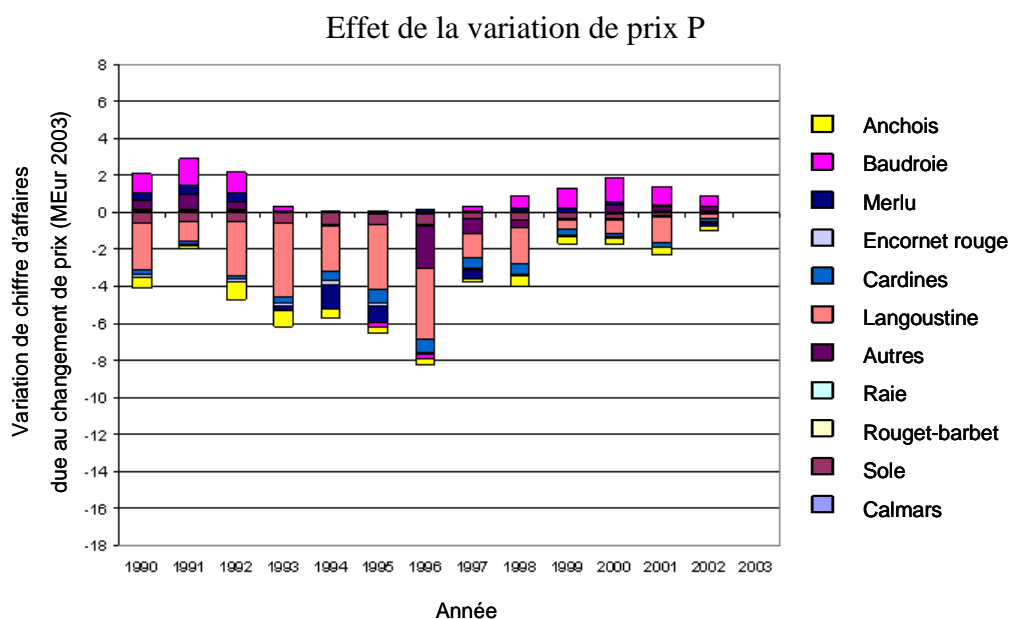




B.



C.



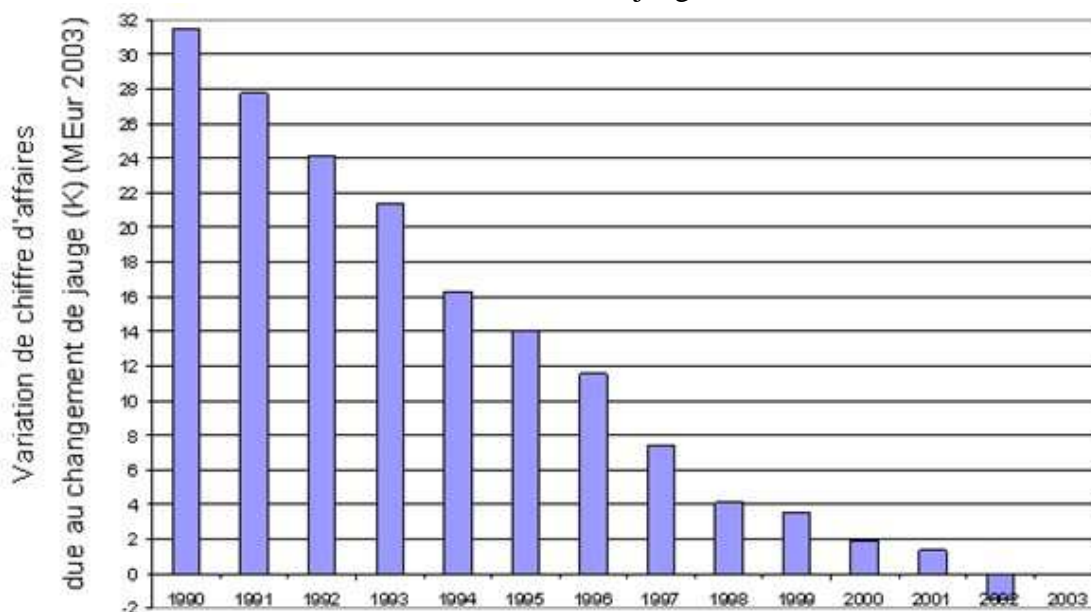
Variations de chiffre d'affaires (mEuros 2003) due aux variations d'abondance (Stock de biomasse des reproducteurs en Tonnes), Q/KB (Tonne par TJB, par unité de stock de biomasse), prix (Euros par Tonne), K (TJB). Source: IFREMER

La contribution la plus importante à la variation du chiffre d'affaires est comme précédemment la variation de la taille de la flottille. Pour la flottille des 12-16 mètres, le deuxième facteur par ordre d'importance est la variation de la production apparente, puis les prix et enfin l'abondance.

Ainsi, par rapport à 2003 ; le chiffre d'affaires était élevé en 1990 de 19 millions d'euros. Ce montant pouvait être imputé pour 26 millions à la taille plus importante de la flottille (effet de la jauge K), mais cette somme est amputée d'environ 3 millions d'euros par une production plus faible. Cette production peut être ventilée par espèce : elle était plus faible pour la langoustine, mais plus élevée pour la cardine, l'anchois et le merlu. Rappelons que le merlu était déjà, en début de période, sous un seuil de biomasse de précaution et qu'il est passé sous le seuil limite en 1992 jusqu'à la fin de la période. On voit également l'effet des prix sur la structure de la variation du chiffre d'affaires. En dehors du début de la période et la fin de celle-ci ; les prix ont toujours contribué à réduire le chiffre d'affaires, principalement dans la période comprise entre les années 1993 et 1998. De même, les abondances plus faibles de la langoustine et dans une moindre mesure du merlu, de la cardine et de la baudroie ont contrecarré les effets de jauge. En d'autres termes, les flottilles de chalutiers 12-16 mètres ont accru leur effort sur la langoustine, profitant de prix et d'abondances de plus en plus favorables.

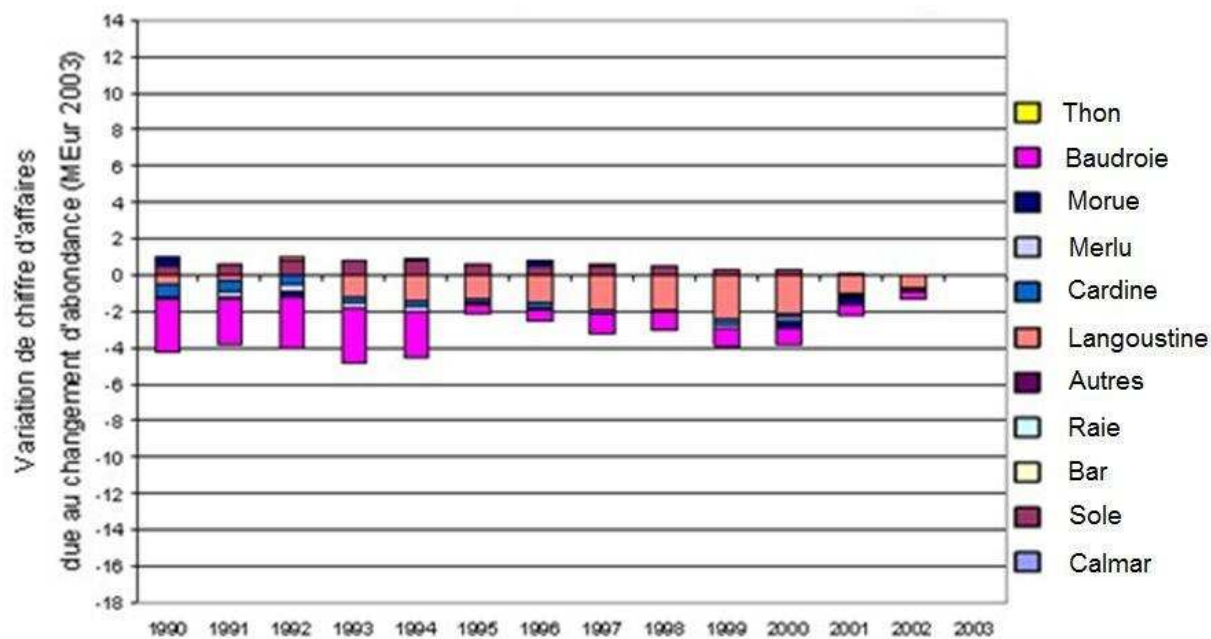
Figure 3.9 – Evolution des contributions aux variations du chiffre d'affaires : de l'abondance B, des quantités par abondance par jauge (Q/KB), des prix p, et de la jauge K (référence fixe pour l'année 2003) – Flottille 16-20m

Effet de la variation de jauge K



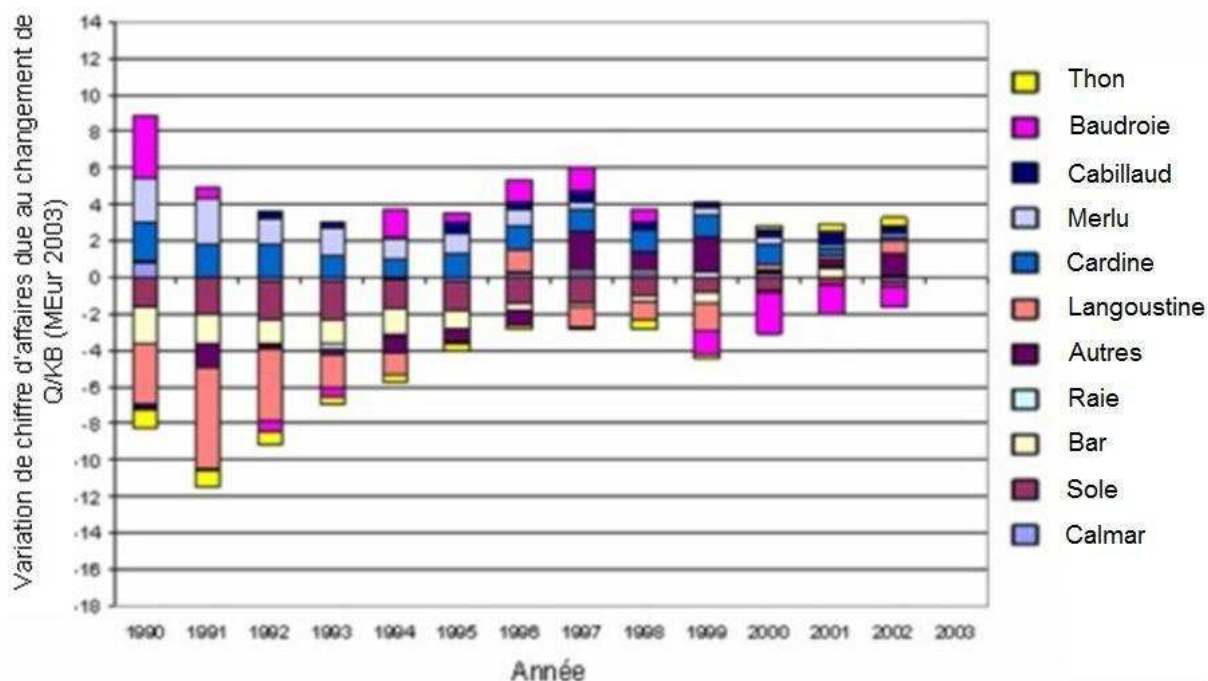
A.

Effet de la variation d'abondance B



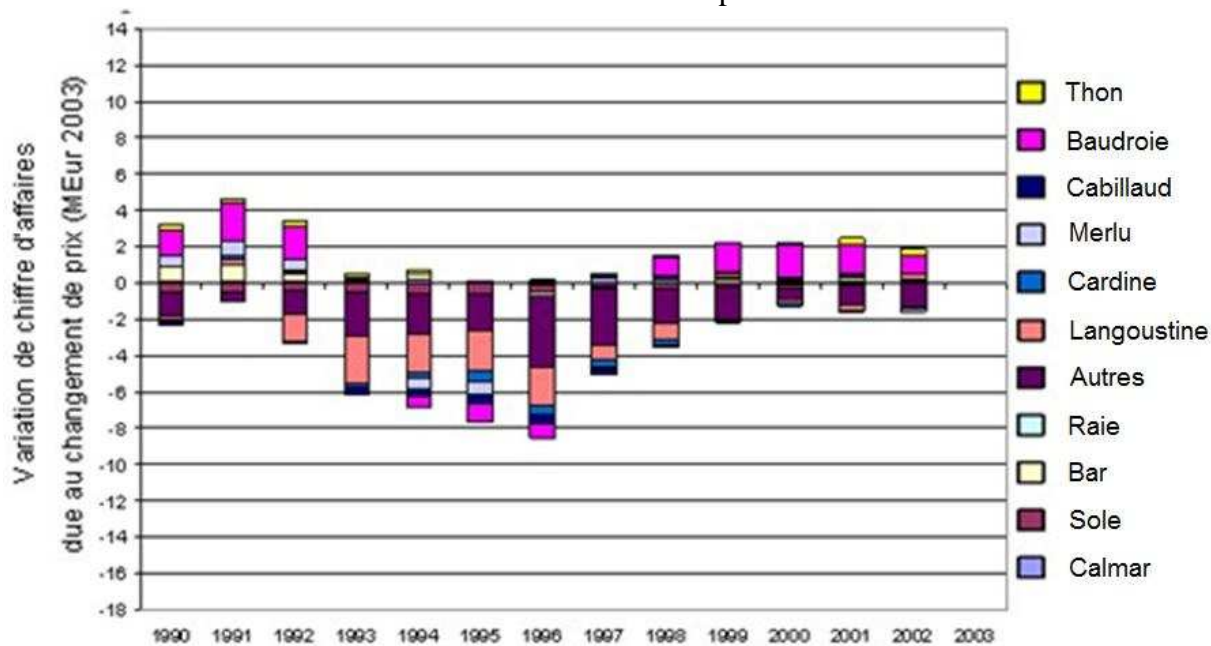
B.

Effet de la variation de production apparente Q/KB



C.

Effet de la variation de prix P



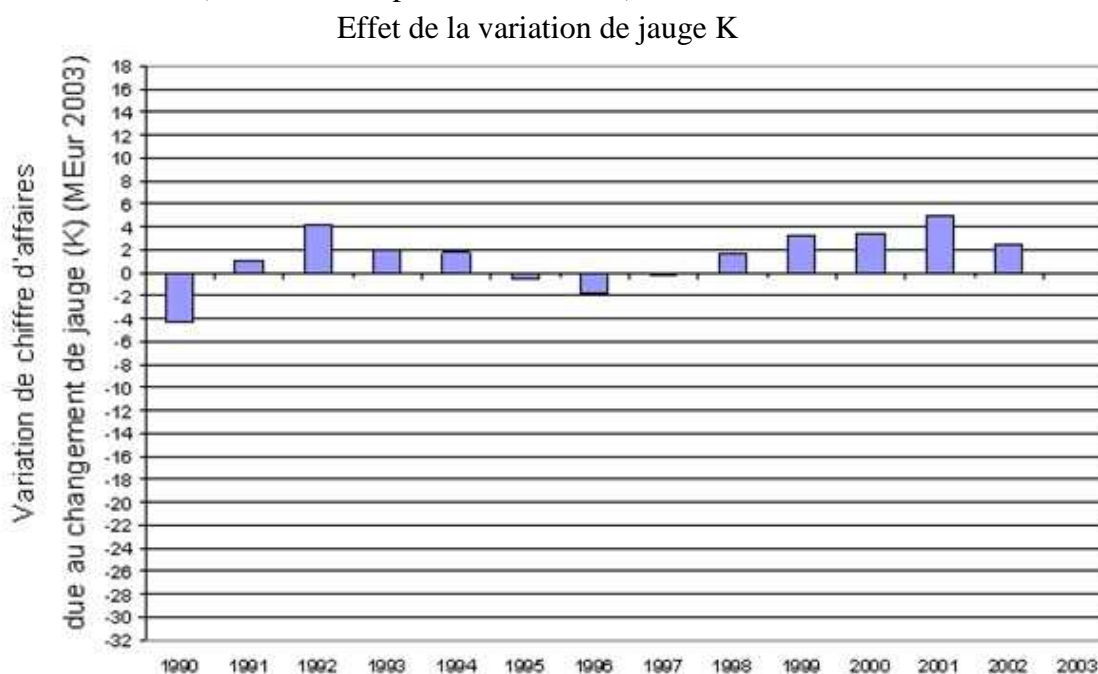
D.

Variations de chiffre d'affaires (mEuros 2003) due aux variations d'abondance (Stock de biomasse des reproducteurs en Tonnes), Q/KB (Tonne par TJB, par unité de stock de biomasse), prix (Euros par Tonne), K (TJB). Source: IFREMER

A nouveau, après les changements en termes de taille de flotte, le contributeur le plus important au changement du chiffre d'affaires pour la flottille des 16 - 20 m semble être la variation de la production apparente. Les espèces pour lesquelles la production était plus

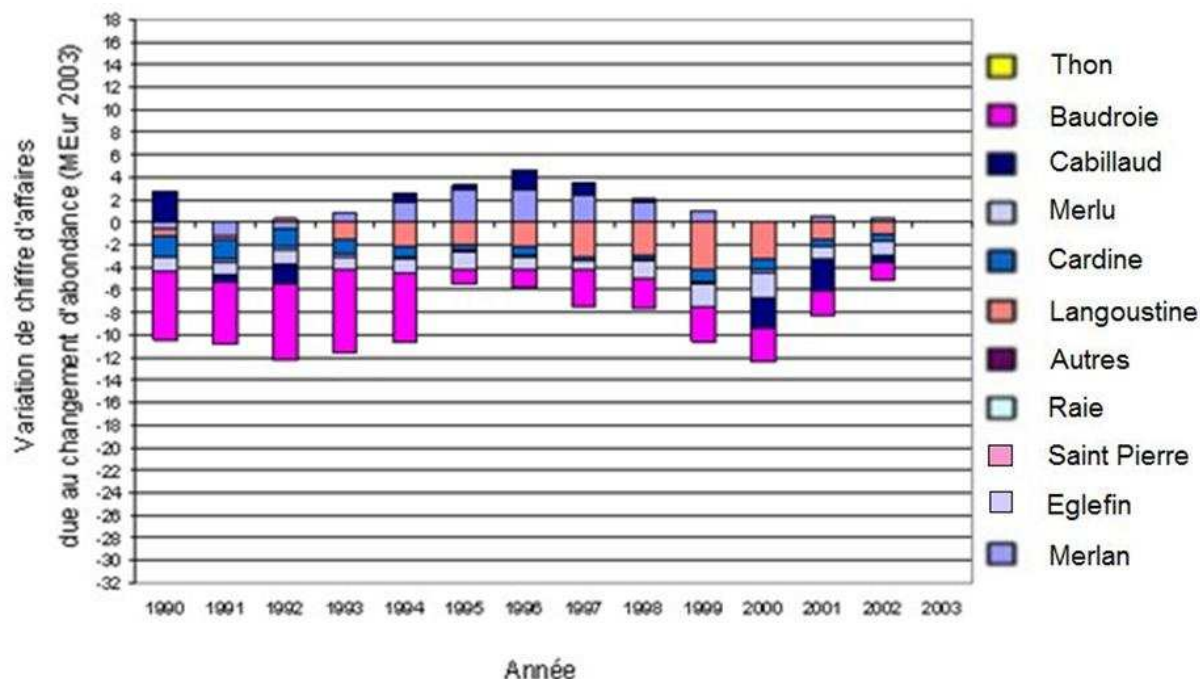
faible dans les années antérieures incluent la langoustine au cours des années 1991 - 1996, la sole dans les années 1990 - 2003, la baudroie dans les années 2000 - 2003. Rappelons pour mémoire qu'en 2003, le stock de reproducteurs de soles est au plus bas et largement dans une zone de danger. Les espèces dont les changements de production apparente ont eu une influence dans le même sens que la jauge sur le chiffre d'affaires incluent le merlu et la cardine, avec une diminution régulière de leurs contributions, et la baudroie certaines années. La crise du marché au cours des années 1993-1997 a affectée presque tous les débarquements des flottilles. Alors que les prix les plus élevés de plusieurs espèces (baudroie essentiellement) ont contribué à de plus fort chiffre d'affaires dans les années précédant la crise, seuls les prix de la baudroie ont eu une influence similaire après la crise.

Figure 3.10 — Evolution des contributions aux variations du chiffre d'affaires : de l'abondance B, des quantités par abondance par jauge (Q/KB), des prix p, et de la jauge K (référence fixe pour l'année 2003) – Flottille 20-24m



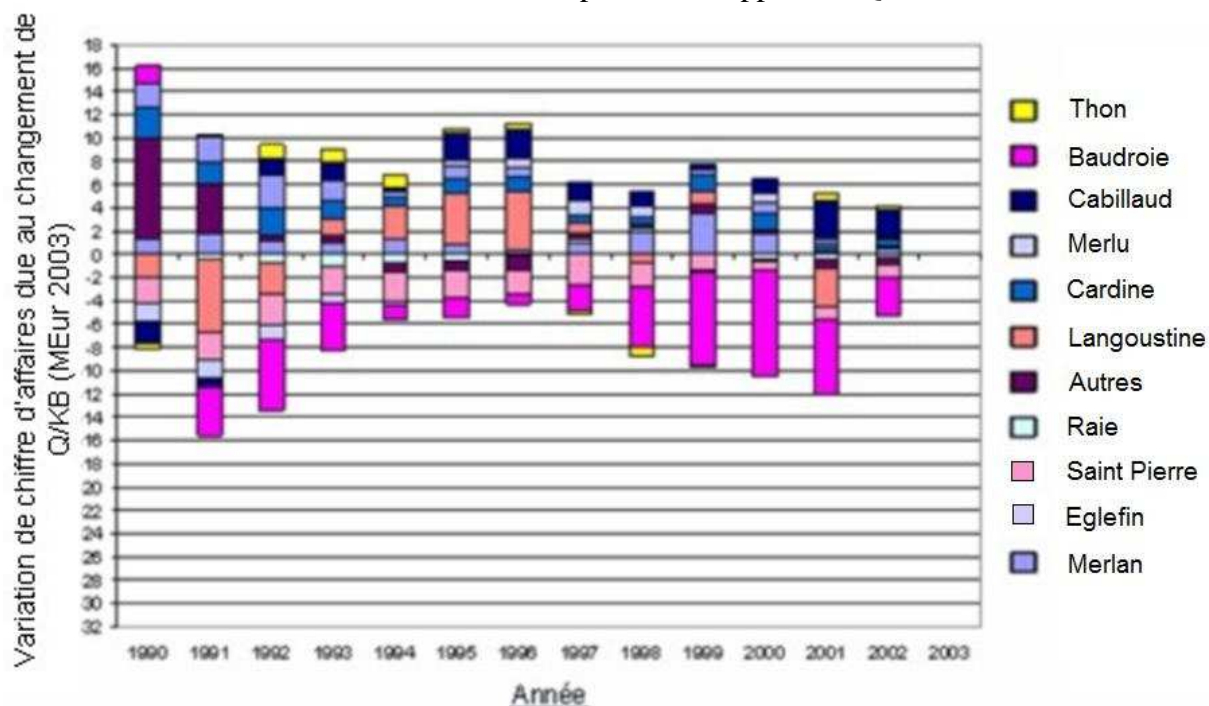
A.

Effet de la variation d'abondance B



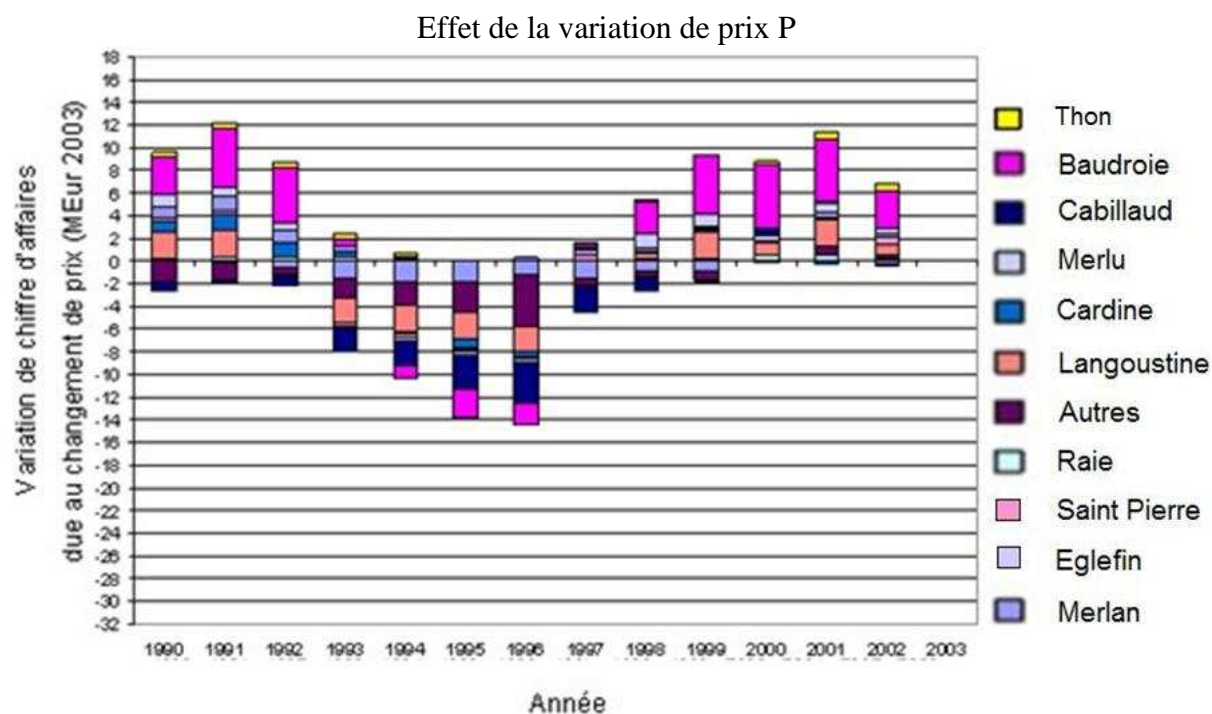
B.

Effet de la variation de production apparente Q/KB



C.





D.

Variations de chiffre d'affaires (m€uros 2003) due aux variations d'abondance (Stock de biomasse des reproducteurs en Tonnes), Q/KB (Tonne par TJB, par unité de stock de biomasse), prix (Euros par Tonne), K (TJB). Source: IFREMER

Les changements du chiffre d'affaires pour la flottille des 20 - 24 m au cours de la période d'étude ont été principalement causés par des changements de production apparente, suivi par des changements de prix, et des changements dans l'abondance des espèces clés. Les espèces avec les plus forts effets du facteur d'abondance sont la baudroie, la langoustine, le merlan et la morue. Les changements de la production apparente de la baudroie et de la langoustine ont eu également un impact fort sur les changements de chiffre d'affaires, avec un effet positif dans les années de la crise des pêches (1993 - 1996), et un effet négatif au cours des années suivantes. L'augmentation de débarquements par unité de jauge du Saint-Pierre contribue également à l'augmentation du chiffre d'affaires à la fin de la période, compensant partiellement la diminution due à une réduction de la production pour les espèces traditionnelles telles que le merlu et la morue. La crise du marché a eu un impact apparent plus court sur cette flottille (de 1994 à 1996). La chute des prix des poissons blancs tels que le merlan et la morue a eu un impact significatif sur le chiffre d'affaires total, équivalent à celui des prix de la baudroie de la langoustine en dépit de leur plus faible part dans les débarquements. Ceci montre comment le prix de ces espèces a chuté fortement (43 % pour le merlan entre 1990 et 1994, 34 % pour la morue entre 1990 et 1996). Avant et après la crise du marché, les changements dans les prix ont principalement une influence positive sur le chiffre d'affaires, avec un effet maximum en 1994 et en 2001.

Après avoir étudié les changements du chiffre d'affaires total et les contributions de différents facteurs à l'évolution de celui-ci, nous analysons les évolutions de la répartition des différents

types de coûts dans les coûts totaux. Ces changements ont également un impact sur l'exploitation des flottilles chalutières. Si cette analyse des coûts ne permet pas de connaître les changements dans les espèces exploitées en fonction des changements des coûts, elle met en évidence l'évolution des coûts et permet de calculer l'évolution globale de la productivité des flottilles.

#### **4 Les coûts de l'échantillon de chalutiers sud bretons**

Nous procédons ci-après à l'analyse des coûts d'un échantillon de chalutiers sud-bretons en panel. Ces navires sont présents dans la base de 1994 à 2003. Le tableau 3.2 présente le nombre de navires inclus dans les échantillons constants établis par l'OERP/B pour lesquels les coûts et les chiffres d'affaires sont disponibles, ainsi que les caractéristiques techniques moyennes de ces navires, pour la classe de taille à laquelle ils appartiennent. Ces caractéristiques moyennes de puissance et de jauge sont comparables à celles observées pour les populations de navires présentes dans chaque segment de flottille pour les années les plus récentes des séries temporelles.

Tableau 3.2– Paramètres techniques pour l'échantillon constant, de 1994 à 2003

	12-16 mètres	16-20 mètres	20-25 mètres
Taille échantillon	13	5	11
Puissance moyenne par navire (KW)	214,8	305,4	410,9
Jauge moyenne par navire (TJB)	31,2	38,6	78,8

Source : Observatoire Economique Régional des Pêches de Bretagne

Le tableau 3.3 donne l'information sur les types de coûts observés et les recettes pour les trois échantillons entre les années 1994 et 2003. Les coûts variables sont calculés pour le gasoil, le travail et l'équipement. Les coûts fixes couvrent la maintenance et les réparations. La partie « Autre coûts » associe d'un côté les coûts variables à l'échelle d'une marée (coût des débarquements, taxes portuaires, glace, nourriture) et de l'autre côté, les dépenses non directement liées au niveau de l'activité de pêche (assurance, location, coûts divers).



Tableau 3.3 – Coûts et bénéfices : définition des indicateurs

Paramètre	Coûts/Revenus inclus
Chiffre d'affaires	Valeur des débarquements Autre : subventions, compensations, achat de navire, sauvetage, etc.
Coût de gasoil	Gasoil Lubrifiant
Coût du travail	Part d'équipage Supplément pour l'équipage, pour le patron pêcheur Assurance sociale
Equipement (Filets, ...)	Dépense en équipement
Entretien	Maintenance et réparations pour les navires
Autres coûts	Coûts de débarquement, taxes portuaires, glace, nourriture, crédit, assurance, coûts divers

Source : Observatoire Economique Régional des Pêches de Bretagne

Cet échantillon, compte tenu de son caractère constant, mesure les coûts de navires qui sont restés en exploitation durant la période. Ces navires ont donc une productivité qui a été suffisante pour leur permettre de se maintenir malgré les plans de retrait de flotte, et ils n'ont pas non plus changé de lieu d'exploitation, mais cet échantillon est l'unique base de données permettant une mesure des évolutions des coûts. Comme le chiffre d'affaires des navires a éventuellement eu, pour ces raisons, des variations un peu différentes de celles des trois flottilles complètes, on présente l'évolution des débarquements par unité de jauge en volume et en valeur dans le paragraphe suivant.

#### 4.1 Méthode de construction d'indices de productivité à l'aide de données de chiffre d'affaires, d'abondance et de données sur les coûts

La mesure de la productivité est l'évaluation d'un rendement, et non plus comme précédemment d'une production. Il s'agit donc, dans un premier temps, de quantifier une quantité d'output produite et une quantité d'intrants ou inputs. Le changement de l'écosystème est également pris en compte dans ce calcul par une mesure d'un indice d'abondance. Ainsi, les changements contextuels du statut de l'écosystème, des divers postes de coûts et des produits, en termes de volume et de prix, amènent à une production immédiate mais aussi à une anticipation des patrons-pêcheurs<sup>4</sup> et à une adaptation de leur navire et de l'ensemble de la flotte. L'utilisation de la capacité mesure la quantité de capacité de pêche d'une flotte utilisée dans l'exploitation, et par là mesure la quantité de navires restant à quai.

<sup>4</sup>L'approche fonctionnelle de la théorie des indices, décrite en annexe A.2.3 intègre les notions d'anticipation économique des agents (consommateur ou patrons pêcheurs). C'est la raison pour laquelle nous utilisons les indices de Tornqvist : pour séparer le choix du producteur du contexte économique dans lequel il se trouve et qui recouvre des informations présentes, passées et futures.

Ce calcul de productivité apparente et de son évolution intègre à la fois les gains de productivité réalisés par navire (changements techniques) et les impacts liés à la régulation quand on n'est pas constamment en accès libre. Afin de connaître les gains de productivité apparente, on applique la méthode de calcul de la productivité totale notamment utilisée dans D. Jin (2002), qui s'obtient par la différentiation par facteurs de la fonction de production.

**Mesure de l'évolution de la production par unité de jauge :**

Cette évolution est calculée ici grâce à l'indice de Fisher des débarquements par unité de jauge (F(Q/K)).

**Mesure de l'évolution de la biomasse :**

L'évolution de la biomasse est calculée grâce à la formule suivante :

$$(3.26) \ln\left(\frac{B(1)}{B(0)}\right) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N (s_i(0) + s_i(1)) \ln\left(\frac{B_i(1)}{B_i(0)}\right)$$

Avec :

N : nombre total d'espèces

B(1) : Indice de biomasse à la période 1

si : Part en valeur de l'espèce i dans le chiffre d'affaires

Bi : Biomasse de l'espèce i

**Mesure de l'évolution des coûts :**

L'évolution de la structure des coûts en valeur qui est observée sur l'échantillon constant permet de calculer un indice d'évolution des coûts d'après la méthode de Tornqvist. Pour calculer l'indice de Tornqvist entre la période 0 et la période 1, on applique la formule suivante :

$$(3.27) \ln\left(\frac{CT(1)}{CT(0)}\right) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N (S_i(0) + S_i(1)) \ln\left(\frac{C_i(1)}{C_i(0)}\right)$$

Avec :

N : nombre total de postes de coûts

CT : Coût total

Si : Part en valeur du coût i dans le coût total

Ci : Valeur du coût i

Note : L'échantillon dans l'application qui suit est constant. On n'a donc pas besoin de diviser par l'évolution de la taille de la flottille pour calculer la croissance moyenne des coûts par navire.

**Calcul de la productivité :**

On utilise enfin l'équation 3.2 pour calculer le terme de productivité apparente :

$$(3.28) \frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \sum e_{xj} \frac{\dot{X}_j}{X_j} - \frac{\dot{B}}{B}$$

## 4.2 Evolution de la productivité des flottilles

En intégrant les données d'indices de coûts à l'équation de calcul de la productivité apparente (démontrée dans l'annexe 2), on en déduit les indices de productivité apparente. Les tableaux 3.4 à 3.6 présentent l'ensemble des indices de Tornqvist chaînés (comparaison d'une année n+1 avec l'année n) pour les productions par TJB, les stocks, les coûts et la productivité totale apparente.

Tableau 3.4 : Indices de changement de Tornqvist pour la flottille des 12-16 mètres :

Année	Production par TJB	Stock	Coûts (Echantillon)	Productivité totale apparente
1995	1.05	1.04	1.01	0.99
1996	1.14	0.98	1.15	1.01
1997	0.97	0.97	1.03	0.97
1998	1.01	1.01	0.99	1.00
1999	0.91	0.94	0.99	0.98
2000	1.01	1.03	1.00	0.98
2001	1.04	1.07	1.03	0.95
2002	1.00	1.01	1.01	0.98
2003	1.06	1.04	1.02	1.00
Indice chaîné 1995-2003	1.17	1.09	1.25	0.85
Moyenne 1995-2003	1,9%	1,1%	2,6%	-1,8%

Tableau 3.5 : Indices de changement de Tornqvist pour la flottille des 16-20 mètres :

Année	Production par TJB	Stock	Coûts (Echantillon)	Productivité totale apparente
1995	1.10	1.07	1.06	0.97
1996	1.07	1.00	1.05	1.03
1997	0.98	0.97	0.99	1.02
1998	0.93	1.00	1.00	0.92
1999	0.92	0.96	1.02	0.94
2000	1.00	1.00	0.99	1.01
2001	1.09	1.05	1.12	0.92
2002	1.05	1.03	0.98	1.04
2003	0.99	1.04	0.99	0.95
Indice chaîné 1995-2003	1.10	1.11	1.22	0.81
Moyenne 1995-2003	1.29%	1.32%	2.80%	-2.41%

Tableau 3.6 : Indices de changement de Tornqvist pour la flottille des 20-24 mètres :

Année	Production par TJB	Stock	Coûts (Echantillon)	Productivité totale apparente
1995	1.14	1.09	1.04	1.02
1996	1.03	1.02	1.07	0.95
1997	0.88	0.96	1.03	0.89
1998	0.91	0.97	0.98	0.96
1999	0.97	0.94	1.04	0.99
2000	0.93	0.95	1.00	0.98
2001	1.04	1.07	1.09	0.87
2002	1.11	1.04	1.02	1.05
2003	1.07	1.06	1.04	0.98
Indice chaîné 1995-2003	1.05	1.09	1.34	0.71
Moyenne 1995-2003	0.56%	1.13%	3.25%	-3.61%

L'indice de Tornqvist d'abondance (colonne stock sur le tableau 3.6) est calculé grâce à l'équation 3.26, en utilisant les données de biomasse des espèces pêchées par ces flottilles, c'est-à-dire dans le golfe de Gascogne (VIII a,b,d) et la zone CIEM (VII b-k), disponibles au tableau 2.1 du chapitre 2<sup>5</sup>, et des parts de ces espèces dans le chiffre d'affaires pour chaque classe de flottille. En cas d'absence de donnée, nous supposons que le stock est constant. Ces trois flottilles exploitent des zones très différentes comme illustré à la figure 3.2, mais nous n'avons disposé que de données d'abondance pour l'ensemble du golfe de Gascogne. On constate que cet indice d'abondance a eu un effet quasiment identique entre ces trois flottilles.

On observe également qu'au cours de la période, l'accroissement de la production a été plus fort pour les petites flottilles (+1.9 % en moyenne par an entre 1995 et 2003 pour les 12-16 m contre + 0.56 % pour les 20-24 mètres) alors que les coûts ont plus fortement augmenté pour les flottilles de taille importante, en raison de leur plus forte dépendance au gasoil.

On observe ensuite une augmentation par an des coûts de 2.6% (resp. 2.8% et de 3.25 %) pour la flottille des 12-16 mètres (resp. 16-20 mètres et 20-24 mètres) : l'augmentation de la production par unité de jauge ne compense pas l'augmentation des coûts observée sur l'échantillon.

La différence entre l'échantillon constant avec lequel on mesure les coûts et les flottilles qui ont subi des plans de retrait ou des départs peut venir expliquer la moins forte diminution de la productivité pour les petites flottilles, cependant la productivité apparente reste, malgré tout, négative sur la période pour les trois flottilles de chalutiers. Ainsi, la productivité apparente diminue en moyenne de 1.8 % entre 1995 et 2003 pour les 12-16 mètres, de 2.4 % pour les 16-20 mètres et de 3.6 % pour les 20-24 mètres. L'explosion du poids des postes des

<sup>5</sup> Le stock de biomasse pour la langoustine est considéré sur la zone d'exploitation de ces flottilles, à la différence de la donnée affichée au tableau 2.1.

coûts, et en particulier du gasoil a ainsi amené ces flottilles chalutières à ces fortes diminutions de productivité apparente. Vu d'une autre manière, ceci signifie qu'avec la même quantité de coût, elles ne peuvent plus produire autant, en particulier pour les segments de grande taille. Ce terme résiduel regroupe à la fois des changements de régulation et les changements techniques qu'on cherche en priorité à mesurer.

### **Conclusion du chapitre 3 :**

Notre objectif était d'étudier la trajectoire spécifique de l'exploitation des flottilles du golfe de Gascogne, en mesurant d'une manière rigoureuse l'effet des différentes variables économiques dans l'évolution observée.

Cette analyse s'appuie sur des recensements exhaustifs du Système d'Informations Halieutiques de l'IFREMER et des échantillons de l'Observatoire Economique Régional des Pêches de Bretagne, notamment sur les flottilles de la façade du Golfe. Les modèles utilisés ont été adaptés aux données dont nous disposions. Trois flottilles de chalutiers sud bretons, de classe de taille différente ont été sélectionnées et étudiées sur la période 1990-2003. Les données microéconomiques par navire n'ont pas été disponibles, compte tenu de leur confidentialité au niveau européen du projet TECTAC.

Les deux flottilles de plus petite taille (12-16 mètres et 16-20 mètres) ont connu une forte baisse de leurs effectifs et de leur jauge totale, ce qui n'a pas été le cas de la flottille des 20-24 mètres. Chacune des flottilles présente des spécificités en terme de capture, compte tenu du fait que les flottilles de plus grande taille fréquentent de façon plus importante la mer Celtique et la Manche. Les 12-16 mètres comme les 16-20 mètres ciblent de façon préférentielle la langoustine. Par contre, les 20-24 mètres privilégient la baudroie. Ces analyses des débarquements par segment de flottille devront être replacées dans le cadre d'une analyse plus globale des changements structurels des débarquements, que l'on observera au cours du chapitre suivant.

Afin d'analyser l'évolution du chiffre d'affaires des différentes flottilles sur la période, nous avons quantifié les contributions de différents facteurs : la jauge totale, l'abondance des espèces, les prix et l'effort apparent, c'est-à-dire la production par unité de jauge et d'abondance. Pour la flottille des 12-16 mètres, l'influence de la baisse de la jauge totale sur le chiffre d'affaires total a été partiellement compensée par l'augmentation du prix de la langoustine au cours de la période. Cette flottille a profité de l'augmentation des abondances de la baudroie et de la langoustine et a été pénalisée par la baisse du stock d'anchois en fin de période. Cela l'a conduit à cibler plus fortement la langoustine, la baudroie et la sole et à abandonner partiellement son effort sur le merlu et les cardines. La flottille des 16-20 mètres a subi les mêmes influences en terme d'abondance et de prix, mais dans des proportions différentes. Elle a centré son effort sur la langoustine, en particulier de 1991 à 1996 et un peu sur la sole. En ce qui concerne la flottille des 20-24 mètres qui n'a pas connu de baisse de la jauge totale, la faible abondance de la baudroie en début de période a plus fortement touché ce segment, qui est également frappé par des fluctuations de prix identiques à celles des autres flottilles. Les 20-24 mètres compensent les prix bas des espèces en augmentant la productivité apparente sur celles-ci.

L'étude de la productivité apparente des chalutiers s'est faite sur un échantillon constant, mais de taille relativement faible. L'analyse montre que les chalutiers de 20-24 ont une productivité apparente en baisse plus forte (-3.6% en moyenne entre 1995 et 2003) que les classes de navires plus petits (-2.4% et -1.8 % pour les 16-20 et les 12-16 mètres entre 1995 et 2003). Cette baisse plus forte est liée à la forte augmentation des coûts du gasoil. Si l'accroissement de la production par unité de jauge a amené une croissance du chiffre d'affaire, il a également amené, notamment avec la crise du gasoil une très forte croissance du poids des coûts. Par conséquent, on observe ici des navires plus gros, plus efficaces mais pourtant moins productifs, parce les sommes englouties par les coûts de gasoil freinent la capacité de production. On n'observe que peu de changements au niveau de l'abondance, mais le chapitre 2 nous renseigne sur un point : un grand nombre d'espèces sont restées sous le seuil de précaution ; les espèces sont maintenues à des niveaux de stocks bien trop faibles qui ne remontent pas, malgré les difficultés accrues que connaissent les pêcheurs. Ces évolutions sont à comparer aux évolutions présentées au chapitre 2, figure 2.32, pour des données plus complètes, mais non constantes : nous observons alors que le rapport entre l'excédent brut d'exploitation et le chiffre d'affaires était en augmentation pour les 12-16 m, en légère augmentation pour les 16-20 m et en baisse légère pour les 20-24 m entre 1995 et 2003.

Ce chapitre nous a permis de comprendre comment réagissent les producteurs des différentes flottilles chalutières qui forment la majeure partie de la flotte du Golfe. Les pêcheurs s'adaptent et modifient leurs stratégies de pêche en ciblant différentes espèces suite à des chocs d'abondance, de prix ou de réglementations, qui sont des déterminants de la trajectoire économique de la pêche française dans le golfe de Gascogne. Nous avons développé des analyses de court terme, contrairement aux fonctions de production théoriques de long terme qui seront étudiées ultérieurement au chapitre 5, et ces analyses apportent à ce titre un regard complémentaire sur les déterminants de la dynamique économiques des flottilles de pêche.

Chapitre 4 :  
Analyse comparée des évolutions de la structure des  
débarquements des poissons dans le Golfe et  
l'Atlantique Nord-Est et effet des importations





## **Introduction :**

Au cours du chapitre 2, nous avons présenté l'évolution du contexte biologique, politique et économique de la pêche française dans le golfe de Gascogne ainsi que les tendances des débarquements en volume et en valeur. Mais ces évolutions agrégées ne prennent pas en compte des effets de structure essentiels à la compréhension de l'évolution de la pêche. Le chapitre 3 permet à partir de l'analyse de trois flottilles de chalutiers sud bretons de comprendre leurs stratégies de pêche qui s'adaptent aux variations d'abondance et de prix des espèces. Au cours de ce chapitre, nous nous intéressons au poisson frais débarqué sur la façade Atlantique Nord-Est ou capturé dans les zones VIIIab du golfe de Gascogne, notamment pour tester les hypothèses de Pauly : les caractéristiques biologiques comme le niveau trophique sont plus aisément comparables quand on étudie exclusivement les poissons.

L'étude conjointe de la façade de l'Atlantique Nord-Est et de la zone du golfe de Gascogne permet de mesurer pour ces deux ensembles les compositions des débarquements qui résultent des mouvements des flottilles françaises d'une zone à l'autre ainsi que du changement de leurs stratégies et des espèces qu'elles ciblent. Pour traiter le vaste ensemble des données qui regroupe toutes les quantités débarquées par espèce et par année, il est nécessaire de procéder à des analyses de données en utilisant d'une part des décompositions en indices et d'autre part des analyses en composantes principales.

La décomposition de la valeur débarquée en indices de prix permet de mettre en évidence un premier effet de structure qui se confirme lorsque l'on décompose les débarquements par groupes d'espèces. Ces évolutions peuvent également être suivies par les caractéristiques biologiques, tant des débarquements sur la façade que des captures sur la zone VIIIab.

Les relations existant entre l'évolution des paramètres bio-géographiques et économiques et l'évolution de la structure des débarquements apparaissent en utilisant une méthode de projection de la structure par analyse en composantes principales<sup>1</sup>.

Ceci permet de mettre en évidence que la composition des débarquements est fortement liée à l'épuisement de certaines espèces de forte valeur : le caractère économique de la pêche conditionne très fortement les trajectoires des flottilles et, dans un contexte mondialisé, il apparaît nécessaire d'étudier l'influence des espèces importées sur les quantités des poissons débarqués dans les ports du Golfe. Cette analyse, portant sur le groupe des poissons blancs et des petits pélagiques, se fait au moyen d'un modèle de demande idéale AIDS et à travers le changement qui s'est opéré pour celui-ci dans le temps.

---

<sup>1</sup> Les travaux des sections 2 à 5 ont été publiés dans : Steinmetz F., Thébaud O., Blanchard F., et al., (2008) A bio-economic analysis of long term changes in the fisheries production of the bay of Biscay (France), Aquatic Living Resource 625 vol 21 n°3

## Partie A : Evolution de la structure des débarquements et liens avec leur nature biologique et économique

### 1. Variables et paramètres de l'étude

#### 1.1. Origine des données et paramètres de l'étude :

La spécificité des captures issues du golfe de Gascogne dans les débarquements globaux de la façade Atlantique Nord-Est a été soulignée au cours du chapitre 2. Les sources des différents ensembles de données de cette analyse ont été présentées dans le chapitre 1.

En l'absence de données économiques de long terme sur les débarquements effectués dans la totalité des criées du golfe de Gascogne, nous analysons les changements dans la composition des débarquements à l'échelle de la façade Atlantique Nord-Est d'une part, et dans les captures du golfe de Gascogne VIII ab d'autre part.

Les flottilles inscrites dans les quartiers maritimes du Golfe ont progressivement redéployé une partie de leur effort au cours de la période vers les eaux du golfe de Gascogne en s'adaptant aux évolutions biologiques. Elles doivent également tenir compte du poids des importations qui viennent concurrencer leurs propres productions. Cet effet des importations ne peut être quantifié que pour la période récente, puisque nous ne disposons des données de production mensuelles pour la façade du Golfe qu'à partir de 1990, grâce au SIH et de données mensuelles des importations pleinement utilisables qu'à partir de 1999.

#### 1.2. Analyse comparée des débarquements de l'Atlantique Nord-Est et du golfe de Gascogne :

Nous présentons sur les figures 2.27 et 2.28 les évolutions comparées de l'Atlantique Nord-Est et du golfe de Gascogne au cours de la période, en utilisant les indices de valeur et de Fisher en prix et volume. L'indice de Fisher volume et prix est défini comme suit :<sup>2</sup>

$$FQ_{t/0} = \sqrt{\frac{\sum_i^n P_{it}q_{i0}}{\sum_i^n P_{i0}q_{i0}} \times \frac{\sum_i^n P_{it}q_{it}}{\sum_i^n P_{i0}q_{it}}} \quad \text{et} \quad FP_{t/0} = \sqrt{\frac{\sum_i^n P_{i0}q_{it}}{\sum_i^n P_{i0}q_{i0}} \times \frac{\sum_i^n P_{it}q_{it}}{\sum_i^n P_{it}q_{i0}}}$$

Cet indice tient compte de l'ensemble des espèces dont les prix sont renseignés. Les prix ne sont disponibles qu'avec les données de l'OFIMER qui les collecte sur les criées de la façade Atlantique. Nous prenons donc ces prix tels quels, pour les débarquements du golfe de Gascogne.

---

<sup>2</sup> Présentation des indices à l'annexe A.2.3

Figure 2.28 – Evolution des indices de Fisher des débarquements totaux de poissons en volume, en prix et en valeur, réalisés par les flottes françaises opérant dans l'Atlantique Nord - Est, 1973-2002 (prix constants en euros 2002)

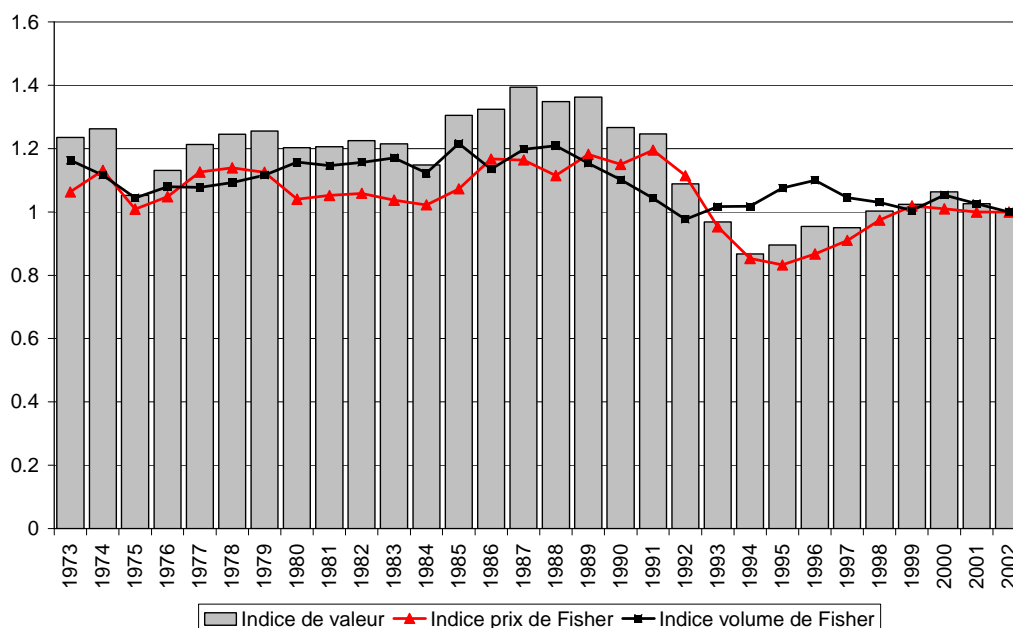
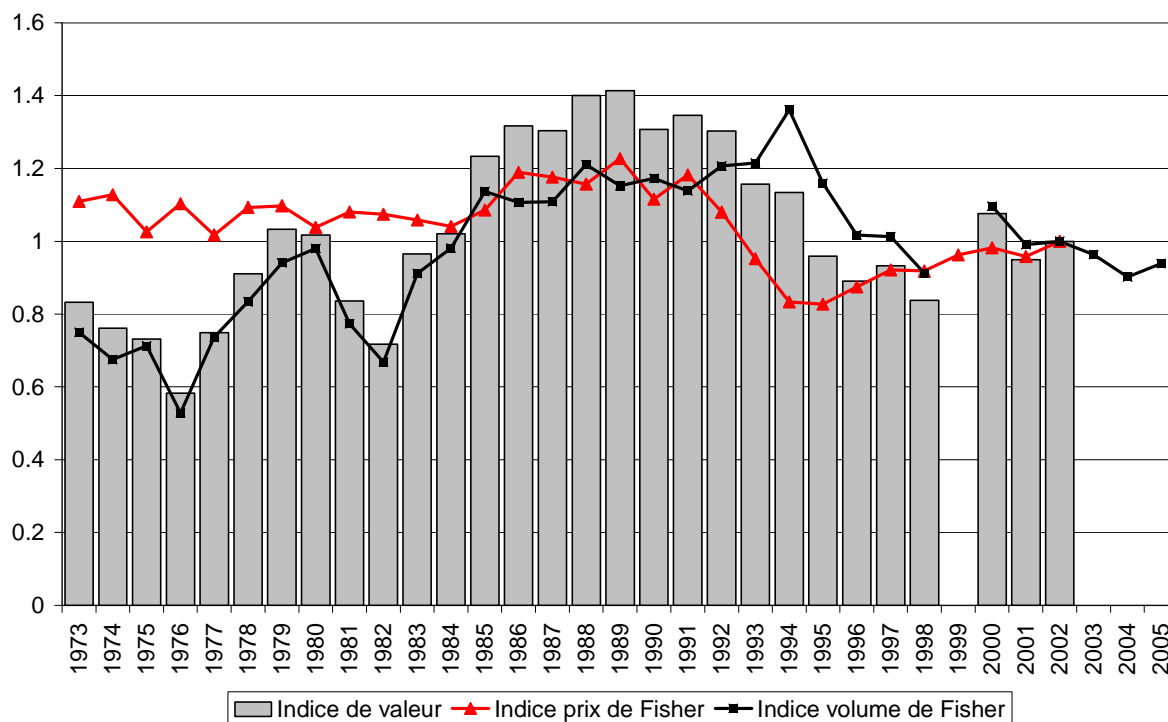


Figure 2.29 – Evolution des indices de Fisher des captures totales en volume et en valeur, réalisé par les flottes de pêche françaises opérant dans le golfe de Gascogne, 1973-2002 (prix constants en base 2002)



Pendant la période 1973-1994, la part des débarquements du golfe de Gascogne dans les débarquements totaux de l'Atlantique Nord-Est est passée de 23 % à 45 % en valeur. Cette part a chuté après 1994 pour valoir seulement 33 % en 2002. Pour les seuls poissons, notamment sans la langoustine, en trente ans, la part en volume du golfe de Gascogne passe de 18 % à 24 % de la totalité des poissons débarqués issus de l'Atlantique Nord-Est. Bien que les bases statistiques soient d'origine différente, OFIMER pour l'Atlantique Nord - Est et FAO pour le golfe de Gascogne, cette variation est malgré tout interprétable. Ceci peut être expliqué par un effort de pêche sur les poissons de mer qui s'est redéployé vers le golfe de Gascogne. En 1977, l'extension des ZEE aux 200 milles a conduit les navires étrangers à sortir des eaux françaises, et a peut-être incité les navires français à exploiter les côtes du golfe de Gascogne, ce qui a pu amener la part de celui-ci à augmenter de façon progressive dans les débarquements français. L'importance accrue des coûts de gasoil a sans doute aussi impacté la manière dont la flotte déploie son effort aujourd'hui. En exploitant les eaux du Golfe plus fortement, ce redéploiement des flottes hauturières a sans doute eu une influence sur la pêche dans les eaux du Golfe et accéléré la chute des flottilles plus petites et côtières qui survient à partir de 1992. Le problème de changement du droit est évidemment également lié à la concurrence des navires français avec les autres pays, tels que l'Espagne ou le Royaume Uni, mais nous ne disposons pas de données suffisantes sur ces flottilles.

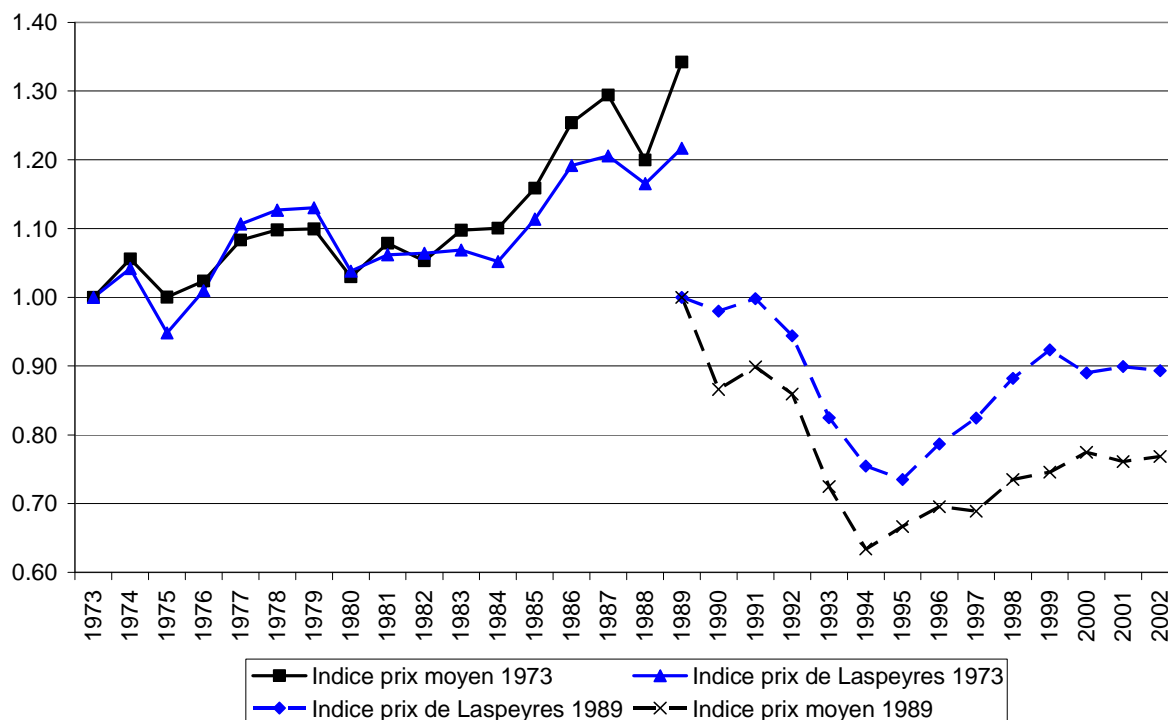
### 1.3. Tendances de la composition des débarquements par groupes d'espèces

Les évolutions des prix moyens de poissons, présenté sur la figure 2.26 du chapitre 2 incluent des évolutions de structure. Ces effets de structure sur la valeur des débarquements de poissons dans l'Atlantique Nord-Est sont mis en évidence lorsque l'on compare sur la figure 4.1 les évolutions de l'indice des prix moyens (défini comme la moyenne des prix individuels pondérés par leurs contributions annuelles au volume total débarqué), avec un indice prix de Laspeyres, qui pondère les prix des espèces par leur contribution au volume total débarqué.

$$(4.1) L_{t/0}^p = \frac{\sum_i q_{i,0} p_{i,t}}{\sum_i q_{i,0} p_{i,0}}$$

Nous utilisons l'année de référence 1973 pour la période 1973-1989 correspondant à l'augmentation des prix, et l'année de référence 1989 pour la période 1989-2002 correspondant à la baisse importante des prix.

Figure 4.1 – Comparaison de l'indice des prix moyens et de l'indice prix de Laspeyres avec pour période de référence l'année 1973, toutes espèces.



Nous pouvons constater qu'il y a bien un effet de structure dans les débarquements de poissons dans l'Atlantique Nord – est pour la première période : l'indice de prix moyen est très au-dessus de l'indice de prix de Laspeyres en 1989. Cela reflète une forte variation de la composition des débarquements par rapport à celle de 1973 : les espèces nobles plus fortement exploitées en 1989 font monter l'indice de prix moyen. Par contre, entre 1989 et 2002, l'indice des prix moyens des poissons débarqués par les flottilles françaises est passé de 1 à 0,77, alors que l'indice de Laspeyres de base 1989 est passé de 1 à 0,89.

La même analyse faite pour les captures de poissons issus des zones VIII ab du golfe de Gascogne montrent que l'effet est encore plus prononcé : entre 1989 et 2002, le prix moyen chute de 1 à 0.56, alors que l'indice de Laspeyres passe de 1 à 0.80. Il y a donc un changement de structure dans l'Atlantique Nord-Est, et un changement bien plus fort pour ce qui concerne le golfe de Gascogne. Après 1989, en même temps qu'une chute globale des prix pour les espèces, la part grandissante des espèces à bas prix dans les débarquements totaux a exercé une pression supplémentaire à la baisse sur les prix moyens des poissons ; cet effet est plus fort dans le Golfe que pour la moyenne de l'Atlantique Nord-Est. L'importance de l'effet peut être quantifié en calculant la part de cette chute des prix moyens qui peut être expliquée par des modifications structurelles dans la composition des débarquements<sup>3</sup>. On en déduit également la part de la chute des prix expliquée quand la structure est maintenue inchangée en calculant le rapport du log de l'indice prix de Laspeyres en base 1989 par le log de l'indice

<sup>3</sup> La part de l'effet structurel peut être calculée par le log de l'indice prix de Laspeyres divisé par le log de l'indice du prix moyen.

des prix moyens. Dans l'Atlantique Nord-Est, la baisse du prix moyen est de 22 % : 47 % de ce changement de prix est expliquée par le changement de structure des prix, c'est-à-dire ici par la part grandissante des espèces à bas prix.

Pour mieux expliquer ces changements de structure des débarquements, nous avons décomposé ceux-ci en trois sous populations : les poissons benthiques (BEN), les poissons démersaux (DEM) et les poissons pélagiques (PEL), présentés en annexe A.1.1. Ce regroupement permet une approche plus fine des évolutions des débarquements en volume ou en valeur.

La proportion des différents groupes dans les débarquements totaux est présentée sur les figures 4.2 et 4.3 pour l'Atlantique Nord Est et le golfe de Gascogne. On constate qu'il y a eu une diminution forte de la part des poissons démersaux débarqués par des flottilles françaises en Atlantique Nord-Est au cours de la période d'étude, notamment à partir de la fin des années 1980. Les débarquements ont surtout été affectés par une forte augmentation de la proportion de poissons pélagiques : elle a environ doublé sur la période. Dans le golfe de Gascogne, le groupe des poissons démersaux est passé de 20 % des débarquements en 1973 à 40 % en 1990 ; il entame ensuite un déclin pour passer à 20 % en 2002. Il y a eu une forte réduction de la part des poissons benthiques, qui représentait 45 % des débarquements en 1973 et qui est passé à 20 % seulement en 2002. L'augmentation dans la proportion des poissons pélagiques dans les débarquements a commencé dans les années 80 : alors que le groupe pélagique représentait 21 % des débarquements en 1981, il représentait 60 % de la production en 2002.



Figure 4.2 – Composition des débarquements de l'Atlantique Nord-Est, source: Ifremer, basé sur les données *CCPM-OFIMER-DPMA*<sup>4</sup>

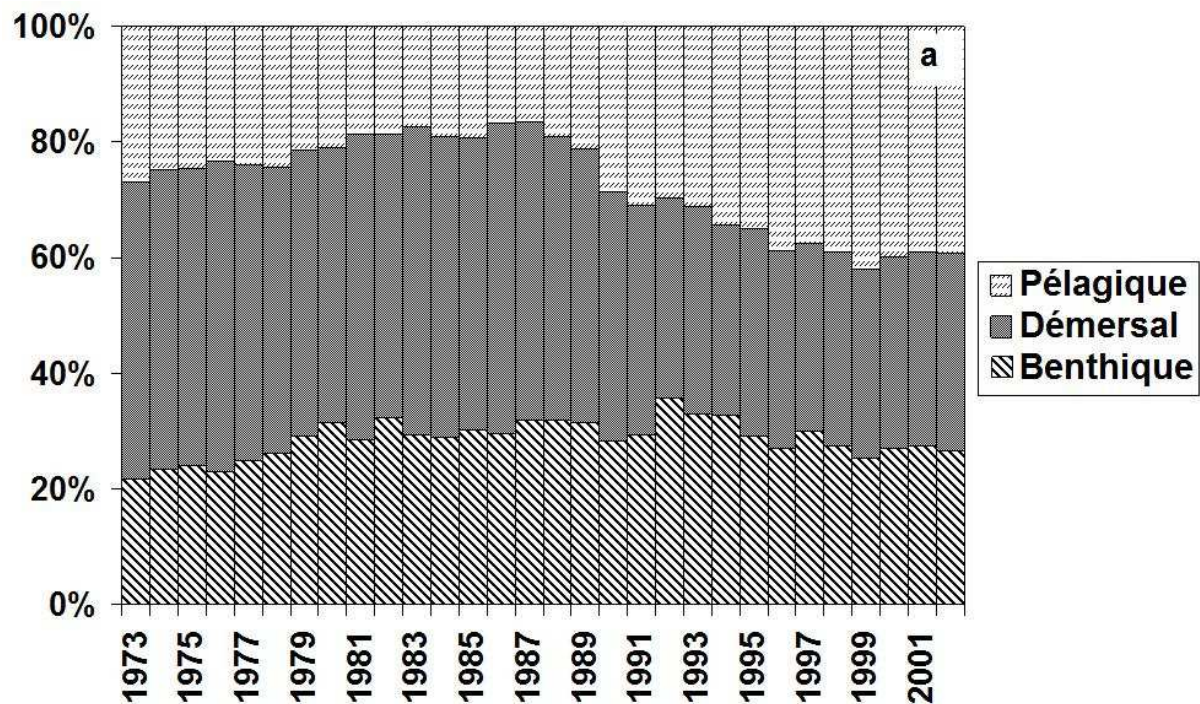
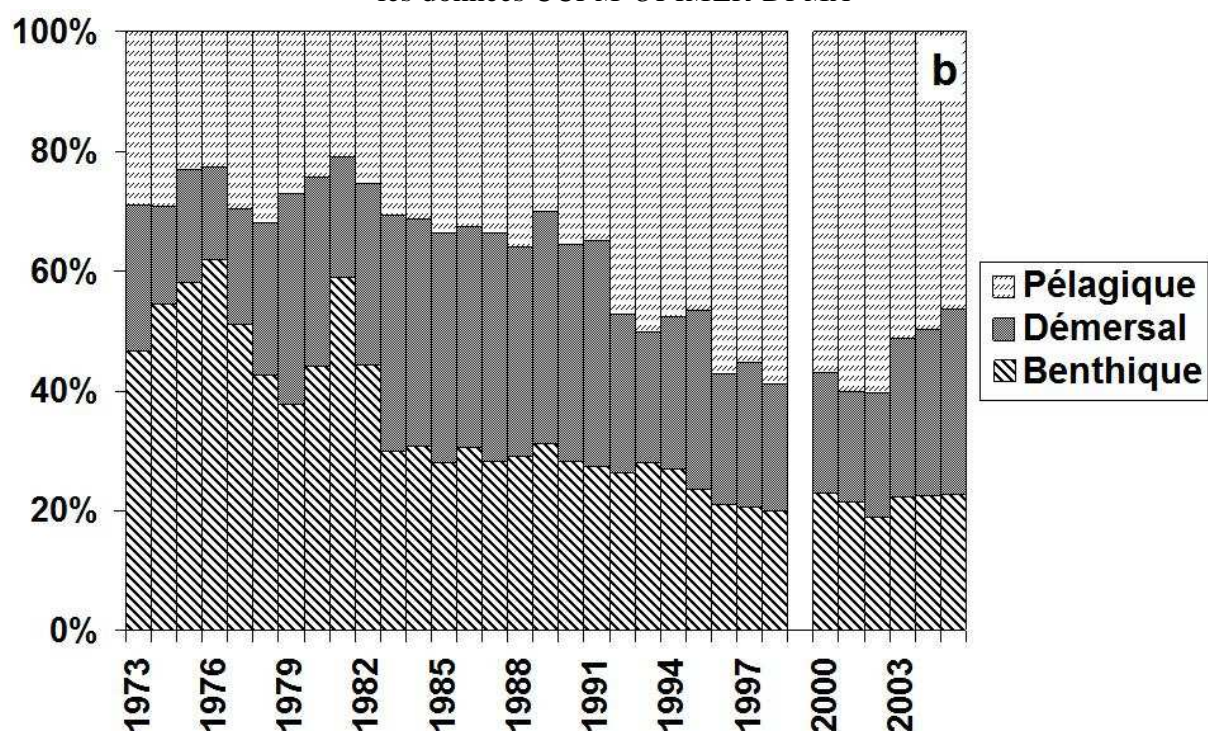


Figure 4.3 – Composition des débarquements du golfe de Gascogne, source: Ifremer, basé sur les données *CCPM-OFIMER-DPMA*



<sup>4</sup> Le groupe bathydémersal incluant uniquement la baudroie a été ajouté au groupe benthique.



Afin de mettre en évidence les impacts de la modification de la structure débarquée sur la valeur des captures dans l'Atlantique Nord – Est et le golfe de Gascogne, nous avons calculé les indices de Fisher en volume, en prix et en valeur (base 2002) pour les trois groupes d'espèces. Ces évolutions d'indice sont présentées sur les figures 4.4 à 4.6.

Pour les espèces benthiques, dans l'Atlantique Nord-Est, la valeur est quasi constante de 1973 à 1989, les baisses de prix étant compensées par les augmentations des captures. A partir de 1989, la valeur diminue jusqu'en 1994 pour se stabiliser par la suite. Dans le Golfe, l'évolution est différente, la valeur augmente fortement de 1973 à 1980 pour se stabiliser jusqu'en 1989. Elle diminue après 1989 et suit la même tendance que pour l'ensemble de l'Atlantique Nord-Est.

La valeur des espèces démersales augmente progressivement pour l'Atlantique Nord-Est jusqu'en 1989, principalement à cause de l'augmentation des captures. La valeur diminue par la suite pour se stabiliser à partir de 1994. Pour le Golfe, la valeur augmente par paliers jusqu'en 1989, puis diminue pour se stabiliser après 1994. Les fluctuations sont principalement imputables aux fluctuations de volume.

Pour ce qui concerne les pélagiques, le prix est resté constant de 1973 à 1989 pour baisser par la suite jusqu'en 1994. Stable de 1994 à 1999, il augmente ensuite à la fin de la période. Les fluctuations de captures dans l'Atlantique Nord-Est sont importantes ; après un maximum relatif en 1978, elles baissent jusqu'en 1982 pour se stabiliser de 1982 à 1989 pour augmenter par la suite. Dans le golfe de Gascogne, les fluctuations des captures en volume présentent la même allure.

Sur l'ensemble de la période, les groupes des démersaux et des benthiques ont perdu en volume et en valeur au profit du groupe des pélagiques.

Figure 4.4a - Evolution des indices de Fisher volume et valeur pour les espèces benthiques entre 1973 et 2002 dans l'Atlantique Nord - Est

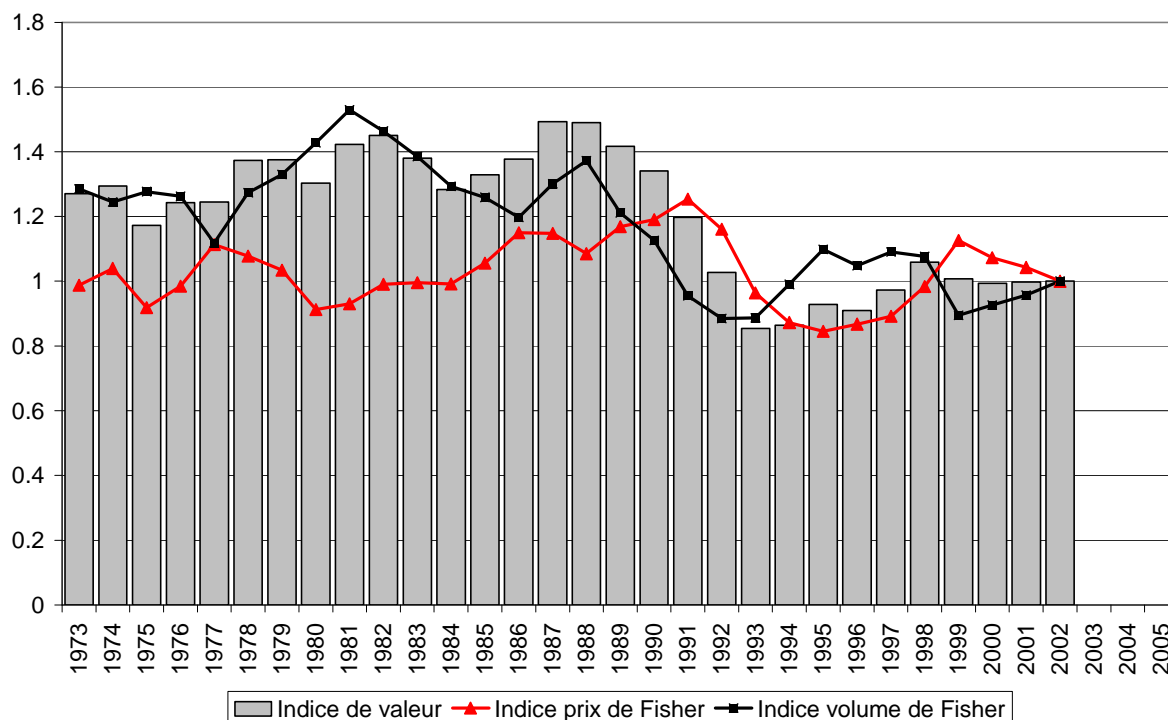


Figure 4.4b - Evolution des indices de Fisher volume et valeur pour les espèces benthiques entre 1973 et 2002 dans le golfe de Gascogne

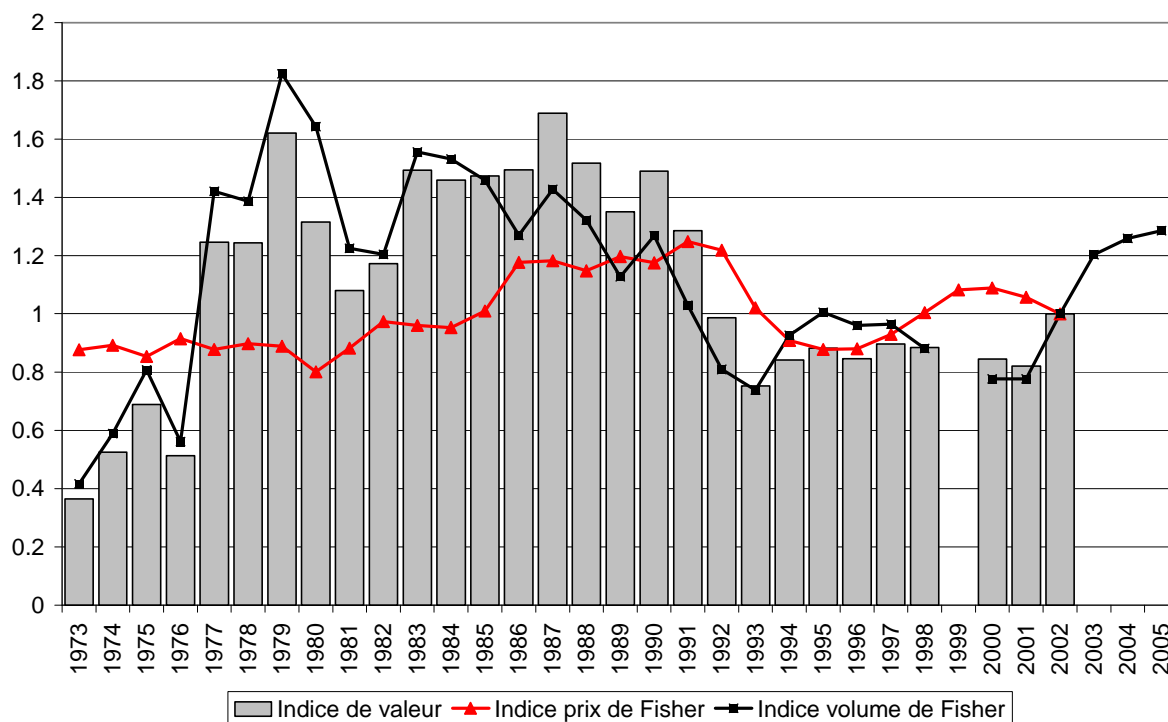


Figure 4.5a - Evolution des indices de Fisher volume et valeur pour les espèces démersales entre 1973 et 2002 dans l'Atlantique Nord-Est

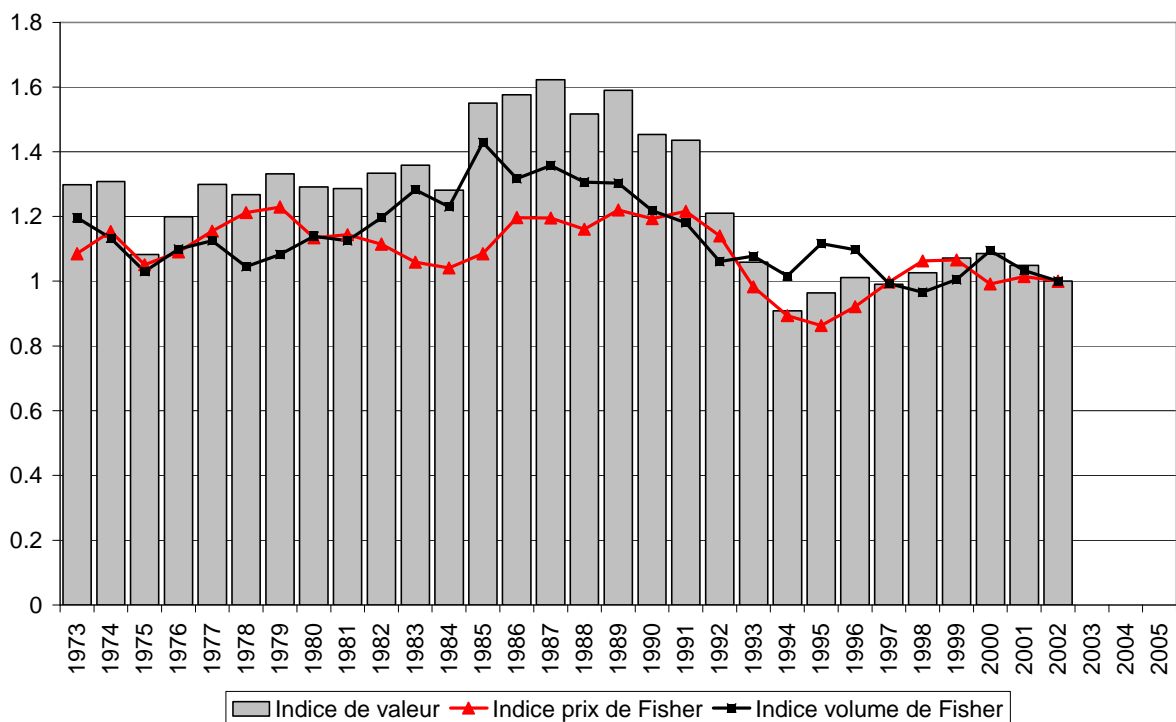


Figure 4.5b - Evolution des indices de Fisher volume et valeur pour les espèces démersales entre 1973 et 2002 dans le golfe de Gascogne

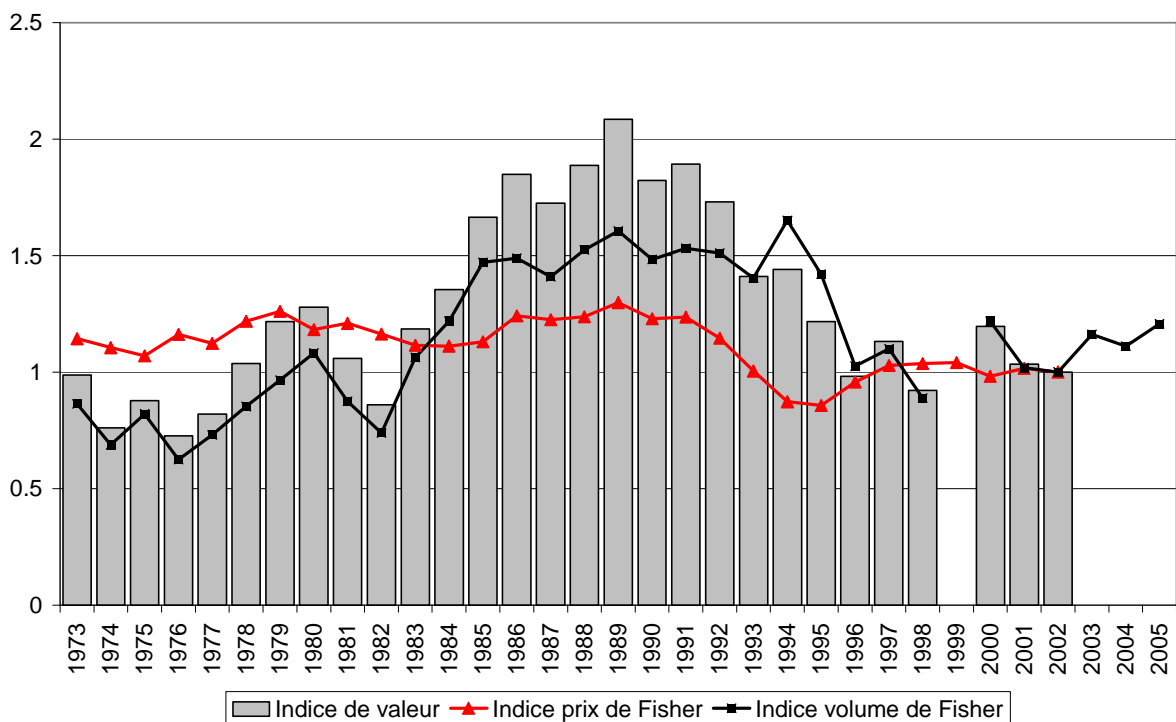


Figure 4.6a - Evolution des indices de Fisher volume et valeur pour les espèces pélagiques entre 1973 et 2002 dans l'Atlantique Nord-Est

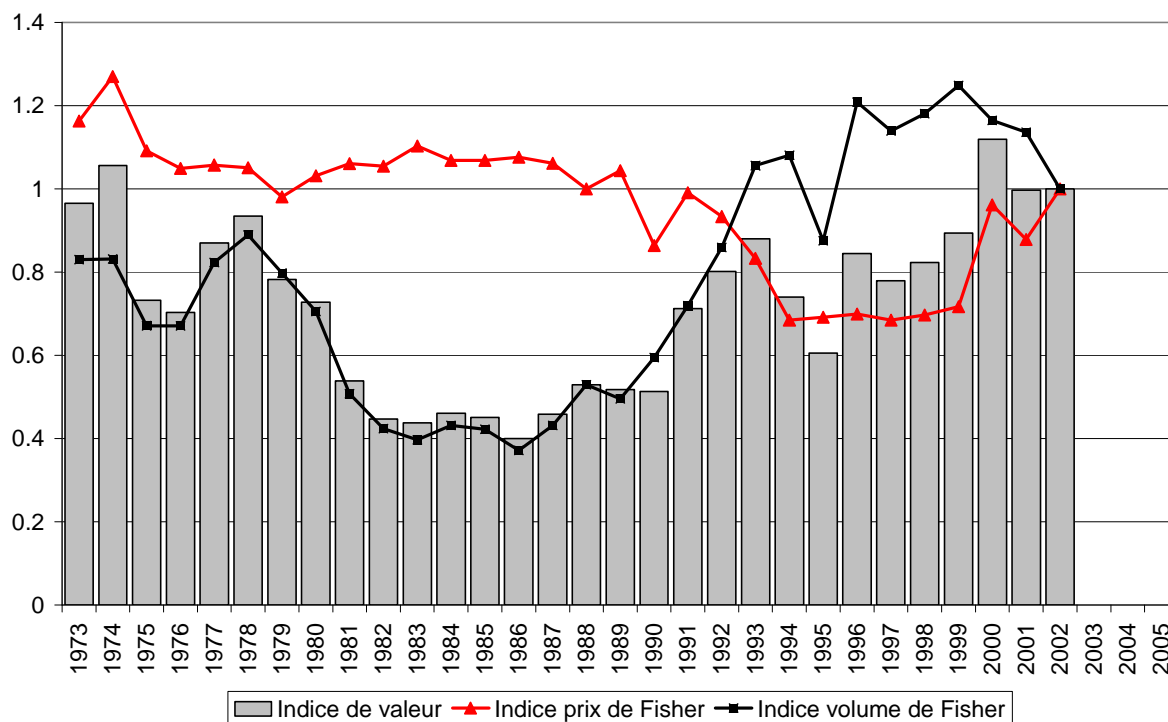


Figure 4.6b - Evolution des indices de Fisher volume et valeur pour les espèces pélagiques entre 1973 et 2002 dans le golfe de Gascogne

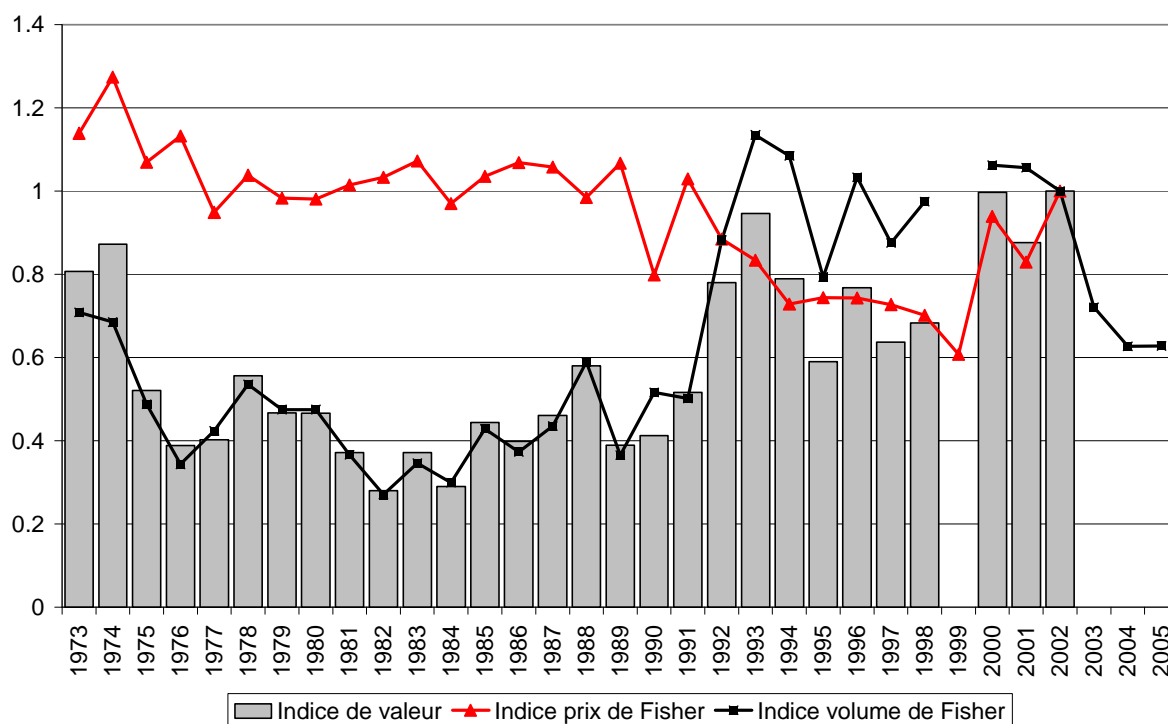
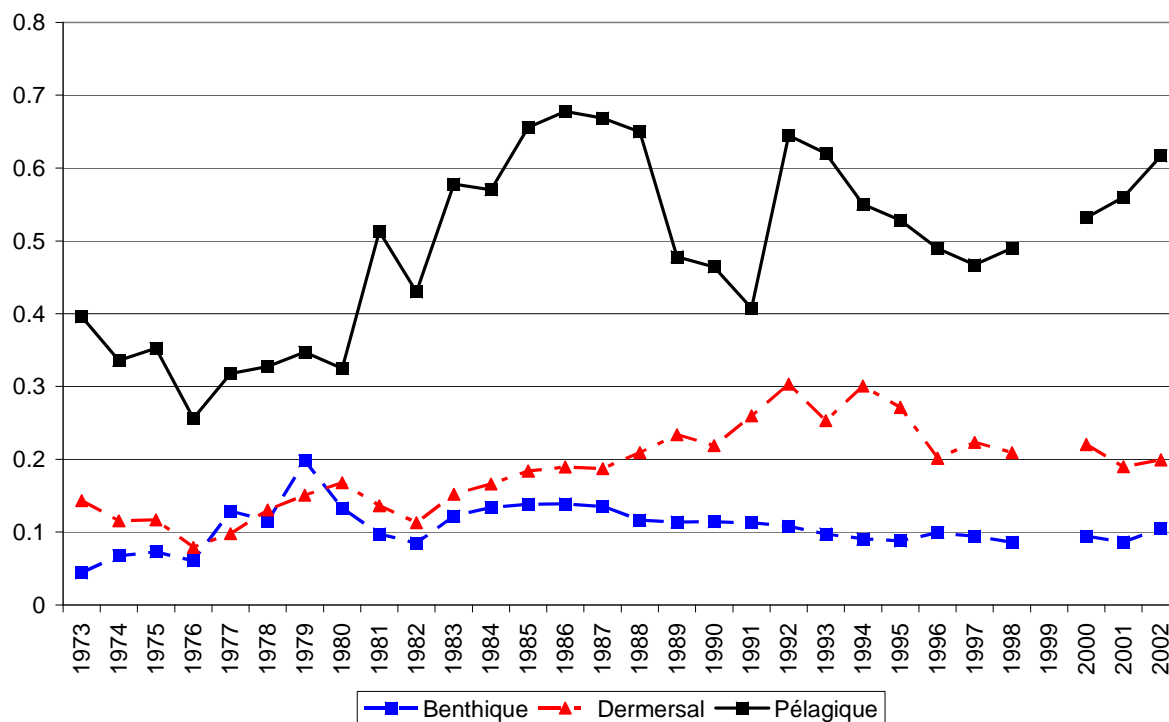


Figure 4.7 - Evolution du ratio des captures Golfe par rapport aux débarquements de l'Atlantique Nord-Est par groupe de poissons



Comme le montre la figure 4.7, la part du Golfe dans les débarquements totaux a augmenté de 5 à 10%, puis est restée stable pour les poissons benthiques ; elle a augmenté progressivement pour les démersaux en passant de 10 % à 20 % en fin de période et fortement augmenté pour les pélagiques en passant de 40% à 60 % des débarquements totaux. Dans le golfe de Gascogne, la pression de pêche augmente en se portant particulièrement sur les pélagiques. Ceci peut être un des facteurs aggravants de la chute des stocks d'anchois en 2005 et de celui des maquereaux en 2009. L'augmentation globale de la valeur des débarquements de poissons dans le golfe de Gascogne entre 1973 et 1989, présentée en figure 2.28, est imputable à l'augmentation en volume des débarquements de benthiques et de démersaux.

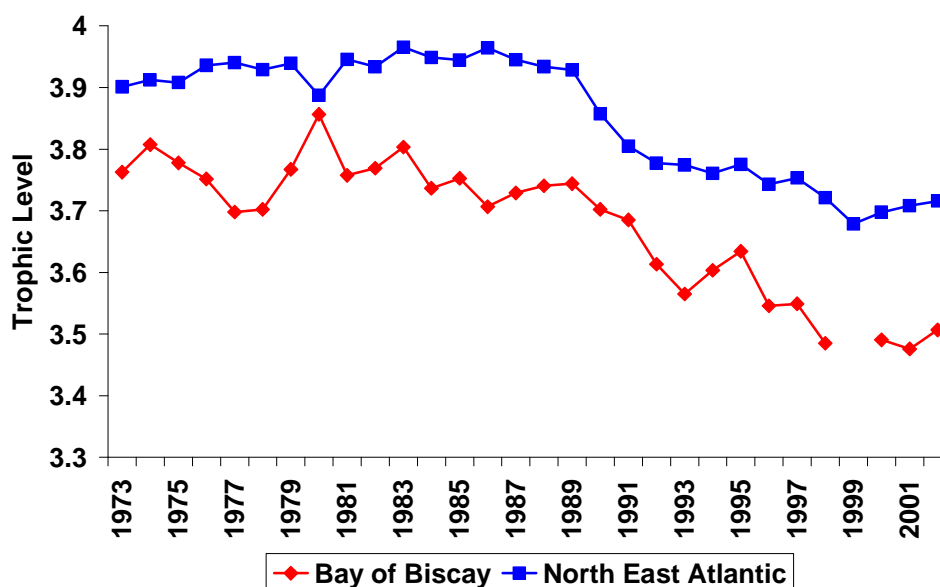
## 2. Evolution de la composition des débarquements selon les descripteurs bio - géographiques

Ces évolutions structurelles sont également mises en évidence par l'évolution des descripteurs bio - géographiques globaux présentés dans le tableau 1.9. Nous présentons notamment les variables décrivant l'évolution du niveau trophique, de la longueur maximale et de la moyenne de la latitude médiane de l'habitat des poissons débarqués. Ces trois paramètres permettent de donner une représentation globale de l'évolution de la structure des débarquements.

Le niveau trophique, présenté au chapitre 1, permet de situer une espèce dans la chaîne alimentaire. La figure 4.8 montre l'évolution du niveau trophique moyen des débarquements

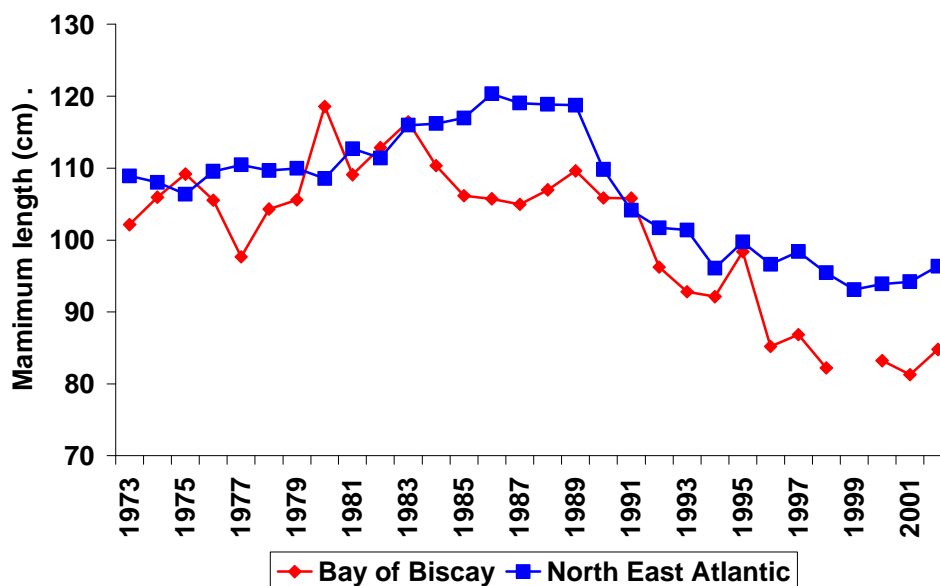
pour les deux zones de captures. On observe tout d'abord que le niveau trophique des débarquements dans l'Atlantique Nord - Est est toujours plus élevé que le niveau trophique moyen observé dans le Golfe. Ceci s'explique notamment par le fait que la part relative des espèces pélagiques dans le golfe de Gascogne est plus élevée que sur l'ensemble de la façade Atlantique Nord - Est, cf. figures 4.2 et 4.3. Après une période pendant laquelle on débarquait de manière relativement stable des espèces de haut niveau trophique, de 1973 à la fin des années 80, une diminution marquée de cet indice est observée pour les deux zones. Au début des années 90 a eu lieu une chute particulièrement forte du niveau trophique moyen des espèces débarquées, ce qui indique un changement marqué de la composition des débarquements, avec une augmentation de la part des espèces de bas niveau trophique. Le déclin de cet indice de niveau trophique continue dans les deux zones jusqu'à la fin de la période. Ainsi, l'indice dans l'Atlantique Nord - Est passe de 3.95 à la fin des années 80 à 3.7 en 2002. Dans le golfe de Gascogne, il y a un déclin semblable de 3.85 en 1980 à 3.5 en 2002.

Figure 4.8 - Evolution du niveau trophique moyen des débarquements français de poissons dans la zone du golfe de Gascogne et de l'Atlantique Nord - Est.<sup>5</sup>



<sup>5</sup> La donnée pour l'année 1999 est manquante dans la base des débarquements du CIEM.

Figure 4.9 – Evolution de la longueur maximale<sup>6</sup> des débarquements français de poissons dans la zone du golfe de Gascogne et de l'Atlantique Nord - Est.

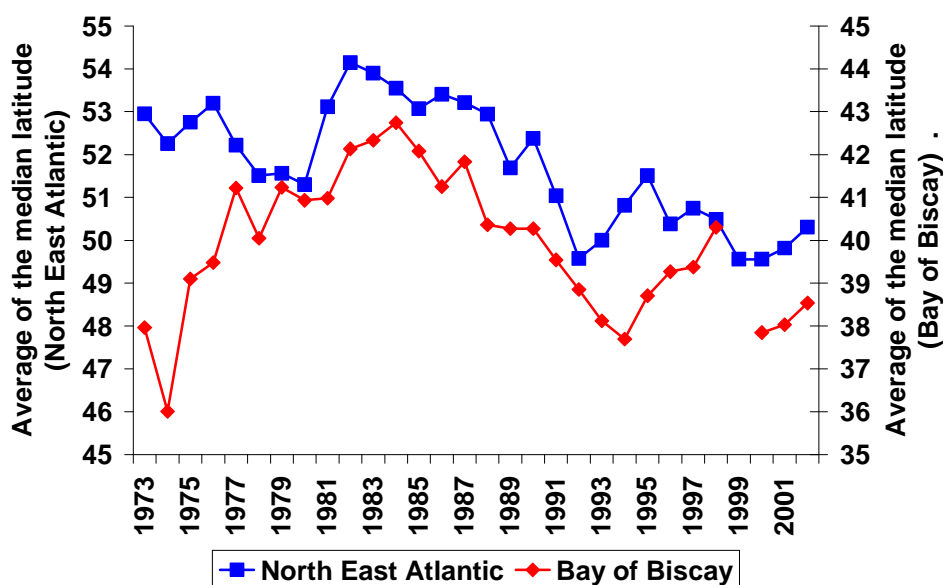


L'évolution de l'indice de longueur maximale, présenté sur la figure 4.9, montre une tendance semblable à celle observée pour l'indice de niveau trophique : suite à une période d'augmentation dans l'Atlantique Nord-Est ou de stagnation dans le golfe de Gascogne jusqu'au milieu des années 1980, l'indice diminue progressivement dans la deuxième moitié de la période d'étude dans les deux zones. Cela signifie entre autres que les débarquements sont de plus en plus composés d'espèces de petite taille.

Chaque espèce vit dans une aire de répartition définie par une latitude maximale et une latitude minimale. La latitude caractéristique d'une espèce est définie comme la moyenne de la latitude minimale et de la latitude maximale. L'indice de latitude moyenne des débarquements s'obtient en faisant la moyenne des latitudes des espèces, pondérée par le volume des débarquements de chaque espèce. L'indice de latitude présenté sur la figure 4.10 fournit des indications quant à l'influence potentielle des changements dans la distribution spatiale de l'effort de pêche, ou sur l'éventuelle remontée des espèces vers le nord dans la composition des débarquements. Cet indice montre une tendance déclinante commençant au milieu des années 1980 pour les deux régions. Dans l'Atlantique Nord - Est, l'indice atteint son maximum en 1982 à 54 ° et chute à 50 ° en 2002. Dans le golfe de Gascogne, l'indice atteint un pic en 1984 avec 42.5 ° et perd quatre degrés à la fin de la période. Si Poulard et Blanchard (2005) observent avec les données EVOHE qu'il y a une remontée des espèces vers des latitudes plus septentrionales en raison d'un réchauffement des eaux, nous estimons sur la base des données des débarquements et des résultats présentés au chapitre 3 que cet indice reflète principalement le déplacement de l'effort de pêche des flottes françaises vers le sud, pour capturer des espèces de plus petite taille et de moindre niveau trophique.

<sup>6</sup> Cf. Tableau 1 chapitre 1

Figure 4.10 - Evolution de la latitude moyenne des débarquements français de poissons dans la zone de l'Atlantique Nord - Est (couleur: bleue, axe: gauche) et dans la zone du golfe de Gascogne (couleur: rouge, axe: droite).



### 3. Les relations entre l'évolution du niveau trophique et les variables économiques des débarquements

Une des hypothèses de Pauly est qu'il y a actuellement une modification de la structure des populations sur l'ensemble des océans, en raison d'un phénomène de surexploitation qui touche plus fortement les espèces prédatrices.

Les résultats présentés précédemment montrent qu'il y a bien une modification de la structure des débarquements par groupes d'espèces et par caractéristiques bio – géographiques. Le milieu des années 1980 semble être caractéristique d'une modification dans les débarquements.

Afin de tester cette hypothèse dans le cadre plus restreint de l'Atlantique Nord – Est, nous avons calculé les variations des volumes débarqués par espèce entre 1973 et 1985 et entre 1985 et 2002. Ces variations sont portées en fonction l'indice trophique de chaque espèce sur les figures 4.11a et 4.11b. La taille des noms des espèces portées sur ces figures est proportionnelle à leur volume en fin de période.





Pendant la première période de 1973 à 1985, les débarquements diminuent pour le lieu noir et l'églefin, mais aussi pour des petits pélagiques comme le hareng et le maquereau. Ils augmentent pour la baudroie et les squales. Durant la deuxième période de 1985 à 2002, les débarquements baissent de manière significative pour les squales et la majorité des gadidés (lieu noir, églefin, cabillaud, merlan, merlu, lingues). Ils augmentent pour les petits pélagiques comme le chinchard, le maquereau et l'anchois. Ces évolutions semblent montrer qu'il y a une évolution de la structure des débarquements, avec une tendance récente à l'exploitation des petits pélagiques, mais ces deux « photographies » méritent d'être analysées de façon plus fine.

#### **4. Classification des séquences des structures des débarquements par analyse en composantes principales**

Les méthodes d'analyse de données<sup>7</sup> fournissent des représentations synthétiques de vastes ensembles numériques, en général sous forme de visualisations graphiques. Pour cela, elles s'efforcent de réduire les dimensions d'un tableau de données en représentant les associations entre individus et variables dans des espaces de dimension réduite.

##### **4.1. Le principe de la méthode :**

L'analyse de l'évolution de la structure des débarquements en quantité, pour le golfe de Gascogne et l'Atlantique Nord - Est, peut être approchée par une analyse en composantes principales normée centrée par variable, les variables étant les années. On projette les 57 espèces dans l'espace des années. L'ACP permet de déterminer un changement de base dans l'espace des années qui explique au mieux la dispersion des points disponibles. L'ensemble des points est ensuite projeté dans le plan des deux axes les plus significatifs.

Une fois l'espace défini, on peut, dans un second temps, projeter d'autres variables liées à l'écosystème, à l'économie, ou même aux modes de régulation sur le plan défini par les deux premières composantes principales et essayer de détecter les corrélations entre ces nouvelles variables et les années de débarquement. Le choix de ces variables n'a pas d'impact sur la structure de l'espace défini par les débarquements en structure par années.

##### **4.2. La méthode adoptée :**

---

<sup>7</sup> L'analyse de données est utilisée dans plusieurs disciplines comme l'écologie, l'économétrie, la biométrie, la psychologie. Elle contient de nombreuses méthodes parfois redécouvertes dans chaque discipline en raison de leur multiplicité et des difficultés d'échanges interdisciplinaires. La théorie du schéma de dualité que nous allons présentons dans l'annexe 4.1 a été initiée par Cailliez et Pagès (1976). Elle permet de poser un cadre théorique général définissant et situant les différentes méthodes d'analyse de données.

Afin de cerner les dynamiques d'exploitation, on se fixe pour objectif d'étudier le changement de la structure des débarquements, sur la façade Atlantique Nord-Est, puis dans golfe de Gascogne. A cette fin, nous définissons un schéma de dualité au moyen de trois matrices : Q, D, X.

Nous prenons tout d'abord comme variables les p années de débarquement pondérées de manière uniforme grâce à la matrice identité Q (Q=I<sub>p</sub>). Chaque année est donc également représentative dans l'espace.

Nous pondérons ensuite les individus (espèces) proportionnellement à la part de leurs quantités débarquées sur la période, au moyen de la matrice diagonale :

$$D = \text{diag}\left(\frac{y_{1\bullet}}{y_{\bullet\bullet}}, \dots, \frac{y_{i\bullet}}{y_{\bullet\bullet}}, \frac{y_{n\bullet}}{y_{\bullet\bullet}}\right).$$

$$y_{i\bullet} = \sum_{j=1}^p y_{ij} : \text{quantité moyenne débarquée de l'espèce } i \text{ sur la période}$$

$$y_{\bullet\bullet} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p y_{ij} : \text{quantité totale des débarquements sur la période}$$

Nous définissons enfin un indice de débarquement pour l'espèce i, cet indice est égal au débarquement de l'année j, moins la moyenne des débarquements de l'espèce sur la période  $\bar{y}_i$ , divisé par l'écart type  $\sigma_i$  des débarquements de l'espèce sur la période. L'ensemble de ces indices permet de construire la matrice des données X.

$$(4.5) \quad X = \left[ \frac{y_{ij} - \bar{y}_i}{\sigma_i} \right]$$

$y_{ij}$  : débarquement d'une espèce i à la période j

$\bar{y}_i$  : moyenne des débarquements de l'espèce i sur la période

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i)^2} : \text{écart type des débarquements d'une espèce } i \text{ sur toute la période}$$

On a donc le schéma de dualité suivant : (voir annexe 4.3)

$$(4.6) \quad X = \left[ \frac{y_{ij} - \bar{y}_i}{\sigma_i} \right], \quad Q = I_p, \quad D = \text{diag}\left(\frac{y_{1\bullet}}{y_{\bullet\bullet}}, \dots, \frac{y_{i\bullet}}{y_{\bullet\bullet}}, \frac{y_{n\bullet}}{y_{\bullet\bullet}}\right)$$

Le produit scalaire de ces trois matrices est décomposé en valeurs singulières (par ACP) pour trouver les principaux axes représentant au mieux le système, chaque nouvelle variable étant une combinaison linéaire des anciennes (années).

Après avoir déterminé le nouvel espace, nous projetons dans celui-ci des variables illustratives comme par exemple les descripteurs bio – géographiques présentées au chapitre 1 et au paragraphe 3 de ce chapitre. Nous avons également regroupé les espèces en fonction de leurs prix moyens sur la période. Cette variable illustrative est également sans effet sur la structure de l'espace de l'ACP. Cela a été fait en définissant un ensemble de trois classes d'espèces, comme expliqué dans le tableau et la figure ci-dessous.

Dans la figure 4.12, nous avons donné les niveaux trophiques de ces espèces ; il n'y a priori aucun lien statistique évident entre le niveau trophique des poissons et leurs prix moyens au cours de la période. De la même manière, en raison de la multiplicité des interactions existant dans l'exploitation, les régulations, dans l'écosystème ou sur les marchés, il n'y a pas de lien évident entre deux variables séparées du reste du problème, ni entre deux variations de celles-ci. C'est pour cette raison que nous chercherons des liens entre les changements des quantités produites et l'ensemble des déterminants possibles à travers des analyses multivariées.

Figure 4.12 – Moyenne des prix par espèce, classée par classe de prix, en euros constants 2002 et niveaux trophiques.

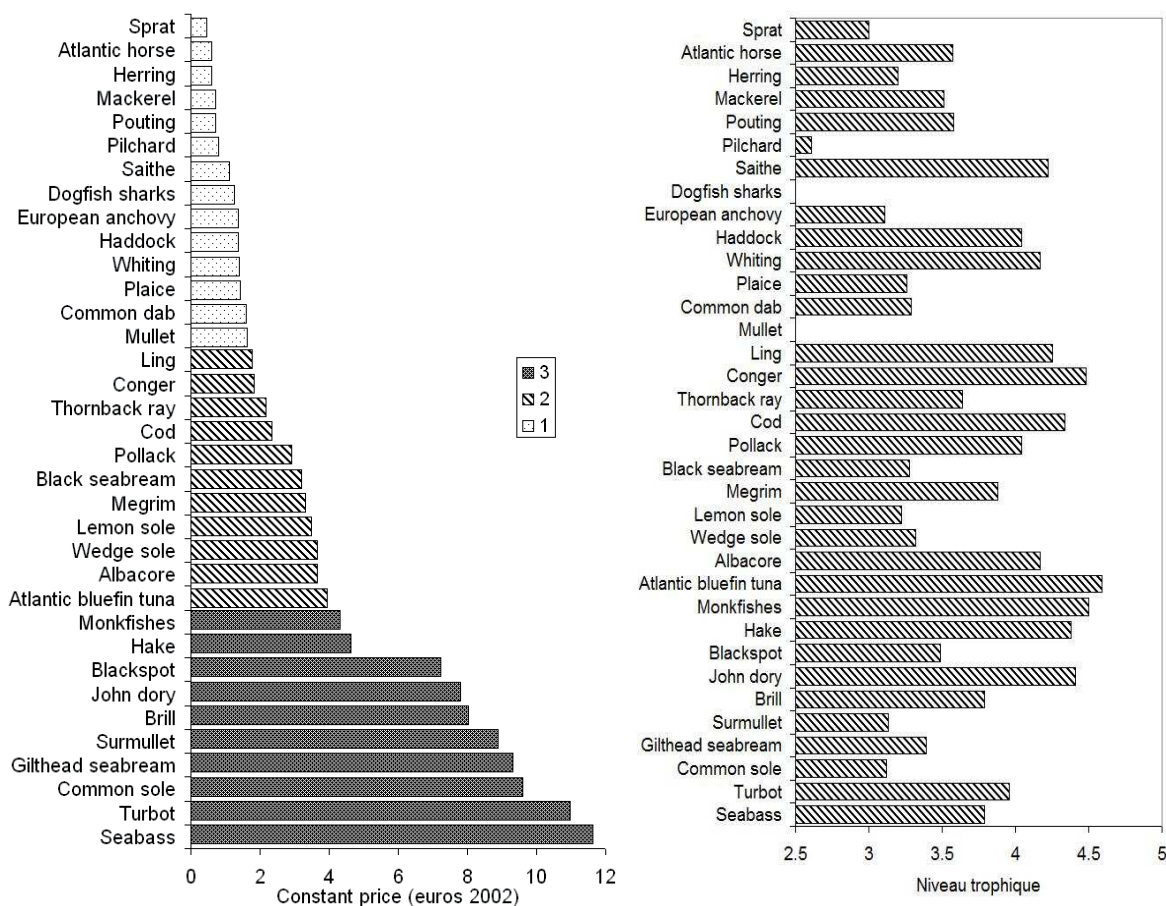


Tableau 4.1: Classes de prix, en euro/kg : <sup>8</sup>

0 : Pas de donnée de prix	21 espèces
1 : Prix bas [0 ;1.75 *]	14 espèces
2 : Prix intermédiaires [1.75 ; 4]	11 espèces
3 : Prix élevés [4 ; 12.5]	10 espèces

Ces classes des prix découpées en tertiles ont été choisies afin de définir dans l'ACP trois groupes quasi équivalents en termes de volume débarqué.

### 4.3. Analyse multivariée des changements dans la structure des débarquements pour l'Atlantique Nord-Est

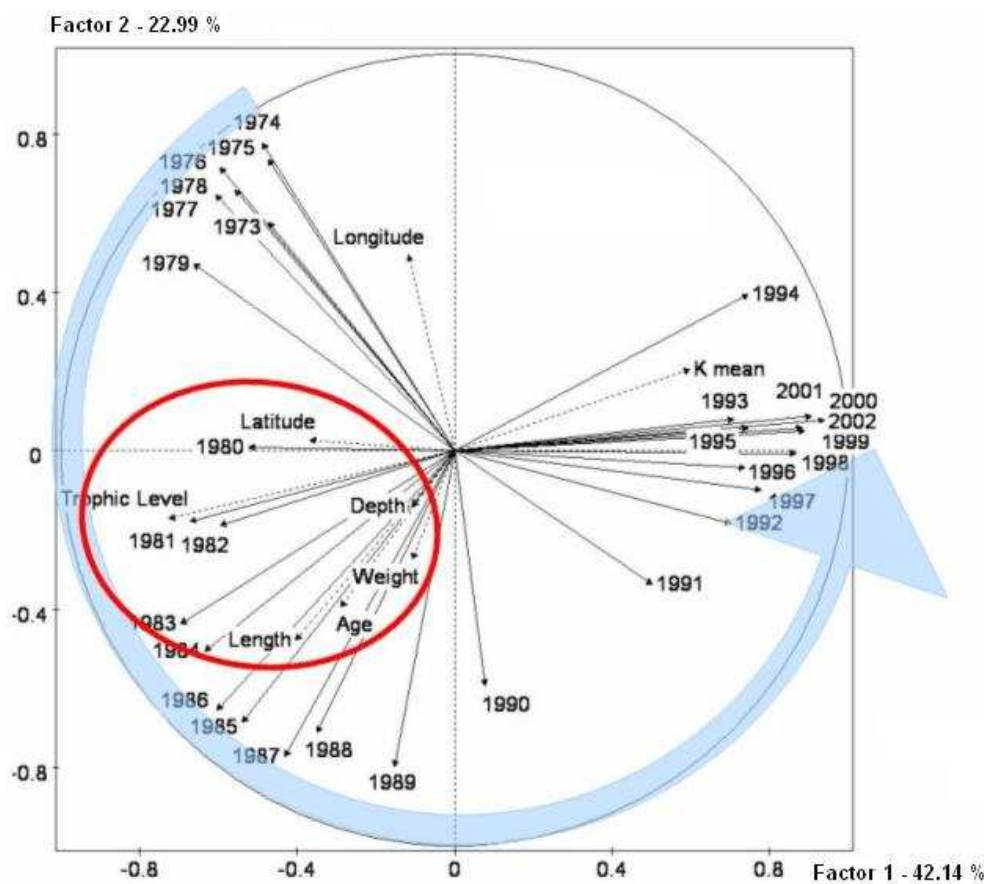
La figure 4.13 présente les deux premiers axes calculés par l'analyse en composante principale des débarquements annuels de l'Atlantique Nord - Est. Ces axes représentent 65 % de l'inertie totale des données pour l'Atlantique Nord-Est. Il est remarquable de constater que la séquence des changements annuels dans les débarquements peut être presque totalement suivie le long de la flèche bleue. Les années se sont liées les unes aux autres autour du premier plan factoriel qui constitue 65 % de l'inertie : cette continuité est donc un phénomène majeur de l'évolution de la structure des débarquements. Le début de la période commence dans la partie supérieure gauche du graphique. Le milieu des années 80 est représenté dans la partie en bas à gauche, les années 1990-1992 sont dans la partie en bas à droite du graphique et la fin de la période est représentée dans la partie droite.

La représentation des corrélations entre les variables illustratives (les descripteurs biogéographiques, présentés dans le tableau 1.9) et les deux premières composantes principales est incluse dans cette figure. Le cercle rouge regroupe les corrélations clés qui apparaissent dans l'analyse. La latitude est corrélée avec le premier axe de l'analyse en composante principale : cela correspond au fait que l'exploitation des espèces septentrionales a culminé dans le début des années 80, alors que la contribution des espèces de latitude basse augmentait progressivement dans les années suivantes. D'autres descripteurs comme le niveau trophique, la longueur maximum et l'âge maximum sont corrélés avec les débarquements du début des années 80. Le taux de croissance des espèces (K moyen) est corrélé avec les années de crise des pêcheries (1993-1994), et également avec les débarquements des années récentes, jusqu'en 2002. La position des descripteurs dans l'ACP démontre que l'exploitation maximale des espèces septentrionales de grande taille, comme les gadidés, a eu lieu au début des années 1980, et que celle des espèces de plus bas niveau trophique à croissance rapide, comme les petits pélagiques, a lieu au cours des années de crise et autour des années 2000.

---

<sup>8</sup> Valeur moyenne par espèce dans la période, en utilisant des données de prix constants avec pour année de référence 2002

Figure 4.13 – Analyse en composantes principales de 30 variables actives (années), 8 variables illustratives dans le plan principal (premiers et second axe), pour la zone de l'Atlantique Nord-Est

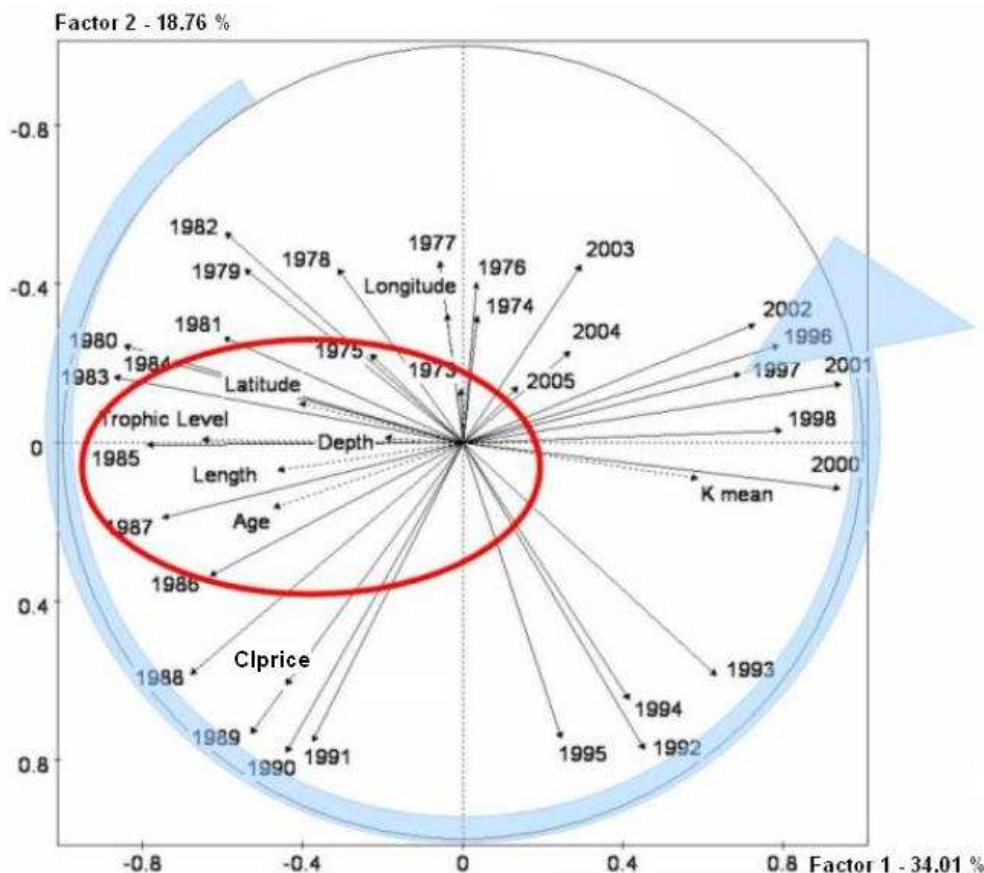


#### 4.4. Analyse multivariée des changements dans la structure des débarquements pour le golfe de Gascogne

La même analyse, réalisée pour les débarquements issus du golfe de Gascogne entre 1973 et 2005 est présentée dans la figure 4.14 qui suit.



Figure 4.14 – Projection de 33 variables actives (années), 8 variables illustratives dans le plan principal (premier et second axe), pour la zone du golfe de Gascogne



Les deux premiers axes de la projection représentent 34 % et 18.8 % de l'inertie ; 15 % de l'inertie est représenté par le troisième axe. La séquence des changements dans les débarquements peut également être suivie annuellement avec la flèche bleue. Le premier axe sépare le milieu des années 80 et la période 1998-2002. Le deuxième axe isole la période 1988-1995. Le début de la période commence dans la partie supérieure du graphique. Le milieu des années 80 est représenté dans la partie gauche, la fin des années 80 dans le coin en bas à gauche, les années 1992-1995 dans la partie en bas à droite du graphique. La fin de la période est représentée dans la partie droite.

Le troisième axe est utile pour séparer des variables au début de la période (1973 à 1976) et en fin de période (surtout 2003, 2004). Les espèces bien expliquées par cet axe ont connu de très grands changements de leurs débarquements entre les deux périodes.

Comme pour l'Atlantique Nord-Est, les tendances observées dans la composition des débarquements provenant du golfe de Gascogne sont bien synthétisées dans cette analyse, mais avec peut-être un décalage de 4 à 5 ans par rapport à l'Atlantique Nord-Est. La variable illustrative de latitude moyenne est ici corrélée aux années de débarquements 1980 à 1984. Le niveau trophique est fortement corrélé à l'année 1985 sur le premier axe. Cette variable est

opposée au coefficient de croissance, qui est corrélé aux années 1998, 2000 et 2001 (les données pour l'année 1999 étaient indisponibles pour le golfe de Gascogne). La longueur maximale et des variables d'âge apparaissent aussi corrélés au milieu des années 80.

#### **4.5. Corrélations avec les caractéristiques économiques des espèces individuelles**

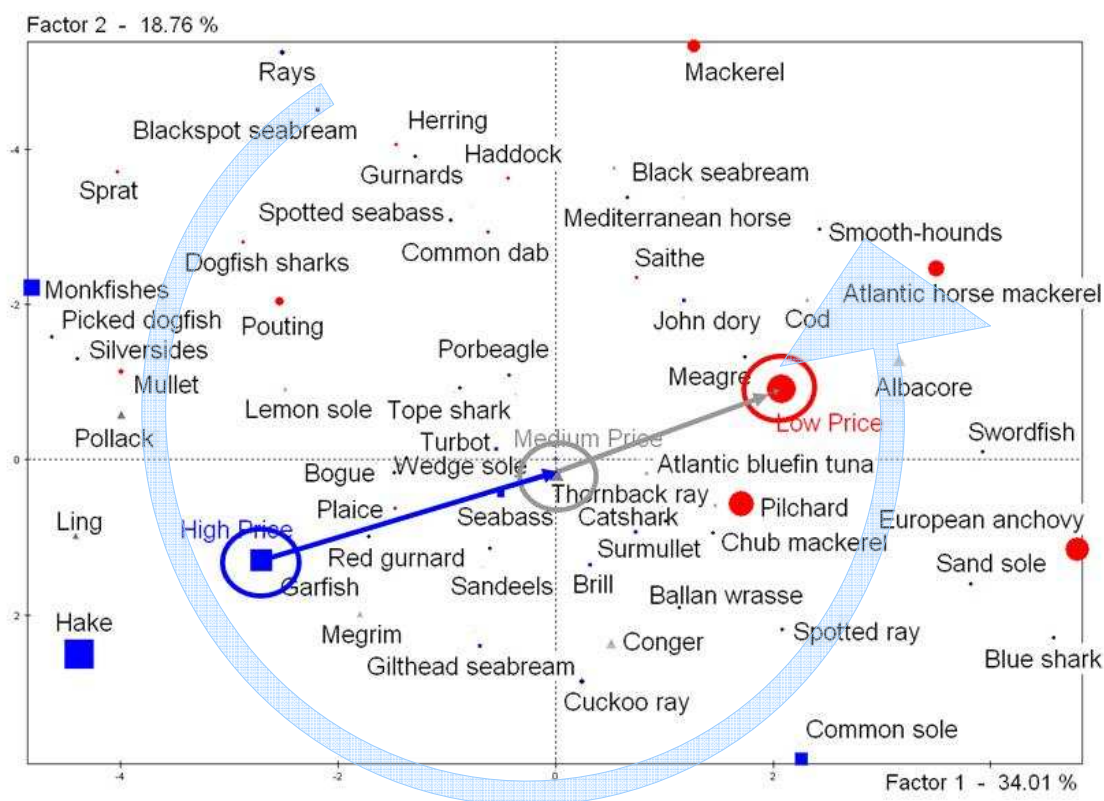
La projection des individus dans l'espace principal de l'ACP (la grandeur des points est proportionnelle à leur contribution dans l'analyse) permet d'identifier les périodes d'exploitation maximale des différentes espèces.

Ceci permet d'identifier pour le golfe de Gascogne les espèces comme la daurade (sea bream) ou le hareng (herring) qui ont pratiquement disparu des débarquements pendant la période. Le milieu des années 80 a été témoin de l'augmentation des débarquements avec une pêche abondante de tacaud (pouting) et ensuite de baudroie (Monkfish), une espèce de forte valeur. Les plus hauts niveaux de débarquements de merlu (Hake) se sont produits vers la fin des années 80. Pendant la crise 1992-1995, la sole commune a atteint ses niveaux les plus hauts et apparaît comme un bon produit de substitution pour les flottes qui ont été affectées par l'effondrement des prix sur le marché des poissons blancs (gadidés). À la fin de la période, les plus hauts niveaux d'exploitation pour les poissons pélagiques comme l'anchois (anchovy), le maquereau de l'Atlantique (Atlantic horse mackerel), le maquereau ou le thon albacore (Albacore) sont observés.

En utilisant les trois classes de prix définies pour les 57 espèces (cf. tableau 4.1), les projections d'espèces individuelles dans le premier espace de l'ACP sont codées par des couleurs, ceci afin d'établir l'existence de corrélations entre les séquences des débarquements et le statut économique des espèces individuelles. La projection en incluant cette classification des prix est présentée dans la figure ci-dessous. Les centres de gravité de chacun des trois groupes (espèces de prix bas, moyen ou élevé) sont également projetés.



Figure 4.15 : Relation entre la structure de l'exploitation et les prix pour la zone du golfe de Gascogne.



En terme de quantité, le groupe des prix élevés est surtout composé des espèces comme le merlu (hake), la baudroie (monkfish), le bar (seabass) ou la sole (common sole). Le Saint Pierre (John Dory) est le seul poisson de prix élevé à être exploité de façon croissante, mais ce sont de petites quantités. Le centre de gravité de ce groupe est situé dans la partie en bas à gauche de l'espace défini par les deux axes principaux de la projection. Les plus grands débarquements pour ce groupe ont été réalisés dans les années 80.

Alors qu'il n'y a aucune tendance claire pour le groupe des prix moyens, le groupe des prix bas est opposé au groupe des prix élevés dans la projection. Cela signifie que les plus grands débarquements des espèces de prix bas ont été accomplis pendant la dernière partie de la période de temps, surtout entre 1996 et 2002.

Il apparaît ainsi qu'il existe une corrélation entre le statut économique des espèces capturées dans le golfe de Gascogne et la séquence dans laquelle ils ont été capturés pendant la période 1973-2002. Il y a eu une transition pendant cette période, on est passé des espèces de hauts prix sur le marché, aux espèces à prix bas. Les évolutions observées dans le golfe de Gascogne confirment l'hypothèse de Pauly, on a exploité les espèces en cascade au cours des trois dernières décennies, en passant d'abord des espèces de haut niveau trophique fortement

valorisées sur le marché à des espèces de plus bas niveau trophique, mais surtout de plus faible prix.

#### **4.6. Implications pour la valeur de la production issue du golfe de Gascogne et l'Atlantique Nord-Est**

Cette analyse en composantes principales peut être utilisée pour approfondir la discussion sur les changements observés dans la valeur totale des productions originaires du golfe de Gascogne, comme cela a été décrit par l'indice présenté dans la figure 2.29. Il semble que les chocs importants sur l'indice de valeur de Fisher puissent être grandement expliqués par les taux d'exploitation hauts ou bas d'espèces à prix élevés ou bas. De fait, quand l'indice de valeur atteint son maximum à la fin des années 80, les débarquements d'espèces à prix élevé étaient aussi à leur maximum. Un premier choc dans la valeur de l'indice de Fisher correspond à l'année 1982. Pendant cette année, le taux d'exploitation pour la sole était à son niveau le plus bas, 900 tonnes (8.2 Meuros) alors qu'environ 2600 tonnes étaient débarquées au cours des années fin 80. Au niveau le plus bas de l'indice de valeur, en 1998, une année fortement corrélée avec le premier axe de l'ACP, de forts taux d'exploitation pour les espèces de prix bas comme l'anchois ou la sardine (pilchard) ont été observés, pendant que les taux d'exploitation d'espèces de classe de prix élevé tel que le merlu ou la lotte connaissaient leurs taux d'exploitation les plus bas.

Toutefois, les changements dans la valeur totale des débarquements résultent aussi de modifications dans les indices des prix dus à des facteurs extérieurs aux pêcheries et dépendants des conditions de mise sur le marché des poissons capturés par les flottes françaises.

### **Partie B : Influence des importations de poissons sur les débarquements français : Cas du marché des poissons blancs et de celui des petits pélagiques**

Comme nous l'avons montré au chapitre 3 et 4, la composition des débarquements de poissons des flottilles du golfe de Gascogne a connu des changements de long terme dépendant de la disponibilité de la ressource et donc de la dynamique de l'exploitation elle-même qui a pêché les différentes espèces de manière successive. Mais les quantités débarquées dépendent aussi des prix et du niveau de concurrence exercé sur les marchés. Si certains phénomènes de marché peuvent être considérés comme conjoncturels, l'évolution de la demande française et du niveau de surexploitation mondial pourraient produire un changement de long terme sur la structure du marché du poisson pour les pêcheurs français.

## **1. Influence des importations sur la valeur des productions françaises :**

La demande des consommateurs français en produits de la mer et en poissons frais a augmenté d'une manière forte au cours des trois dernières décennies, sous l'effet de l'augmentation de la population, mais surtout d'une forte modification des habitudes de consommation. En 2007, les français consomment 33 kg de produits de la mer et d'aquaculture, dont 19.9 kg par an de poissons de pêche et 3.1 de poissons d'élevage contre 16.2 kg par an de poissons de pêche (resp. 2.9 kg de poissons d'élevage) en 1998. Dans le même temps, la population est passée de 60 à 63.6 millions d'habitants.

Sur la même période, cette augmentation de la demande n'a pas pu être satisfaite par la production française, car celle-ci, pour tous les produits aquatiques, a diminué selon l'OFIMER, passant de 825 000 tonnes à 728 500 tonnes. Elle a été satisfaite principalement par les importations qui sont passées de 1282.5 milliers de tonnes en 1998 à 1932 milliers de tonnes en équivalent poids vif.

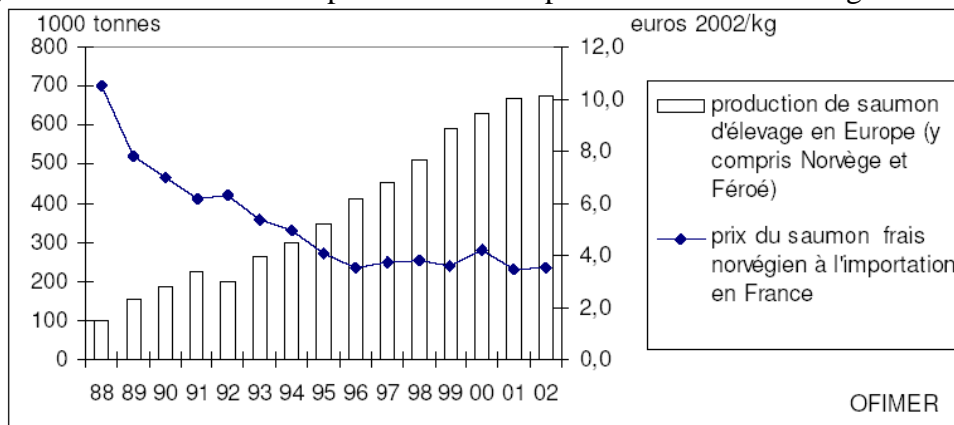
Sur un plus long terme, en équivalent poids net, les importations françaises en produits de la pêche et de l'aquaculture sont ainsi passées de 496 000 tonnes avec un prix par kg de 3.79 euros constants 2007 en 1980 (d'après le cahier Commerce extérieur des produits de la pêche et de l'aquaculture Bilan annuel 2007 OFIMER) à 1106 000 tonnes pour 3.57 euros 2007/kg en 2007, tandis que les exportations passaient de 140 900 tonnes (à 4.03 euros/kg 2007) à 409 100 tonnes (à 3.51 euros/kg 2007) au cours de la même période, creusant ainsi le déficit du commerce extérieur français de ces produits en 2007 à 2.51 milliards d'euros. Au cours de cette période, les prix moyens constants des importations et des exportations à la première vente ont chuté.

Rappelons que la concurrence internationale a été exacerbée au moment de la crise de la pêche dans les années 1992-1993. L'effondrement des prix français a été de manière conjoncturelle la conséquence de politiques monétaires menées dans des pays voisins, avec lesquels la France entretient un commerce important de produits de la mer. D'une part, la dévaluation de la livre sterling en 1992 a amené à un fléchissement du coût moyen des importations de produits de la mer en France (dont le Royaume Uni était, à l'époque, le premier pays fournisseur de produits de la mer), entraînant une baisse des prix sur les marchés français. D'autre part, les dévaluations en 1993 de la peseta et de la lire se seraient traduites par un renchérissement des produits français sur les marchés espagnols et italiens, entraînant une baisse des exportations auprès des deux principaux pays d'exportation de la pêche française, agissant ainsi également en faveur d'une baisse des prix sur le marché national.

Au-delà de la concurrence sur les poissons de mer, un second facteur d'explication de la baisse des prix observée est lié au développement de l'aquaculture de saumon en Europe. Le développement de cette production a entraîné une chute spectaculaire du prix de cette espèce, d'environ 10 euros dans les années 80, à 3,6 euros en 2000 (Le marché du saumon, OFIMER,

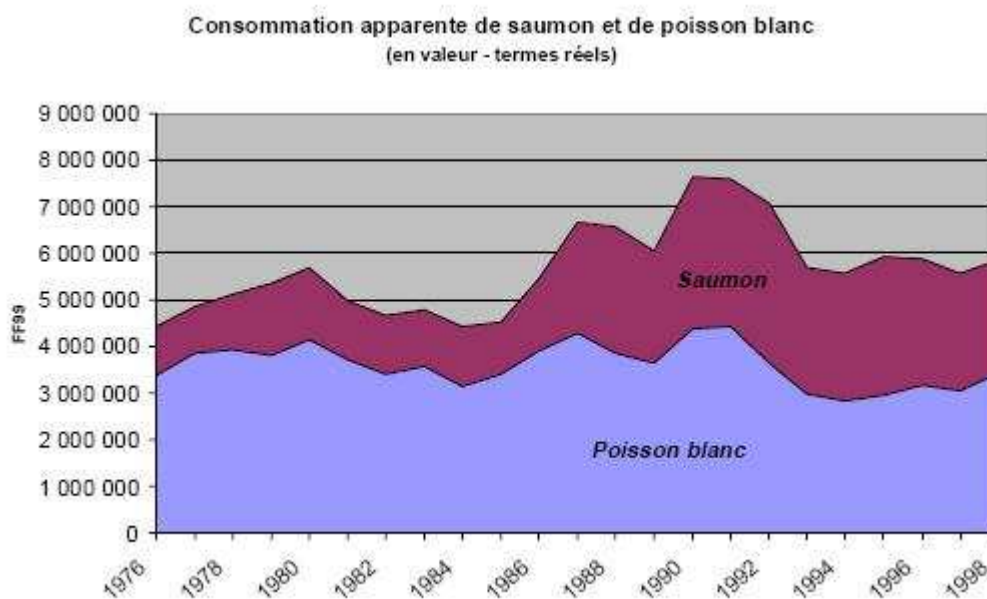
2004). Le prix du saumon frais norvégien à l'importation a connu une forte baisse entre la fin des années 1980 et le milieu des années 1990, avant de se stabiliser suite à l'instauration d'un système de prix minimum à partir de 1997 (cf. figure 4.20 ci-dessous).

Figure 4.16: Evolution de la production et du prix du saumon d'élevage en Europe



Source : Le marché du saumon, février 2004, OFIMER

Figure 4.17 Le marché français du saumon et des poissons blancs



Source : Rapport Salmar (Guillotreau et Le Grel, 2003), calculé d'après données CNPMEM, Ofimer et Douanes

Cette évolution a conduit à un développement important de la part occupée par le saumon frais dans le marché français des produits de la mer, au détriment de celle occupée par les poissons « blancs », incluant les espèces appartenant au groupe des gadidés. Entre 1976 et 1993, la quantité totale de gadidés débarqués est passée de 181 000 tonnes à 114 400 tonnes par an, soit une chute de 37 %. D'après Guillotreau et Le Grel (2003) la part de marché des gadidés dans le total saumons et gadidés est passée de 78 % à 54 % environ sur cette même

période, comme le montre la figure 4.17. Il semble donc possible que le saumon ait agi comme produit substitut des principales espèces de gadidés, entraînant une baisse des prix de ces dernières sur le marché français. Les 109000 tonnes de saumons importés en 1998 sont à comparer aux 112000 tonnes de poissons blancs produits par les pêcheurs français sur la même année.

Une partie de la baisse des prix peut également être imputée à la restructuration du secteur qui marque le secteur de la grande distribution en France au cours de la période d'étude (voir Guillotreau et Le Grel, 2003). La part de marché des supermarchés dans les ventes de produits de la mer au détail est passée de 32% en 1976 à 70% en 2000. Dans le même temps, le nombre de firmes de la grande distribution a été divisé par deux au cours des vingt dernières années. Cette restructuration a eu de fortes incidences sur les marges sur les produits et sur les prix dans la chaîne de distribution. Avec la libéralisation des échanges européens et les politiques de dévaluation dans les pays voisins, les GMS semblent avoir été en mesure d'accroître leur capacité à peser sur les prix à la première vente, en mettant en concurrence les pêcheurs français avec les pêcheurs étrangers. Ces évolutions auraient au moins partiellement favorisé la crise observée au cours des années 1990. Il est à noter que si les prix en première vente ont connu une baisse globale sur la période, les prix à la consommation des produits de la mer ont connu une légère augmentation (cf. graphique en annexe A.4.2)

## **2. Présentation des données**

La concurrence que subissent les pêcheurs français débarquant sur la façade du Golfe et vendant sur les criées est essentiellement liée au marché du frais et en particulier du poisson frais importé, provenant de la pêche et de l'aquaculture. En effet, pour les seuls poissons de mer frais, 98 000 tonnes de poissons frais entiers et 24 000 tonnes de poissons frais filetés sont importés en France en 2007, auquel il faut ajouter 96 000 tonnes de salmonidés frais entiers et 24000 tonnes de salmonidés frais filetés. Il est donc légitime de faire le lien entre un changement dans la composition de la valeur des débarquements français et les importations de poissons.

Nous disposons des données mensuelles de productions des flottilles française sur la façade du Golfe à partir de 1990 dans la base de données « Ventes » du SIH et des données mensuelles EUROSTAT d'importations entre 1999 et fin 2005. Nous allons étudier de manière séparée le marché des poissons blancs frais et celui des petits pélagiques frais. Nous mettrons en évidence l'impact des importations d'espèces sur les valeurs des productions françaises de la façade du Golfe, ceci sur deux périodes successives : de janvier 1999 à décembre 2002 et de janvier 2002 à décembre 2005, afin d'observer d'éventuelles évolutions dans les élasticités dépense ou de substitution entre les produits considérés.

### 3. Composition et taille des marchés

Pour constituer les deux marchés récapitulés sur les tableaux 4.2 et 4.3, nous n'avons pris en compte que les espèces commerciales dont le chiffre d'affaires est le plus fort sur la période 1999-2005, à la fois pour les débarquements français sur la façade du Golfe et pour les importations de poissons frais vers la France. Nous avons intégré les importations de saumon frais dans le marché des poissons blancs. Les importations représentent 80.4% de ce marché entre 1999 et 2002 et 79 % entre 2002 et 2005 avec un poids très important pour le saumon. Les espèces que nous avons choisi d'étudier sont fortement dominées par le saumon d'importation qui représente 72.4 % du marché entre 2002 et 2005.

Tableau 4.2 : Parts de marché moyenne des poissons blancs sur les périodes 1999-2002 et 2002-2005<sup>9</sup>

Espèce	Période 1	Période 2
Saumon I	74.51 %	72.41 %
Merlu FR	9.48 %	11.81 %
Morue FR	4.74 %	2.83 %
Merlan FR	4.39 %	2.81 %
Merlu merluccius I	1.86 %	1.83 %
Lieu jaune FR	1.67 %	1.79 %
Morue I	1.58 %	2.16 %
Lieu Alaska et jaune I	1.39 %	1.39 %
Eglefin FR	1.32 %	1.71 %
Merlan I	1.07 %	1.26 %

Source : COMEXT, IFREMER

Le marché des petits pélagiques prend en compte quatre espèces (anchois, chinchard, maquereau et sardine) pour les importations françaises et les productions sur les ports du Golfe. Les petits pélagiques produits dans le Golfe sont en diminution de 7%, en raison de l'augmentation importante de maquereau importé et de la chute de l'anchois. La part du petit pélagique importé passe de 25.3 à 32.3 % sur ce marché.

---

<sup>9</sup> I : espèce importée ; FR : espèce débarquée par les navires français

Tableau 4.3 : Parts de marché moyennes des petits pélagiques sur les périodes 1999-2002 et 2002-2005

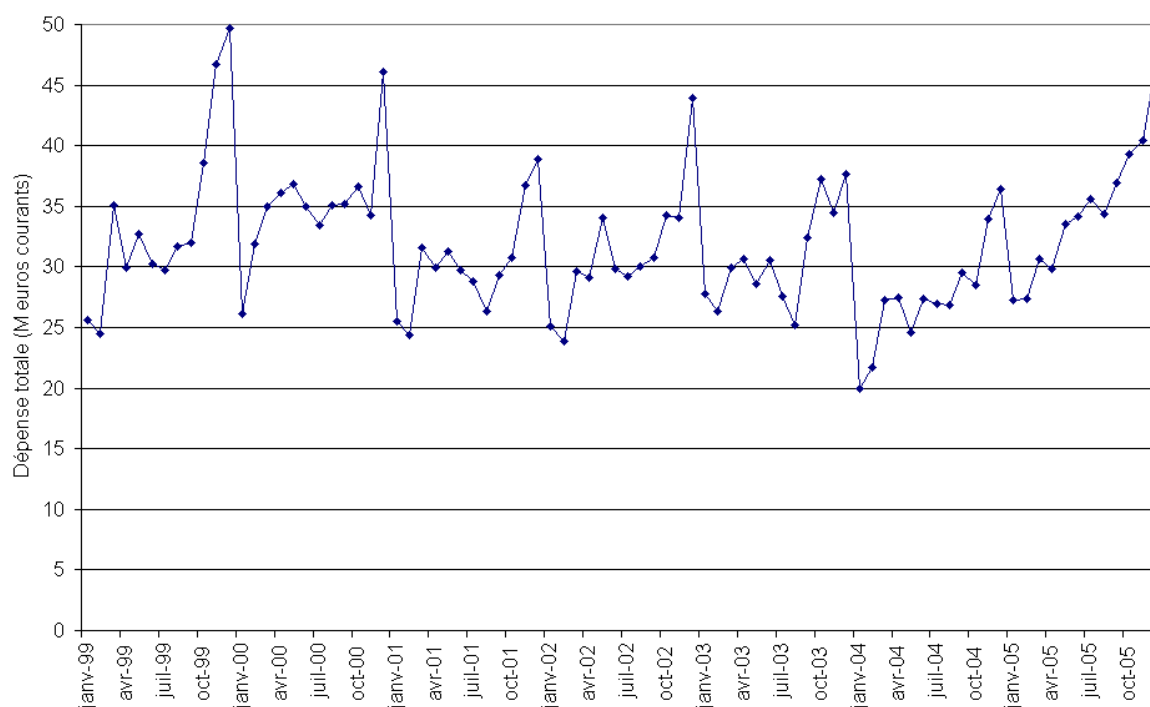
Espèce	Période 1	Période 2
Anchois FR	36.62%	26.69%
Chincharde FR	17.06%	15.63%
Sardine FR	14.84%	16.94%
Maquereau I	11.23%	18.51%
Sardine I	8.84%	8.19%
Maquereau FR	6.47%	8.43%
Chincharde I	4.16%	4.77%
Anchois I	1.77%	1.84%

Source : COMEXT, IFREMER

On constate sur la figure 4.18 qu'il existe une saisonnalité des dépenses pour le marché des poissons blancs et du saumon, fortement liée à la consommation plus forte de saumon frais en fin d'année. Le marché total considéré pour les poissons blancs oscille entre 20 et 50 millions d'euros.

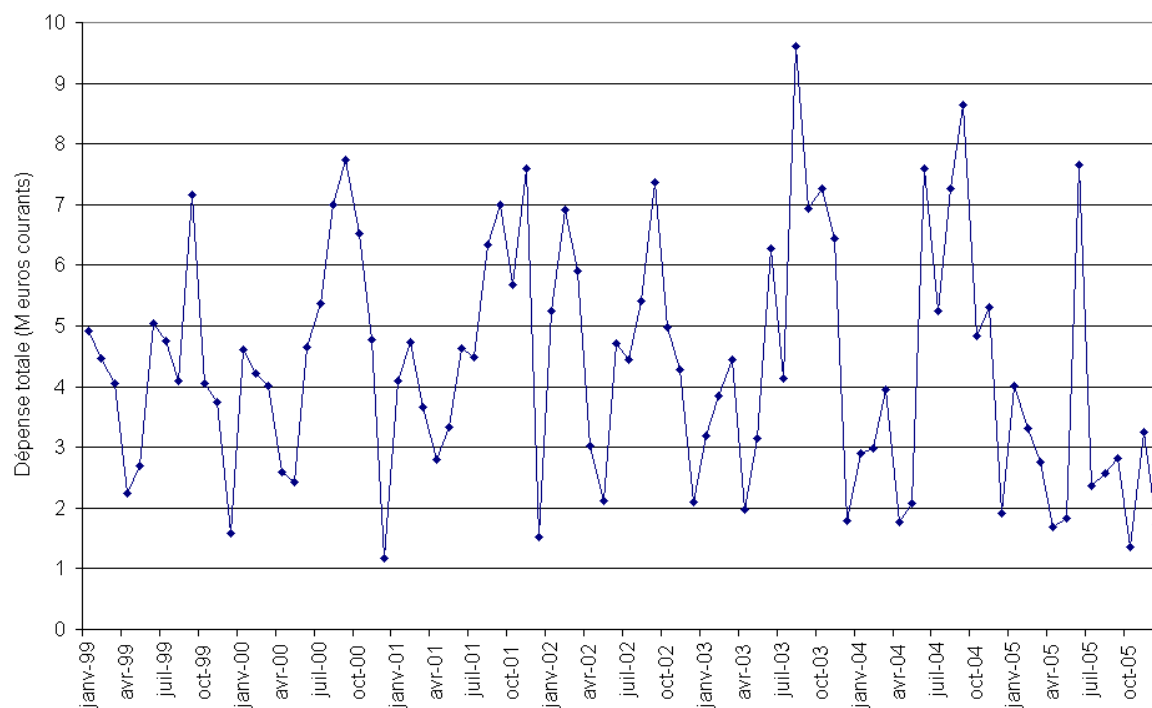
Le marché des petits pélagiques (cf. figure 4.19) considéré oscille entre 1 et 10 millions d'euros, il présente une saisonnalité avec des niveaux bas en décembre ou mai et des niveaux très hauts autour du mois d'août. Nous souhaitons étudier les élasticités dépense et de substitution, qui lient les quantités apportées sur le marché aux prix. Pour garder le sens de ces élasticités, nous avons conservé les données sans les désaisonnaliser.

Figure 4.18 : Dépense totale pour le marché des poissons blancs



Source : COMEXT, IFREMER

Figure 4.19 : Dépense totale pour le marché des petits pélagiques



Source : COMEXT, IFREMER

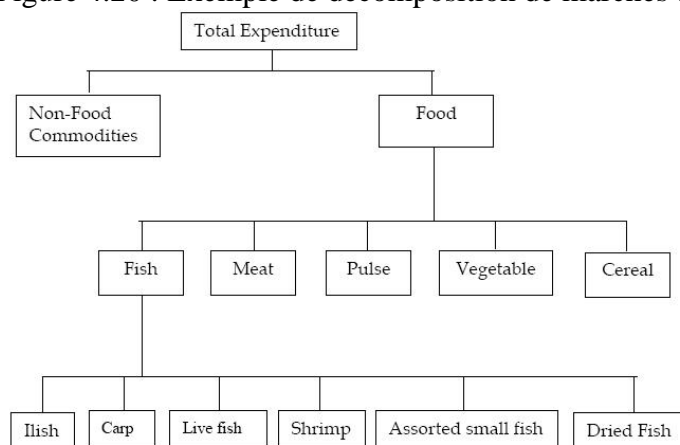


#### 4. Méthode de l'analyse

Les deux marchés étudiés, poissons blancs et petits pélagiques, sont des agrégats fictifs : ils regroupent la totalité des importations de poissons frais et les productions françaises sur les seuls ports de la façade golfe de Gascogne. Cette approche est valide d'après le théorème des biens composites généralisés si certaines conditions proposées par Lewbel (1996) et Asche (1999) sont respectées : les résidus à l'ordre 0 des coefficients des équations budgétaires doivent être stationnaires. Ces tests sont calculés et validés en annexe 4.10.

Cette modélisation permet de segmenter l'étude des demandes agrégées par grand poste de dépense. Deux choix de segmentation sont possibles, le premier illustré par Deaton et Muelbauer (1980) consiste à différencier d'abord par type de conditionnement (frais ou congelé), puis par type d'espèce de poisson. L'autre différenciation consiste à supposer que le consommateur choisit d'abord l'espèce de poisson puis ensuite le conditionnement. Asche (1999) identifie notamment des produits de saumon congelés et frais, et trouve des élasticités significatives sur un moyen – long terme entre ces différents produits. Nous avons choisi d'analyser le marché du poisson frais selon les espèces.

Figure 4.20 : Exemple de décomposition de marchés :



Source : Deaton et Muelbauer, 1980

Le modèle LA/AIDS<sup>10</sup> permet de déterminer les élasticités de dépense totale et de substitution. Dans ce modèle, l'élasticité de dépense totale fournit une estimation de l'effet d'un changement du montant total échangé sur le marché sur la part de dépense d'une espèce et l'élasticité de substitution donne l'effet d'un changement de prix sur la part de dépense d'une espèce. Cette méthode est appliquée en plusieurs étapes, justifiées et décrites plus précisément dans l'annexe 4.4.

---

<sup>10</sup> Linear Approximation/Almost Ideal Demand System

Nous avons utilisé pour cette méthode le module micEcon de R développé par Arne Henningsen.

Dans un premier temps, nous calculons les paramètres estimés du modèle LA/AIDS avec les écarts types associés et leurs significativité. Ces paramètres, donnés en annexe, sont calculés grâce à l'équation 4.7. Le modèle LA/AIDS est fondé sur un système d'équations qui décrivent les parts de marché des espèces  $i$  au temps  $t$  en fonction des prix des autres  $j$  espèces ( $j$  peut être égal à  $i$ ) et de la taille du marché :

$$(4.7) \omega_{it} = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \log(p_{jt}) + \beta_i \log\left(\frac{W_t}{P_t}\right) + u_{it}$$

Où  $\omega_{it} = \frac{p_{it}q_{it}}{W_t}$  est la part de dépense de l'espèce  $i$  dans le marché total  $W_t$ ,

$$W_t = \sum_{i=1}^n p_{it}q_{it} ,$$

$P_t$  l'indice prix utilisé pour supprimer l'effet inflationniste des prix est l'indice de Tornqvist,  $u_{it}$  est le résidu du système d'équations.

On impose des conditions d'additivité :  $\sum_i \alpha_i = 1$ ,  $\sum_i \gamma_{ij} = 0$ ,  $\sum_i \beta_i = 0$

La symétrie que l'on impose amène en outre les relations suivantes :  $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$

Une variation de la quantité d'une espèce dans le marché est décomposée en une variation liée aux prix et à la dépense totale du marché comme suit :  $dq = \varepsilon^* dp + \eta dD$ . Après résolution du système d'équation 4.7, on calcule les élasticités de dépense totale  $\eta$  et les élasticités de substitution  $\varepsilon^*$  à l'aide des paramètres obtenus, ainsi que les écarts types de ces élasticités. Les élasticités de dépense totale sont calculées grâce à l'équation :

$$(4.8) \eta_i = 1 + \frac{\beta_i}{\omega_i} , \text{ avec } \omega_i \text{ part de marché moyenne de l'espèce } i \text{ sur la période}^{11}$$

Les élasticités de substitution non compensées sont données par:

$$(4.9) \varepsilon_{ij} = -\delta + \left(\frac{\gamma_{ij}}{\omega_i}\right) - \left(\frac{\beta_i}{\omega_i}\right)\omega_j$$

Avec  $\delta$  delta de Kronecker, le paramètre vaut 1 pour  $i=j$ , 0 pour  $i \neq j$

Les élasticités de substitution compensées sont données par la relation suivante <sup>12</sup> :

$$(4.10) \varepsilon_{ij}^* = \varepsilon_{ij} + \varepsilon_i \omega_j$$

---

<sup>11</sup> Les termes d'élasticité  $\eta$ ,  $\varepsilon$ ,  $\varepsilon^*$  sont adimensionnels.

<sup>12</sup> Nous utilisons systématiquement des élasticités compensées (ou hicksiennes) afin de séparer les effets liées aux dépenses totales des effets de substitution.

Dans un troisième temps, la variance de l'élasticité de dépense est obtenue grâce à l'équation suivante :

$$(4.11) \text{Var}(\eta_i) = \frac{1}{\omega_i^2} \text{Var}(\beta_i)$$

La variance de l'élasticité de substitution (compensée) est déterminée grâce à l'équation :

$$(4.12) \text{Var}(\varepsilon_{ij}^*) = \frac{1}{\omega_i^2} \text{Var}(\gamma_{ij})$$

Enfin, on calcule les intervalles de confiance à 95% des élasticités sur les deux périodes étudiées :

$$\left[ \eta_i - 1.96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} ; \eta_i + 1.96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right]$$

n étant le nombre de périodes (48 par échantillon ici),  $\eta_i$  l'estimation de l'élasticité dépense pour l'espèce i et  $\sigma$  écart type de l'échantillon estimant l'élasticité dépense totale d'une espèce.

On procède de la même manière pour déterminer l'intervalle de confiance à 5 % de l'élasticité de substitution.

$$(4.13) \left[ \varepsilon_{ij}^* - 1.96 \frac{\sigma'}{\sqrt{n}} ; \varepsilon_{ij}^* + 1.96 \frac{\sigma'}{\sqrt{n}} \right], \varepsilon_{ij}^* \text{ l'estimation de l'élasticité de substitution effet de i sur j et } \sigma' \text{ écart type de l'élasticité de substitution de l'espèce i sur j.}$$

## 5. Analyse des deux marchés sur deux périodes consécutives

Les élasticités dépense totale (cf. équation 4.8) et de substitution (cf. équation 4.9) sont calculées avec les données de part de marché moyennes  $\omega_i$  et les coefficients  $\gamma_{ij}$  et  $\beta_i$  de l'équation 4.7. Les tableaux des élasticités de substitutions compensées sont présentés dans l'annexe 4.5.

### 5.1. Le marché des poissons blancs

Les élasticités « dépense totale du marché fictif » (cf. équation 4.8) sur le marché français des poissons blancs sont présentées sur le tableau 4.4 et la figure 4.21. La figure 4.21 présente les élasticités dépense totale en précisant les intervalles de confiance à 95% de ces élasticités.

## Chapitre 4 : Analyse comparée des évolutions de la structure des débarquements des poissons dans le Golfe et l'Atlantique Nord-Est et effet des importations

---

On observe que l'élasticité « dépense totale » du saumon est stable et très élevée au dessus de 1, ce qui tend à montrer qu'il s'agit du seul bien supérieur dans le marché considéré. Le saumon reste le produit le plus noble, suivi de l'églefin français, la morue française et le merlu français.<sup>13</sup>

Pour les autres poissons blancs, on observe entre les deux périodes une augmentation de l'élasticité dépense de la morue importée qui passe d'un statut de bien inférieur sur le marché considéré à un statut de bien normal. Dans la première période, quand la taille du marché s'accroît en valeur de 1%, la quantité importée de morue diminue de ( $\eta_i \% = -0.115\%$ ) ; dans la seconde période quand la taille du marché en valeur s'accroît de 1%, la quantité de morue importée augmente légèrement de 0.47 %.

Tableau 4.4 : Elasticités dépense sur le marché français des poissons blancs

Période 1									
Saumon I	Merlu FR	Morue FR	Merlan FR	Merlu I	Lieu jaune FR	Morue I	Lieu Alaska et jaune I	Eglefin FR	Merlan I
1.296	0.228	0.428	0.108	-0.034	-0.333	-0.115	-0.356	0.696	-0.315
++	++		++	++	++	++	++		+
Période 2									
Saumon I	Merlu FR	Morue FR	Merlan FR	Merlu I	Lieu jaune FR	Morue I	Lieu Alaska et jaune I	Eglefin FR	Merlan I
1.303	0.215	0.462	0.241	0.047	-0.590	0.470	-0.299	0.525	0.492
++	++		++	++	++		++		

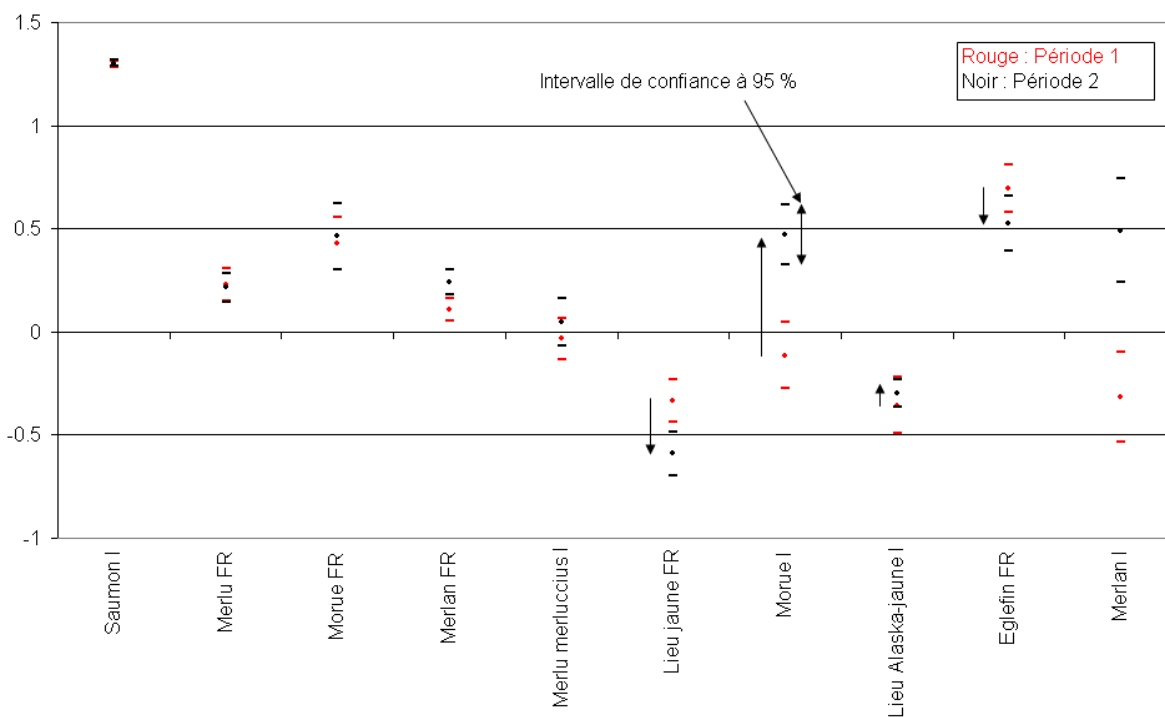
- + (resp. ++ ) Indique la significativité à 10 % (resp. 5 %) du coefficient  $\beta_i$

Il est intéressant de constater que les élasticités dépense sont très stables pour deux périodes différentes comme le montre la figure suivante.

---

<sup>13</sup> Si l'élasticité dépense est négative, le bien est inférieur, si elle est positive il est normal. Si elle est au-dessus de 1, le bien est dit supérieur.

Figure 4.21 : Variation de l'élasticité dépense pour le marché des « poissons blancs »



Source : COMEXT, IFREMER

On présente les élasticités de substitution sur le marché des poissons blancs. Ce tableau se lit comme suit, pour la cellule de la ligne 3, colonne 1 ou (Morue FR et Saumon I) : « Une augmentation de 1% du prix du saumon importé a pour conséquence l'augmentation de 1.950 % de la quantité de la morue française. Ce coefficient est significatif à 95 % (noté ++) (« Quand le saumon est plus cher, les consommateurs se reportent sur la morue française »).

Tableau 4.5 : Elasticités de substitution sur le marché français des poissons blancs

Période 2 : 2002-2005

Effet du prix sur la quantité	Saumon I	Merlu FR	Morue FR	Merlan FR	Merlu I	Lieu jaune FR	Morue I	Lieu Alaska et jaune I	Eglefin FR	Merlan I
Saumon I	<b>-0.257</b>	0.091	0.076	0.029	0.042	0.012	0.001	0.004	0.015	-0.015
Merlu FR	0.560	<b>-1.090</b>	0.064	0.021	-0.063	0.101	0.026	0.078	0.062	0.241
Morue FR	1.950	0.267	<b>-2.347</b>	0.126	0.214	0.687	-0.340	0.127	-0.065	-0.618
Merlan FR	0.758	0.088	0.127	<b>-1.084</b>	0.018	-0.114	0.042	-0.001	0.234	-0.068
Merlu I	1.667	-0.408	0.331	0.028	<b>-0.873</b>	0.424	-0.944	-0.121	-0.057	-0.046
Lieu jaune FR	0.501	0.663	1.084	-0.179	0.433	<b>-4.112</b>	0.089	-0.132	0.489	0.163
Morue I	0.027	0.144	-0.445	0.055	-0.799	0.074	<b>1.082</b>	0.037	-0.566	0.392
Lieu Alaska et jaune I	0.214	0.665	0.259	-0.001	-0.161	-0.171	0.058	<b>-1.131</b>	0.029	0.238
Eglefin FR	0.656	0.429	-0.108	0.385	-0.061	0.514	-0.718	0.024	<b>-1.356</b>	0.236
Merlan I	-0.857	2.260	-1.387	-0.152	-0.067	0.232	0.672	0.261	0.320	<b>-1.281</b>

- + (resp. ++) Indique la significativité à 10 % (resp. 5 %) du coefficient  $\gamma_{ij}$

Les élasticités propres de substitution sont inférieures à 1 pour le merlu, la morue, le merlan, le lieu jaune et l'églefin pêchés dans le Golfe, ce qui montre le fort impact de changements de leurs prix sur leurs quantités : quand les prix de ces poissons augmentent, ils sont facilement remplacés par d'autres produits.

Compte tenu de l'importance du saumon frais dans ce marché, les élasticités de substitution des poissons produits dans le Golfe par les flottilles françaises sont souvent fortement liées au prix du saumon (cf. annexe A.4.3 pour les données d'élasticité de substitution pour les deux périodes).

## 5.2. Le marché des petits pélagiques

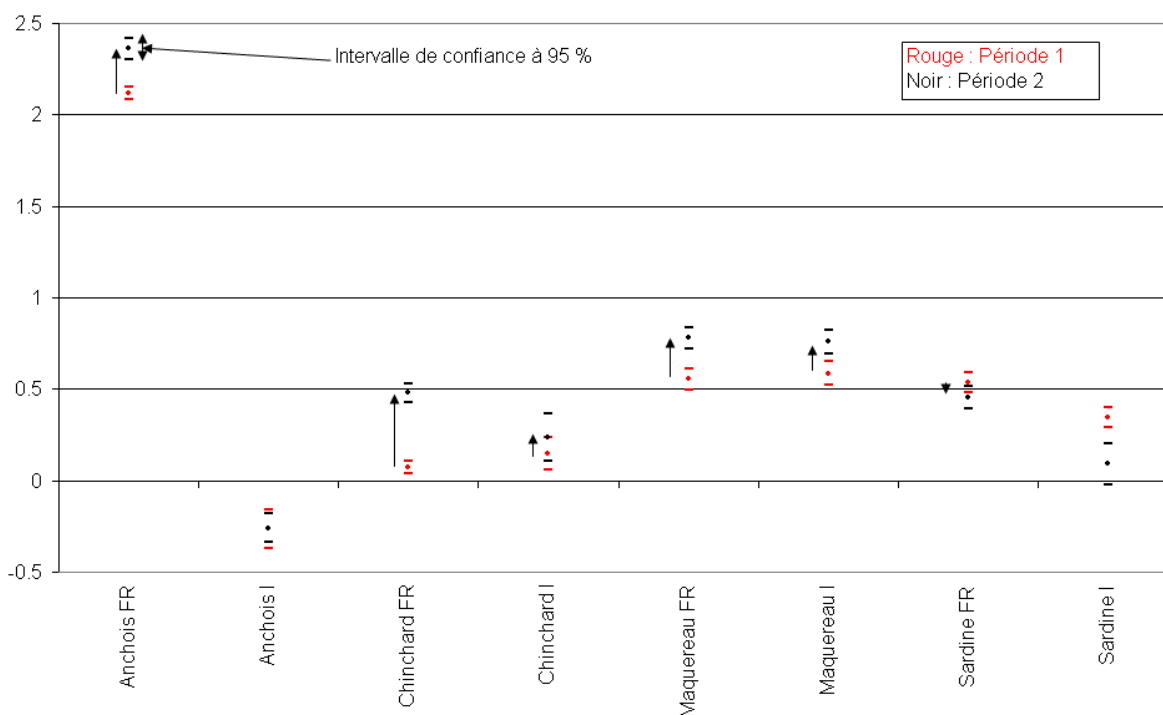
Pour ce qui concerne le marché des petits pélagiques, le tableau 4.6 et la figure 4.22 montrent que le bien « supérieur » sur ce marché est l'anchois de production française, le maquereau arrive en second mais n'est qu'un bien normal. Entre les deux périodes, les élasticités dépense de l'anchois, du chinchard et du maquereau produits dans le Golfe augmentent. La sardine produite par les flottilles françaises dans le Golfe reste à peu près au même niveau entre les deux périodes.

Tableau 4.6 : Elasticités dépense sur le marché français des petits pélagiques

Période 1							
Anchois FR	Anchois I	Chincharde FR	Chincharde I	Maquereau FR	Maquereau I	Sardine FR	Sardine I
2.119	-0.264	0.071	0.147	0.555	0.585	0.539	0.344
++	++	++	++	++	+	++	++
Période 2							
Anchois FR	Anchois I	Chincharde FR	Chincharde I	Maquereau FR	Maquereau I	Sardine FR	Sardine I
2.362	-0.260	0.479	0.235	0.779	0.759	0.456	0.090
++	++	++	+			++	+

- + (resp. ++ ) Indique la significativité à 10 % (resp. 5 %) du coefficient  $\beta_i$

Figure 4.22 : Variation de l'élasticité dépense pour le marché des petits pélagiques



Source : COMEXT, IFREMER

Note : L'élasticité dépense du maquereau importé et l'élasticité du maquereau français à la période 2 sont calculées à l'aide de coefficients  $\beta_i$  non significatifs (p - value >10%).

Tableau 4.7 : Elasticités de substitution sur le marché français des petits pélagiques (calculé avec l'équation 4.9)

Période 2 : 2002-2005

Effet du prix sur la part de marché	Anchois FR	Anchois I	Chinchard FR	Chinchard I	Maquereau FR	Maquereau I	Sardine FR	Sardine I
Anchois FR	<b>-0.325</b> ++	0.007	-0.048 ++	0.108	0.035	0.356	-0.121 ++	-0.011
Anchois I	0.096	<b>-0.380</b>	-0.182	0.149	-0.087	0.307	0.036	0.061
Chinchard FR	-0.082 ++	-0.022	<b>0.236</b> ++	-0.101	-0.110 ++	0.549 ++	-0.190 ++	-0.281 +
Chinchard I	0.760	0.073	-0.417	<b>-2.046</b> ++	0.456 +	-0.216 +	1.251 ++	0.138
Maquereau FR	0.109	-0.019	-0.204 ++	0.204 +	<b>-1.312</b> ++	-0.254 ++	0.756 ++	0.720 ++
Maquereau I	0.514	0.031	0.464 ++	-0.044	-0.116 ++	<b>-1.373</b> ++	0.569 ++	-0.044
Sardine FR	-0.191 ++	0.004	-0.175 ++	0.279 ++	0.376 ++	0.622 ++	<b>-1.365</b> ++	0.451 ++
Sardine I	-0.034	0.014	-0.536 +	0.064	0.740 ++	-0.100	0.931 ++	<b>-1.078</b>

- + (resp. ++)  
Indique la significativité à 10 % (resp. 5 %) du coefficient  $\gamma_{ij}$

On observe que les élasticités propres (équation 4.9) des petits pélagiques pêchés dans le Golfe sont comprises entre 0 et -1 pour l'anchois et le chinchard, les deux espèces principales de ce marché. Ceci signifie que ces produits perdent moins d'un pourcent de leur chiffre d'affaires quand leurs prix perdent un pourcent. Les produits français sont moins substitués sur le marché des petits pélagiques que sur le marché des poissons blancs qui est plus sensible aux produits importés.

### 5.3. Comparaison des évolutions sur les deux marchés

Notons que les élasticités dépense des petits pélagiques produits par les flottilles françaises dans le Golfe ont eu tendance à augmenter entre les deux périodes (1999-2002 et 2002-2005) alors que les élasticités dépense des poissons blancs produits par les flottes françaises débarquant sur la façade du Golfe sont restées plus stables ou ont diminué. Nous sommes dans la continuité du mouvement observé au cours de la période 1973-2002 (cf. paragraphe 5.5), nous observons une augmentation de l'attrait du marché des petits pélagiques, qui devrait mener à une intensification de la part d'effort porté sur ce marché.

D'autres études devraient cependant être menées en prenant en compte le niveau des exportations, en particulier si elles permettent mieux d'expliquer l'exploitation dans le Golfe. En outre, l'interprétation des élasticités dépense et croisées doit être faite avec précaution : l'hypothèse qu'il existe des marchés qu'on peut étudier séparément est fragilisée par le fait que nous étudions des marchés très fluctuants et dépendants de réglementations de l'offre telles que l'ouverture de saisons de pêche.



Les quantités produites par la flotte française sont liées à la structure du marché. Cela se voit en particulier quand on considère la structure du marché des poissons blancs et des petits pélagiques sur un court terme.

Mais la structure de marché modifie non seulement la production mais conduit également les pêcheurs à s'adapter à ce nouveau contexte : les pêcheurs vont arrêter d'exploiter, ou chercher de nouvelles stratégies d'exploitation, comme nous l'avons montré au chapitre 3.

## **Conclusion du chapitre 4**

Au cours de ce quatrième chapitre nous avons analysé les évolutions de la structure des débarquements en mettant en relation les évolutions des quantités débarquées avec d'une part les variations de l'écosystème et d'autre part les variations de marché. La période d'étude de 1973 à 2005 se décompose en trois phases : de 1973 à 1989, la proportion des poissons nobles augmente fortement, par la suite, après une crise importante des prix de 1992 à 1994, les prix remontent mais on assiste à une augmentation des débarquements des espèces à bas prix. En regroupant les débarquements en espèces démersales, benthiques et pélagiques, on montre qu'en ce qui concerne la part des captures du Golfe par rapport à l'ensemble de la façade Atlantique Nord-Est, la part des poissons benthiques a augmenté de 5 à 10 % en début de période pour rester constante par la suite. La part des démersaux est passée de 10 à 20 %, mais ce sont les espèces pélagiques qui ont le plus fortement augmenté en passant de 40 à 60% des débarquements de pélagiques de la façade Atlantique. Ces évolutions se retrouvent lorsqu'on analyse les descripteurs bio-géographiques : l'indice trophique plus bas dans le Golfe que sur l'Atlantique Nord-Est diminue à partir des années 1990 ; il en va de même pour la longueur maximale et la latitude moyenne caractéristique des poissons débarqués. Ces indices reflètent le fait qu'en fin de période (1985-2002), les débarquements de gadidés ont diminué pour être remplacés par des débarquements de petits pélagiques.

Cet effet de descente dans la chaîne trophique est mis en évidence de façon plus précise lorsqu'on analyse les évolutions de l'ensemble des quantités débarquées pour toutes les espèces de poissons sur la façade et dans le Golfe. Cette analyse par composante principale montre que les années se succèdent de façon logique sur les deux premiers axes de l'ACP.

Ceci permet par exemple de mettre en évidence dans le golfe de Gascogne un pic d'exploitation du merlu au milieu des années 80, suivi d'une exploitation forte d'espèces comme la sole au cours de la période 1993-1995, une exploitation forte de l'anchois à partir du milieu des années 90, puis du maquereau aujourd'hui. La projection des variables bio-géographiques sur cet espace montre en outre qu'on atteint un pic pour la latitude moyenne au début des années 80, et un maximum pour le niveau trophique, la longueur et l'âge au milieu des années 80 (c'est-à-dire une phase au cours de laquelle la composition des débarquements a la plus forte latitude, ou le plus fort niveau trophique). La projection de la vitesse de croissance maximale de l'ensemble des espèces débarquées se situe autour des années 2000, ce qui montre que c'est en fin de période que l'on capture les plus grosses quantités d'espèces à croissance rapide. Enfin, on observe une transition de l'exploitation d'espèces de haut prix à la fin des années 80 vers une exploitation d'espèces de bas prix en fin de période.

La composition des débarquements montre que les espèces de plus forte valeur se succèdent jusqu'à leur épuisement partiel. Mais si le caractère économique de la pêche conditionne très fortement les trajectoires des flottilles, il est nécessaire de tenir compte de l'influence des importations de poissons frais.

Au cours de la dernière section de ce chapitre, nous avons analysé, au moyen d'un modèle de demande quasi idéale (AIDS), l'évolution sur les 6 dernières années de deux marchés : celui des petits pélagiques et celui des poissons blancs. Le marché du frais est très saisonnier, mais les poissons pêchés dans le Golfe sont différemment concurrencés par les produits étrangers. Les poissons blancs, très concurrencés par le saumon, conservent aujourd'hui encore un statut de bien attractif. L'analyse des élasticités de substitution permet de déterminer les effets d'augmentation de prix d'espèces importées sur les quantités produites par les flottilles française. On montre par exemple qu'entre 2002 et 2005, l'augmentation de 1% du prix du saumon a amené à une augmentation de 1.950 % des quantités de morues produites par les flottes françaises. Les petits pélagiques, qui sont moins concurrencés par les importations de substituts, deviennent petit à petit plus attrayants. Le changement de statut peut toutefois être lié à l'effondrement d'un stock et à un changement systémique, que nous tenterons d'identifier au chapitre 5.

La mesure sans a priori théorique des changements de l'exploitation que nous avons menée, simultanément avec la caractérisation biologique des débarquements effectués ou avec l'observation des changements de prix est une démarche essentielle pour comprendre les mécanismes ayant eu lieu au cours des trente dernières années dans le Golfe, et en particulier les raisons de la baisse du niveau trophique de ces débarquements.

Le marché a donc des effets sur la stratégie de production à court terme, mais aussi des conséquences à long terme en pesant sur le niveau des investissements, les faillites, etc...

S'il est indéniable que le changement d'un déterminant biologique, de régulation ou lié au marché produit des modifications de court et de long terme sur l'exploitation, afin de comprendre l'ensemble des rétroactions, il est nécessaire d'avoir une approche systémique que nous développerons par la suite au moyen d'un modèle explicatif qui tient compte à la fois des équilibres biologiques, des régulations et des prix.

Chapitre 5 :  
Modélisation, sous divers scénarios de gestion,  
des équilibres multi espèces, avec interactions  
écosystémiques et de marché



## **Introduction :**

Dans le golfe de Gascogne, les modifications de la composition des débarquements mises en évidence au cours des chapitres précédents ont montré une baisse des espèces démersales et une augmentation des captures de pélagiques depuis le début des années 1990. Les prélèvements, après avoir augmenté au cours de la période 1975-1990, sont restés relativement stables depuis. Ce phénomène de changement de structure, observé dans de nombreuses zones maritimes est la conséquence d'une situation d'accès libre des flottilles de pêche qui épuisent les espèces nobles les plus rentables et des phénomènes de report de la demande vers les espèces moins nobles, mais encore accessibles.

L'objectif de ce chapitre est de modéliser ces situations observées et de comprendre les interactions sous-jacentes à l'équilibre de marché dans une pêcherie multi espèces, pour des régimes allant du libre accès à une exploitation optimale, en passant par une exploitation dans un équilibre en accès régulé. Nous examinerons en particulier les mécanismes économiques qui contribuent à expliquer la descente dans la chaîne trophique observée par Pauly à un niveau mondial, ou les phénomènes observés dans le golfe de Gascogne.

Pour simplifier l'approche multi-espèces, on se limite à des exploitations de deux espèces qui interagissent entre elles dans l'écosystème ou sur les marchés, ou les deux. Les interactions majeures qui ont été mises en évidence au cours des chapitres précédents et qui influencent la trajectoire économique des pêcheries sont intégrées au modèle : interactions biologiques entre les espèces, interactions de marché et interactions de régulation. Les contraintes liées à l'exploitation ou aux interactions techniques pourraient également être simulées, mais l'observation, au chapitre 3, des capacités de report vers d'autres espèces et d'adaptation des flottilles aux nouvelles contraintes biologiques et de marché laisse à penser que les pêcheurs s'affranchissent rapidement de ces contraintes.

Le modèle que nous utilisons est dérivé du modèle d'équilibre bioéconomique d'une pêcherie à une espèce proposé par Gordon (1954) et Schaefer (1954). Nous rappelons en préliminaire les principaux résultats de ce modèle sous trois régimes principaux d'accès aux ressources, en définissant les hypothèses sur la dynamique biologique de l'espèce, le niveau des captures lié à l'effort de pêche et les profits à l'équilibre. Cela permet de décrire un équilibre de marché pour une demande donnée. A partir d'une expression généralisée de la fonction d'offre, nous présentons l'influence des variations de paramètres économiques et biologiques sur l'équilibre de marché.

Nous examinons ensuite ce que permettent de prévoir les équilibres biologiques, pour le modèle proie prédateur et le modèle avec compétition, quand ils sont soumis à des changements d'effort ou de progrès technique.

Par la suite, nous analysons le cas des équilibres de l'écosystème et de l'exploitation dans une pêcherie à deux espèces, en mettant l'accent sur le modèle avec prédation entre espèces. Le chiffre d'affaires et le profit à l'équilibre sont calculés en fonction des différents efforts sur chacune des espèces. Nous avons simulé le comportement des pêcheries en calculant, avec un jeu de paramètres pertinents, l'ensemble des chiffres d'affaires, profits et autres variables caractéristiques d'un équilibre pour l'ensemble des efforts possibles. A partir des courbes d'isoprofit, nous caractérisons les différents scénarios de gestion en accès libre et à l'optimum économique, en considérant les prix comme exogènes.

On étudie enfin le cas où les captures sont endogènes au prix de demande, en conservant la représentation effort-profit. L'intersection de la courbe d'offre et de demande nous permet d'obtenir l'équilibre du marché.

Les modèles en statique comparative donnent un équilibre pour un ensemble de paramètres fixés. Le changement des paramètres définissant le cadre de l'équilibre nous a semblé être une caractéristique fondamentale pour comprendre les modifications qui ont eu lieu sur les trente dernières années dans le Golfe. Plusieurs scénarios observés au cours des chapitres précédents sont ainsi simulés dans le cadre du modèle proie-prédateur et du modèle de compétition biologique entre espèces. Ces scénarios nous permettent de déterminer l'effet du changement d'un paramètre sur le niveau et la structure des débarquements, et en particulier sur l'effet de descente dans la chaîne trophique.

## **Partie A : Rappels : Analyse de l'équilibre de marché pour une espèce sous divers scénarios**

Dans cette première partie, nous rappelons le modèle bioéconomique de Gordon - Schaefer. Ce dernier comprend trois parties, une partie biologique, qui relie les captures au stock de biomasse, une partie exploitation qui relie les captures à l'effort à l'équilibre et une partie économique qui lie l'effort au profit et détermine l'effort à l'équilibre compte tenu des paramètres économiques et du régime de régulation de la pêcherie. Une représentation des coûts totaux et du chiffre d'affaires total permet alors de mettre en évidence différents équilibres : en libre accès, au maximum des profits et au maximum des captures. Afin d'étudier les relations entre le prix et le niveau des captures, le modèle de Gordon est étudié à différents niveaux de prix, en considérant les prix comme exogènes aux captures. Nous obtenons trois allures de courbe en fonction du système de gestion. Dans le cas d'une gestion en accès libre, on retrouve la fonction d'offre de Copes (1970) qui présente la particularité d'avoir un point de rebroussement.

### **1. Description du modèle bio économique :**

Les variables utilisées dans ce chapitre sont récapitulées dans le tableau 5.1.

Tableau 5.1 : Récapitulatif des variables utilisées :

Définition des variables utilisées :

B : biomasse de l'espèce

E : Effort consacré à l'espèce

L : Captures de l'espèce

K : capacité de charge de l'espèce ( $B \leq K$ ) à l'équilibre

q : Capturabilité de l'espèce

r : taux intrinsèque de croissance de l'espèce

c : coût unitaire de l'effort

TC : Coûts totaux

La capturabilité q représente la fraction que l'on peut capturer dans le stock total disponible par unité d'effort, c'est-à-dire le taux instantané de mortalité par pêche.

## 1.1. La dynamique biologique

Pour la partie biologique, nous prendrons comme hypothèses :

- H1 : le stock est représenté par une biomasse homogène. On fait ici abstraction des différentes classes d'âge qui constituent le stock. Un modèle de Beverton - Holt (1957) serait nécessaire, pour comprendre les phénomènes de surexploitation en tenant compte des classes d'âge.

- H2 : On néglige l'effet des discontinuités qui peuvent affecter la dynamique naturelle du stock, le modèle est en temps continu, les fonctions de production sont en tous points dérivables.

- H3 : Le modèle suppose que le stock est auto régénérant et déterministe. Dans des conditions environnementales non perturbées, le stock détermine le flux de variation naturelle dans l'intervalle de temps marginal. Nous ne tiendrons pas compte dans cette relation de la sensibilité du recrutement aux conditions environnementales et du bruit qui est souvent conséquent (Lasker, 1989).

- H4 : Les conditions environnementales limitent la capacité des stocks par une loi logistique simple de type loi de Verhulst (1838). Le taux de croissance du stock est supposé diminuer linéairement et tendre vers zéro au fur et à mesure que la biomasse se rapproche de la capacité de charge K. Il existe de nombreuses variantes de cette loi Clark (1976) que nous n'explorerons pas dans cette approche.

L'équation logistique de Verhulst (1838) décrit la croissance de la population basée sur l'expression mathématique suivante :



$$(5.1) \frac{dB}{dt} = rB\left(1 - \frac{B}{K}\right)$$

Où  $r$  est un paramètre positif représentant le taux de croissance intrinsèque de la ressource. Lorsque le stock augmente, deux effets contradictoires s'exercent, le premier terme  $rB$  amène un stock plus important à se renouveler plus vite, le second effet diminue le taux de croissance du stock au fur et à mesure qu'on se rapproche de la capacité de charge de l'écosystème ( $K$ ).

En présence d'un niveau de captures  $L$ , l'équation 5.1 devient :

$$(5.2) \frac{dB}{dt} = rB\left(1 - \frac{B}{K}\right) - L$$

Afin d'étudier les effets de variations de paramètres toutes choses égales par ailleurs, le modèle est à l'équilibre biologique  $\frac{dB}{dt} = 0$ , cet équilibre est stable. Ceci permet d'avoir une approche en statique comparative. Les pertes par mortalité naturelle et celles dues à la pêche sont compensées par l'augmentation de la population due aux nouveaux recrutements et à la croissance individuelle.

Le niveau de captures s'exprime alors en fonction du stock  $B$  :

$$(5.3) L = rB\left(1 - \frac{B}{K}\right)$$

## 1.2. La relation effort capture

(Schaefer, 1954) définit une relation entre les captures  $L$  et l'effort de pêche  $E$ , en supposant une capturabilité  $q$  donnée.

$$(5.4) L = qEB$$

Il définit les variables de stock de biomasse  $B$  et d'effort  $E$  à l'équilibre.

$$(5.5) B = K\left(1 - \frac{q}{r}E\right) \text{ et } E = \frac{r}{q}\left(1 - \frac{B}{K}\right)$$

Un niveau d'effort donné amène à un niveau spécifique de débarquement à l'équilibre biologique :

$$(5.6) L = qKE\left(1 - \frac{qE}{r}\right), \text{ ou encore :}$$

$$(5.7) L = \alpha E - \beta E^2 \text{ avec } \alpha = qK \text{ et } \beta = \frac{q^2 K}{r}$$

Les paramètres  $\alpha$  et  $\beta$  sont des constantes qui dépendent des caractéristiques biologiques de l'espèce et de l'écosystème. Les captures sont une fonction parabolique de l'effort.

Pour la partie économique, nous prenons comme hypothèses :

- H5 : Hypothèse sur les coûts et l'homogénéité de la flotte de pêche :

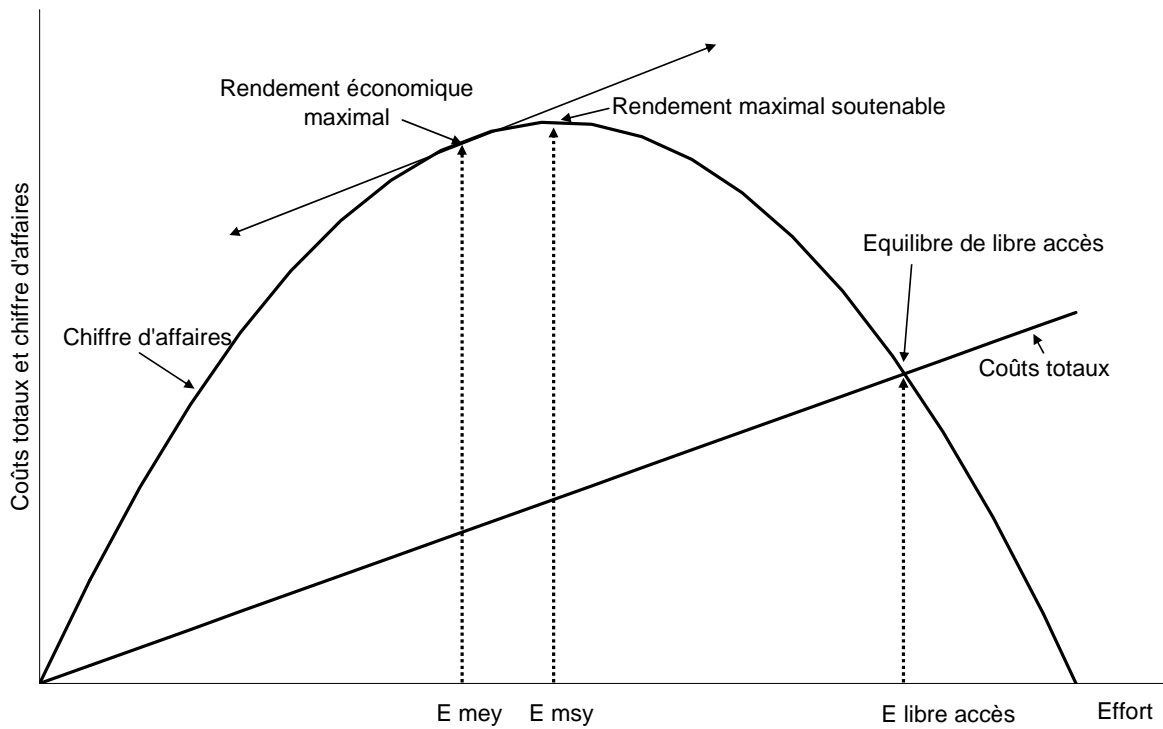
Les navires sont ici supposés identiques dans leur technologie et leurs stratégies de pêche. Le coût total TC dépend linéairement de l'effort E et se note :

$$(5.8) TC = cE, \text{ où } c, \text{ le coût unitaire de l'effort, est une constante}$$

- H6 : Dans la partie du modèle à une espèce, les prix sont supposés exogènes et fixés par la demande.

On peut donc présenter sur le même diagramme l'évolution des coûts totaux TC et celle du chiffre d'affaires pL en fonction de l'effort E. Sur ce diagramme, on distingue trois points remarquables : l'équilibre de libre accès quand le chiffre d'affaires égale les coûts totaux (le profit est nul), le point de rendement biologique maximal MSY (Maximum Sustainable Yield) pour lequel les captures sont maximales et le point de rendement économique maximal MEY (Maximum Economic Yield) où les profits sont maximaux.

Figure 5.1 : Diagramme de Gordon - Schaefer



Dans le modèle de Gordon Schaefer, les prix et les coûts unitaires sont des constantes. Par la suite, nous définirons des fonctions d'offre de long terme où le prix n'est plus une constante, mais dépend du niveau d'effort et du stock de biomasse restant.

Le profit  $\Pi$  de la pêche est une fonction du chiffre d'affaires (TR) et des coûts totaux (TC) :

(5.9)  $\pi = TR - TC$

Le profit s'écrit en fonction de l'effort de la manière suivante :

$$\pi = pL - cE = pqKE\left(1 - \frac{qE}{r}\right) - cE, \text{ soit :}$$

$$(5.10) \pi = -p\frac{q^2K}{r}E^2 + (pqK - c)E$$

## 2. Les scénarios de gestion à prix constants (libre accès, optimum, accès régulé)

On traite trois types de gestion : le modèle en accès libre, le modèle avec un niveau d'effort total optimal (dans notre cas, le profit des producteurs est maximal), et un modèle d'accès régulé pour lequel le nombre total de navires est fixé, sans pour autant fixer l'effort

individuel. Nous verrons que ce dernier cas, qui n'est pas présenté par Gordon Schaefer, est une solution quasi identique à celle d'un équilibre de Nash.

### 2.1. Régime de libre accès :

Dans le cas du régime de libre accès, on émet l'hypothèse que l'entrée dans la pêcherie est libre. Chaque navire cherche à maximiser son profit. En moyenne, le profit est défini comme étant nul, ce qui signifie que les coûts sont égaux au chiffre d'affaire. En accès libre,  $\pi = 0$

### 2.2. Régime à l'optimum :

Dans cette situation opposée à l'accès libre, l'effort de pêche est optimisé par l'ensemble des pêcheurs. De cette manière, la pêcherie produit un profit total maximal. Le niveau d'effort est alors noté Emey (mey signifie maximum economic yield).

On cherche le profit maximum pour un effort de pêche E donné, soit :

$$\max_E p(\alpha E - \beta E^2) - cE$$

### 2.3. Régime d'équilibre en accès régulé :

Dans l'accès régulé que nous définissons, les pêcheurs cherchent tous à maximiser individuellement leurs profits, mais le régulateur fixe une limite à l'entrée dans la pêcherie. On peut contrôler l'effort maximal en limitant le nombre de navire (N) ou en fixant  $E_{\max}$ . On montrera que ces deux modes de contrôle sont équivalents. Chaque pêcheur cherche à atteindre un effort de pêche qui est une réponse optimale aux efforts des N-1 autres pêcheurs. On a un équilibre quand aucun pêcheur ne cherche à dévier unilatéralement de sa position. Ceci peut être traduit par la formule suivante :

$$\max_{E_i} \pi_i \text{ sous la contrainte } \sum E_i \leq E_{\max} \text{ et } \pi_i \geq 0$$

La démonstration de la solution à l'équilibre est faite dans l'annexe 5.1. La valeur de l'effort individuel vaut :

$$(5.11) E_i = \frac{pqK - c}{p \frac{q^2}{r} K(N+1)}$$

Dans ce mode de régulation, le nombre de pêcheurs N augmente tant que les profits sont positifs ou que l'effort maximal n'est pas atteint. Par conséquent, pour un nombre de pêcheurs donné N, si l'effort individuel à l'équilibre est inférieur à  $E_i = \frac{E_{\max}}{N}$ , la solution n'est pas

stable. Le nombre de pêcheurs augmente alors jusqu'à atteindre l'effort total maximal.

Le nombre de pêcheurs vaut alors à l'équilibre :

$$(5.12) N = \frac{E_{\max}}{\frac{r}{q} \left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right] - E_{\max}}$$

En d'autres termes, soit le régulateur définit  $E_{\max}$ , alors le nombre de pêcheurs augmente jusqu'à atteindre la valeur  $N$  de l'équation (5.12). Soit au contraire le régulateur définit un nombre de pêcheurs donné  $N$ , le niveau d'effort total vaudra :

$$(5.13) E_{\max} = \frac{N}{N+1} \frac{r}{q} \left( 1 - \frac{c}{pqK} \right)$$

La biomasse vaut alors d'après l'équation 5.5 :

$$(5.14) B = K - \left( \frac{N}{N+1} \frac{pqK - c}{pq} \right)$$

Les captures du pêcheur  $i$  valent alors :

$$(5.15) L_i = \frac{pqK - c}{p \frac{q}{r} (N+1)} - \frac{q^2 K}{r} \left( \frac{pqK - c}{p(N+1)} \right)^2$$

## 2.4. Généralisation :

Nous pouvons vérifier qu'avec les expressions précédentes, on obtient une solution générale pour les trois scénarios de gestion présentés ici. Le paramètre  $A = \frac{N}{N+1}$  définit alors le niveau de concurrence sur la pêcherie. Lorsqu'on est en situation de monopole ( $N=1$  et  $A=1/2$ ), on retrouve les niveaux d'effort, de biomasse, de captures, de chiffre d'affaires et de profit correspondant au régime de l'optimum ( $E = \frac{pqK - c}{2p \frac{q^2}{r} K}, \dots$ ).

Dans une situation de libre accès, le nombre de pêcheurs tend vers l'infini ( $A$  tend vers 1). On retrouve en remplaçant  $A$  par 1 les niveaux d'effort, de biomasse, de captures, de chiffre d'affaires et de profit calculés en accès libre.

On fixe dans la suite le niveau de concurrence avec la variable  $A$ ,  $\frac{1}{2} \leq A \leq 1$ .

On utilise l'équation (5.15) pour calculer les captures totales qui valent  $N$  fois les captures par individu :

$$(5.16) L = AKr \left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right] \left[ 1 + A \left( \frac{c}{qK} \frac{1}{p} - 1 \right) \right] \text{ avec } \begin{cases} A=1 \text{ en libre échange} \\ A = \frac{N}{N+1} \text{ en l'accès régulé} \\ A = \frac{1}{2} \text{ à l'optimum} \end{cases}$$

Le chiffre d'affaires de la pêcherie vaut alors :

$$(5.17) TR = pAKr \left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right] \left[ 1 + A \left( \frac{c}{qK} \frac{1}{p} - 1 \right) \right]$$

On en déduit le profit total, sous réserve qu'il soit positif :

$$(5.18) \pi = pAKr \left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right] \left[ 1 + A \left( \frac{c}{qK} \frac{1}{p} - 1 \right) \right] - cA \frac{r}{q} \left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right]$$

$$\text{ou encore : } \pi = \left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right] \left[ \left( 1 + A \left( \frac{c}{qK} \frac{1}{p} - 1 \right) \right) pAKr - cA \frac{r}{q} \right]$$

## 2.5. La courbe d'offre dans une situation de gestion généralisée :

A partir de l'équation d'offre (5.16), on peut obtenir la valeur du prix p d'offre :

$$(5.19) p = c \frac{2A - 1 \pm \sqrt{\left( 1 - \frac{4}{rK} L \right)}}{2L \frac{q}{Ar} + qK \left( 1 - \frac{1}{A} \right)} \text{ avec } L \leq \frac{rK}{4}$$

La figure 5.3 représente les différentes allures des fonctions d'offre en libre accès, en accès régulé et à l'optimum. Quand on dérive la fonction des captures généralisées (équation 5.16) en fonction du prix, on observe qu'elle s'annule pour le point p caractéristique :

$$(5.20) p = \frac{2A}{2A - 1} \frac{c}{qK} \text{ et on a } L = \frac{Kr}{4}, \text{ on atteint le niveau de capture du MSY.}$$

Le prix minimum quand les captures sont proches de zéro vaut  $p = \frac{c}{qK}$ .

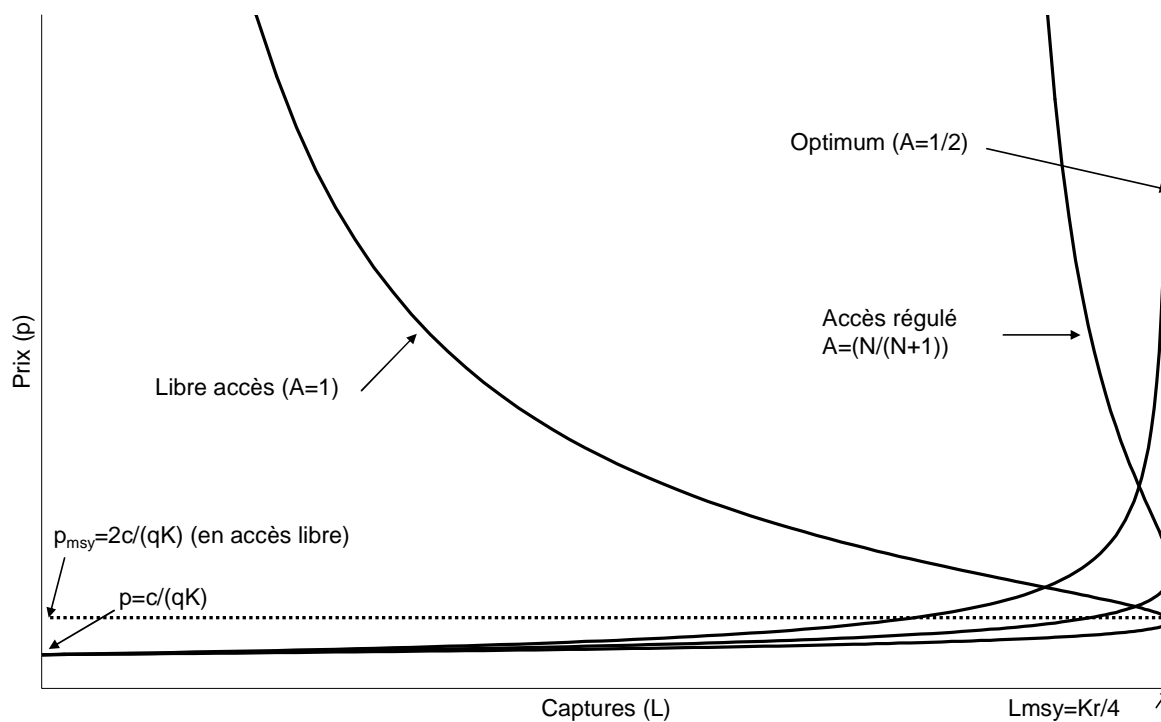
En accès libre (A=1), le prix pour le maximum des captures vaut alors :

$$p = \frac{2c}{qK}$$

A l'optimum (A=1/2), le prix tend vers l'infini :

$$\lim_{A \rightarrow 0.5^+} p = \lim_{A \rightarrow 0.5^+} \frac{2A}{2A - 1} \frac{c}{qK} = +\infty$$

Figure 5.2 : Fonction d'offre en libre accès, accès régulé et à l'optimum



Nous présentons ci-après un tableau récapitulatif donnant les expressions des principales variables pour la gestion en libre accès et à l'optimum, ainsi que la solution générale dépendant du paramètre d'intensité de la concurrence A

Tableau 5.2 : Récapitulatif des variables clés :

	Libre accès	Optimum	Equilibre d'accès régulé /Solution générale
<b>Effort individuel</b> $E_i(p)$	$\frac{r}{qN} \left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right]$	$\frac{1}{2N} \frac{r}{q} \left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right]$	$\frac{A}{N} \frac{r}{q} \left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right]$
<b>Effort total</b> $E(p)$	$\frac{r}{q} \left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right]$	$\frac{1}{2} \frac{r}{q} \left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right]$	$A \frac{r}{q} \left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right]$
<b>Biomasse</b> $B(p)$	$\frac{c}{pq}$	$\frac{K}{2} + \frac{c}{2pq}$	$K \left[ 1 + A \left( \frac{c}{qK} \frac{1}{p} - 1 \right) \right]$
<b>Capture totale</b> $L(p)$	$\frac{rc}{pq} \left[ 1 - \frac{c}{Kpq} \right]$	$\frac{rK}{4} \left( 1 - \left( \frac{c}{pqK} \right)^2 \right)$	$AKr \left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right] \left[ 1 + A \left( \frac{c}{qK} \frac{1}{p} - 1 \right) \right]$
<b>Chiffre d'affaires</b> $TR(p)$	$\frac{rc}{q} \left[ 1 - \frac{c}{Kpq} \right]$	$p \frac{r}{4} \left[ \left( 1 - \frac{c}{pqK} \right) \right] \left[ K + \frac{c}{pq} \right]$	$pAKr \left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right] \left[ 1 + A \left( \frac{c}{qK} \frac{1}{p} - 1 \right) \right]$
<b>Profit</b> $\pi(p)$	<b>0</b>	$\frac{r}{2q} \left[ 1 - \frac{c}{pqK} \right] \left( pq \left[ \frac{K}{2} + \frac{c}{2pq} \right] - c \right)$	$\left[ 1 - \frac{c}{qK} \frac{1}{p} \right] \left[ \left( 1 + A \left( \frac{c}{qK} \frac{1}{p} - 1 \right) \right) pAKr - cA \frac{r}{q} \right]$
<b>Prix d'offre : P(E)</b>	$\frac{c}{qK} \frac{1}{1 - \frac{q}{r} E}$	$\frac{c}{qK} \frac{1}{1 - 2 \frac{q}{r} E}$	$\frac{c}{qK} \frac{1}{1 - \frac{q}{rA} E}$
<b>Prix d'offre : P(L)</b>	$c \frac{r}{q} \frac{1 \pm \sqrt{1 - \frac{4}{rK} L}}{2L}$	$p = \frac{c}{qK} \frac{\sqrt{\left( 1 - \frac{4}{rK} L \right)}}{\left( \frac{4}{rK} L - 1 \right)}$	$p = c \frac{2A - 1 \pm \sqrt{\left( 1 - \frac{4}{rK} L \right)}}{2L \frac{q}{Ar} + qK \left( 1 - \frac{1}{A} \right)}, L \leq \frac{rK}{4}, p > 0$

$A$  : Paramètre d'intensité de la concurrence :
 
$$\left\{ \begin{array}{l} A = 1 \text{ en libre échange} \\ A = \frac{N}{N+1} \text{ en accès régulé avec } p > 0 \\ A = \frac{1}{2} \text{ à l'optimum} \end{array} \right.$$



### 3. Effets des variations de paramètres :

Les effets des variations de paramètres de la fonction d'offre  $c$ ,  $q$  et  $r$  sont décrits dans l'annexe 5.2. On peut toutefois noter que toutes les fonctions d'offre dépendent du rapport  $c/qK$  qui correspond à la valeur minimale du prix lorsque les captures sont proches de zéro.

### 4. La fonction de demande pour une espèce (prix variables)

On introduit une fonction de demande dans le système, en supposant que les quantités produites ont une influence sur les prix. Parmi les formes fonctionnelles les plus courantes de la fonction de prix de demande, on trouve la forme linéaire :

$$(5.21) P = aL + b, \text{ avec } a \text{ négatif}$$

Nous retiendrons cette forme simplifiée dans le cadre du modèle mono spécifique. Plus la valeur absolue du coefficient  $a$  est élevée, plus la demande est inélastique pour  $L$  donné (mais l'élasticité n'est pas constante avec ce type de fonction).

### 5. Equilibre de marché

L'équilibre de marché correspond à l'intersection de la fonction d'offre et de demande. Le marché est supposé fonctionner à l'équilibre, les processus d'ajustement ne sont pas décrits. On suppose que le produit est qualitativement homogène et qu'on est dans une situation de concurrence pure et parfaite. Dans le cas d'une pêcherie, cela correspond à une situation d'accès libre.

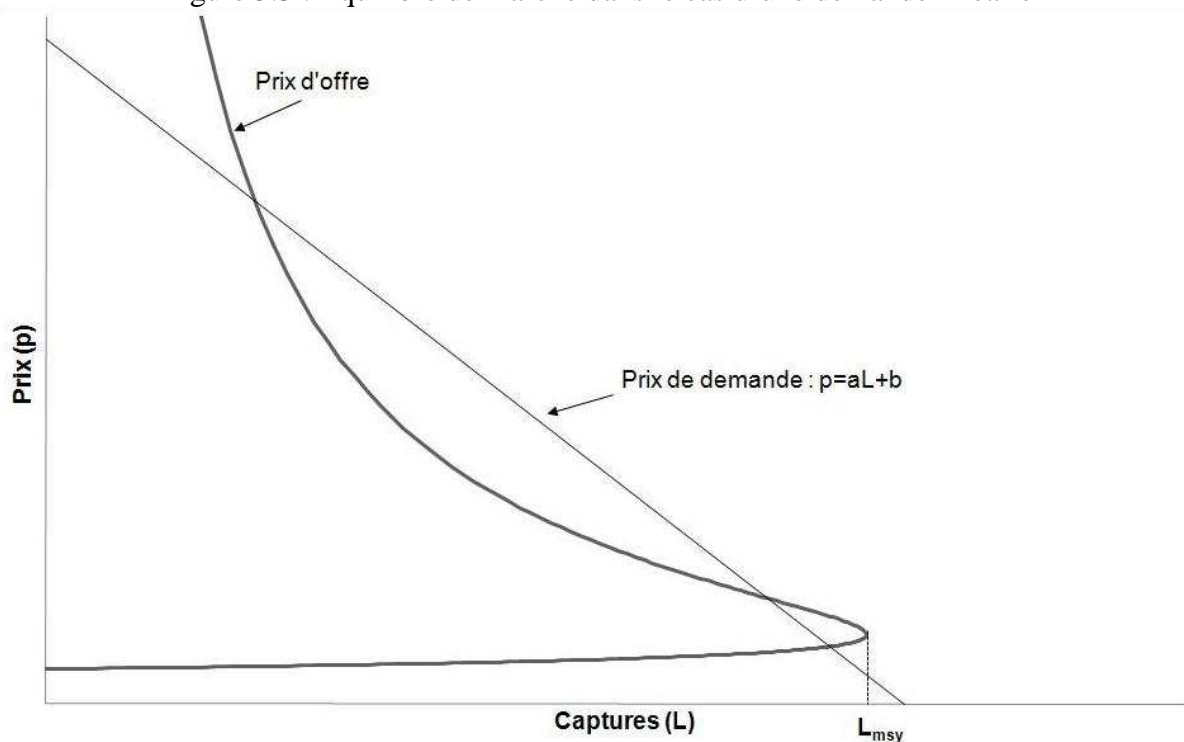
La fonction d'offre est définie par l'équation 5.22 en fonction du niveau de captures  $L$  :

$$(5.22) p = c \frac{2A - 1 \pm \sqrt{\left(1 - \frac{4}{rK} L\right)}}{2L \frac{q}{Ar} + qK \left(1 - \frac{1}{A}\right)} \text{ avec } L \leq \frac{rK}{4}, p > 0$$

et en fonction du niveau d'effort  $E$  : 
$$p = \frac{c}{qK} \frac{1}{A \frac{r}{q} - E}$$

Le graphique 5.4 illustre l'équilibre de marché en accès libre dans le cadre d'une demande linéaire.

Figure 5.3 : Equilibre de marché dans le cas d'une demande linéaire



Nous pouvons avoir un, deux ou trois points d'intersection entre l'offre et la demande, mais ces équilibres ne sont pas tous stables, c'est le cas du point du milieu lorsqu'il y a trois points d'intersection.

Les effets d'une variation de paramètres d'offre et de demande sont présentés dans l'annexe A.5.3. Nous mettons en particulier en évidence les effets d'une variation de capturabilité sur l'offre lorsque la demande est inélastique. Cette variation amène à une augmentation des captures quand l'équilibre est en dessous du rendement biologique maximum soutenable (MSY), puis à une diminution. Le changement peut se faire avec des sauts en raison du fait que la correspondance entre l'effort et le prix présente un point de rebroussement. Nous étudions ensuite l'effet d'une variation de la demande sur l'équilibre en mettant encore en évidence l'existence de discontinuités lorsque la demande est inélastique.

## 6. Conclusion de la première section

Avant d'étudier le comportement d'une exploitation plurispécifique, il a été nécessaire de poser les jalons d'un modèle bioéconomique pour une seule espèce. En reprenant les hypothèses du modèle de Gordon – Schaefer, nous avons analysé les relations entre les variables de biomasse, d'effort, de capture, de chiffre d'affaires et de profit, ceci pour différents scénarios de régulation. On a introduit un scénario généralisé à l'aide d'une variable d'intensité de la concurrence ; cette variable permet de définir une fonction d'offre généralisée qui, couplée à une fonction de demande donne un équilibre de marché pour tout type de régulation. On a mis en évidence les effets des variations de divers paramètres liés à la fonction d'offre et on montré que l'équilibre du marché peut présenter des discontinuités sous

l'effet d'un changement de paramètre d'offre ou de demande quand la demande est inélastique.

## **Partie B : Analyse des équilibres dans le cas d'une pêche multispécifique**

### **Introduction**

Pour analyser les dynamiques d'exploitation d'une pêcherie multispécifique, il faut tenir compte de la diversité des espèces et des relations biologiques et de marché entre celles-ci. Il existe de nombreux modèles d'interactions entre espèces avec ou sans exploitation humaine qui sont proposés dans la littérature halieutique. De la même manière, les économistes modélisent les relations entre les débarquements et les prix ou la valeur économique issue de la pêche. Une approche couplée permet de lier les niveaux d'exploitation aux biomasses d'un côté et aux profits de l'autre et ainsi de tenir compte de la dimension bioéconomique de la pêche. Notre approche est construite dans un cadre théorique simplifié afin d'explicitier la structure des interactions de type biologiques, économiques ou celles liées à la régulation. Les modèles biologiques sont limités à deux espèces avec des interactions de type compétition et de type proie-prédateur.

Dans un premier temps, nous analysons l'effet d'un changement d'effort sur l'état des stocks dans chacun des modèles, en considérant l'effort comme une variable exogène. Nous verrons les limites d'une telle approche, qui ne tient compte ni du système de régulation, ni du marché.

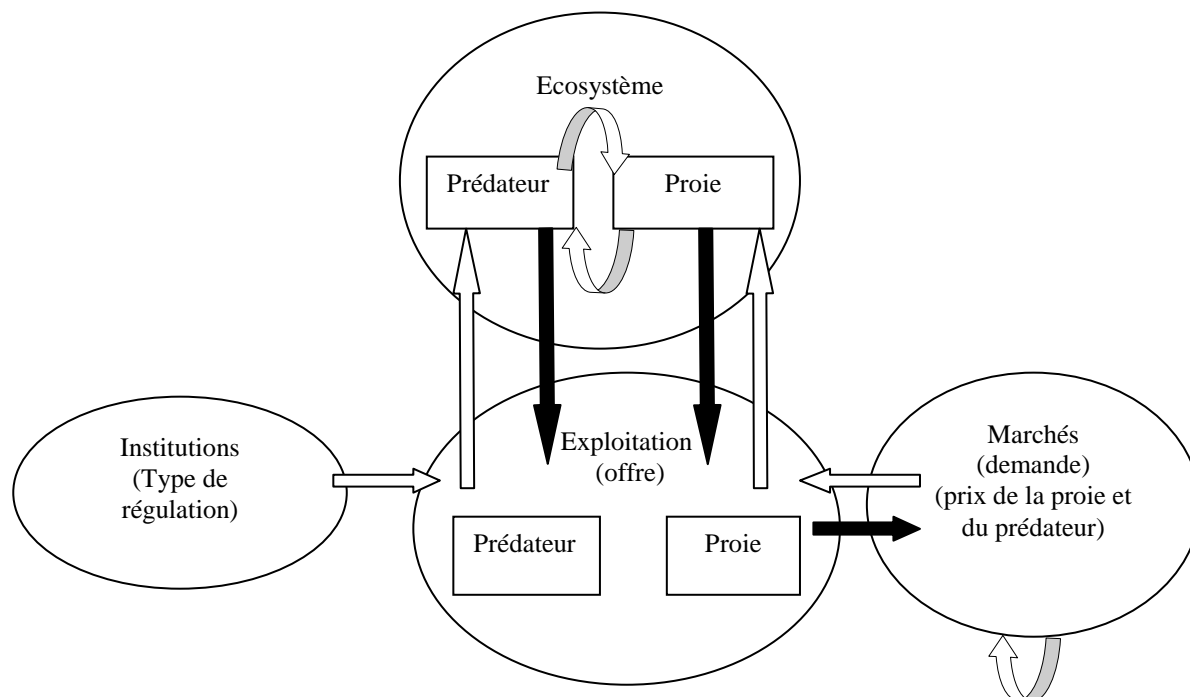
Il apparaît donc nécessaire de tenir compte de la nature endogène de l'effort : le modèle économique doit intégrer deux dimensions supplémentaires liées au type de régulation et aux interactions des deux espèces sur les marchés par leurs prix. Dans la modélisation, l'ensemble des régulations possible est pris en compte au moyen d'une seule variable : l'intensité de la concurrence, qui est associée au nombre de pêcheurs total de la pêcherie. Un changement de cette variable fait passer le niveau de profit de zéro à un niveau maximal, c'est-à-dire d'une situation d'accès libre à une situation d'optimum économique. On présentera principalement des simulations centrées sur des situations de libre accès. La situation dans le Golfe présente des caractéristiques de concurrence forte comme l'indique le niveau des profits très bas, voire nuls, mis en évidence partiellement par les indices d'excédents bruts d'exploitation au chapitre 2. Toutefois, l'importance des subventions laisse à penser que le système de régulation dans le Golfe ne s'apparente pas exactement au libre accès.

Nous verrons, en situation d'accès libre, les effets d'un changement de la capturabilité ou des prix sur l'équilibre économique.

Nous mettrons également en évidence les effets d'un changement de régulation quand les profits deviennent maximums à l'optimum économique ou quand il y a l'instauration d'un quota sur une espèce.

La figure 5.4 donne une illustration des différents circuits économiques envisagés pour un modèle proie prédateur. Les flèches noires (effets rétroactifs) entre l'écosystème et l'exploitation permettent de définir un modèle à effort endogène. La flèche noire entre l'exploitation et les marchés (équations de prix de demande) définit un modèle à prix endogènes.

Figure 5.4 : Les circuits économiques à l'équilibre



Dans cette partie, on étudie les différentes fonctions d'offre pour les deux cas d'interactions biologiques : compétition et prédation entre espèces. La méthode de modélisation ne serait pas différente en généralisant à  $n$  espèces. Pour les différents types de gestion, les variables d'effort, de biomasse, de capture, d'offre, de chiffre d'affaires et de profit sont calculées. Les représentations se font dans un repère orthogonal à trois dimensions, les efforts pour les deux espèces se trouvent dans le plan de l'abscisse et de l'ordonnée, le chiffre d'affaires ou le profit sont représentés sur l'axe des côtes. La fonction de chiffre d'affaires total est une surface dont la forme dépend des différentes interactions.

Nous avons simulé numériquement des scénarios donnant les équilibres de marché avant et après variations des paramètres liés à la régulation, à l'exploitation ou aux marchés, dans des modèles avec compétition biologique ou de type proie-prédateur. Tout en conservant les paramètres biologiques, la variation d'un seul paramètre permet de mettre en évidence le changement de la structure des débarquements.

## 1. Les modèles biologiques de compétition ou de type proie-prédateur

### 1.1. Le modèle biologique avec interaction de compétition

Lorsque deux espèces sont en compétition pour l'espace ou la nourriture, on peut utiliser le modèle de Gause (1934) afin de définir une interaction de compétition entre celles-ci. Les équations suivantes mettent en évidence cette interaction grâce aux paramètres de compétition  $a_1$  et  $a_2$ ,  $a_1$  représentant l'effet négatif de l'espèce 2 sur l'espèce 1.

$$(5.23) \begin{cases} \frac{dB_1}{dt} = r_1 B_1 \left(1 - \frac{B_1}{K_1}\right) - a_1 B_1 B_2 - q_1 E_1 B_1 \\ \frac{dB_2}{dt} = r_2 B_2 \left(1 - \frac{B_2}{K_2}\right) - a_2 B_1 B_2 - q_2 E_2 B_2 \end{cases}$$

Dans ce type de modèle avec compétition biologique, nous faisons l'hypothèse qu'il n'y a pas d'interaction technique, c'est-à-dire que les efforts  $E_1$  et  $E_2$  sont indépendants et consacrés respectivement aux espèces 1 et 2. Les chiffres d'affaires et les profits de chaque pêcherie sont indépendants. L'effort, la dynamique biologique des espèces, le niveau des captures, la fonction d'offre et les profits s'écrivent de la même façon que pour une seule espèce isolée.

Dans le cas où les deux espèces sont sans interaction biologique, les paramètres  $a_1$  et  $a_2$  sont nuls et on retrouve les résultats énoncés pour le cas monospécifique. En procédant de manière similaire au cas de l'espèce unique, on calcule les expressions des variables de biomasse, de capture, de chiffre d'affaires et de profit à l'équilibre.

A l'équilibre biologique le système s'écrit de la manière suivante,

$$(5.24) \begin{cases} r_1 \left(1 - \frac{B_1}{K_1}\right) = a_1 B_2 + q_1 E_1 \\ r_2 \left(1 - \frac{B_2}{K_2}\right) = a_2 B_1 + q_2 E_2 \end{cases}$$

Soit en résolvant le système :

$$(5.25) \begin{cases} B_1 = \frac{K_1 r_2 (-q_1 E_1 + r_1 - a_1 \frac{K_2}{r_2} (r_2 - q_2 E_2))}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \\ B_2 = \frac{K_2 r_1 (-q_2 E_2 + r_2 - a_2 \frac{K_1}{r_1} (r_1 - q_1 E_1))}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \end{cases}$$

Les calculs de captures et de profit qui suivent n'ont de sens que dans la mesure où les biomasses sont positives, ce qui conduit à écrire les conditions suivantes :

$$(5.26) \begin{cases} -q_1 E_1 + r_1 - a_1 K_2 + a_1 K_2 \frac{q_2}{r_2} E_2 > 0 \\ -q_2 E_2 + r_2 - a_2 K_1 + a_2 K_1 \frac{q_1}{r_1} E_1 > 0 \end{cases}$$

Ces conditions se simplifient :

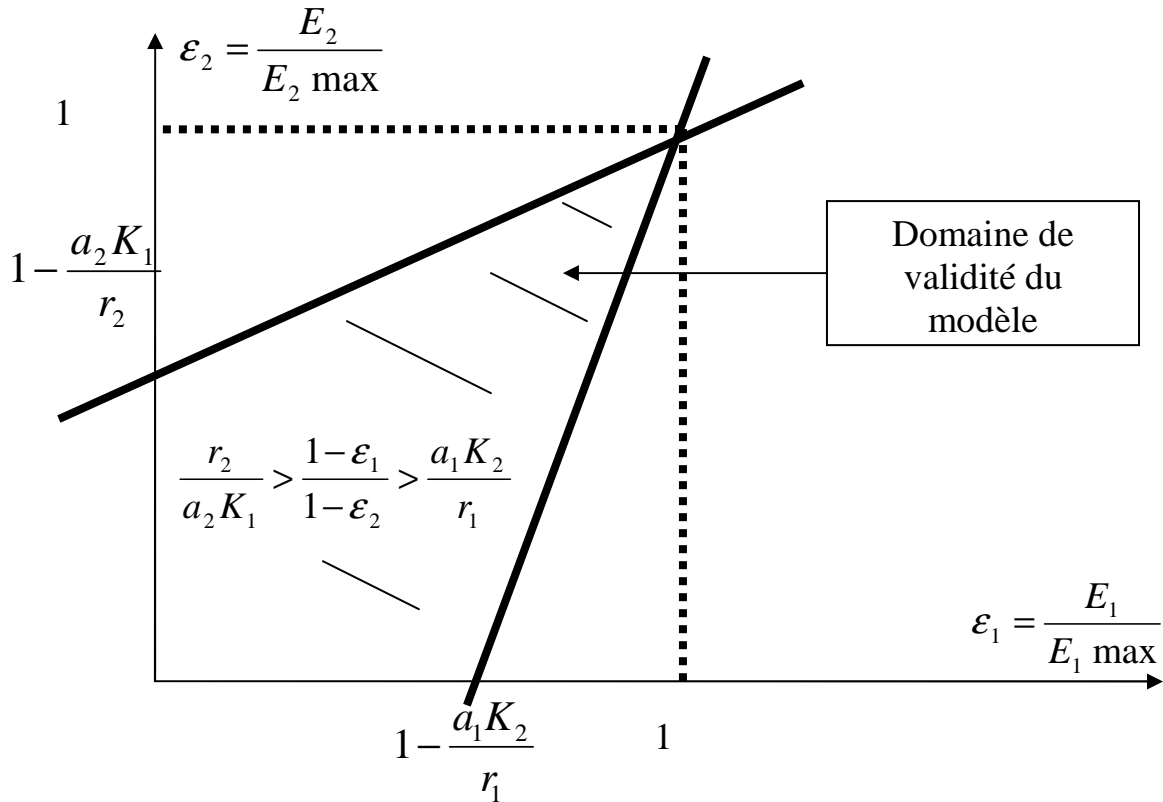
$$(5.27) \frac{r_2}{a_2 K_1} > \frac{1 - \frac{q_1}{r_1} E_1}{1 - \frac{q_2}{r_2} E_2} > \frac{a_1 K_2}{r_1}$$

En posant  $E_1 \max = \frac{r_1}{q_1}$ ,  $E_2 \max = \frac{r_2}{q_2}$ , on définit des variables réduites :

$$\varepsilon_1 = \frac{E_1}{E_1 \max}, \quad \varepsilon_2 = \frac{E_2}{E_2 \max}$$

Comme pour le cas sans interaction, l'effort est limité d'abord par un niveau maximal ( $E_{\max} = r/q$ ), correspondant à la vitesse de croissance divisée par la capturabilité, mais également par l'effet du terme de compétition de l'autre espèce. Le domaine d'existence du modèle, présenté sur la figure 5.5, correspond donc à la surface comprise entre les deux droites.

Figure 5.5 : Domaine de validité du modèle en compétition :



On pourra vérifier que le dénominateur dans l'expression des biomasses  $r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2$  est toujours positif lorsque ces conditions sont remplies.

Les biomasses s'écrivent matriciellement :

$$(5.28) \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{-K_1 q_1 r_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} & \frac{a_1 K_1 K_2 q_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \\ \frac{a_2 K_1 K_2 q_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} & \frac{-K_2 q_2 r_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{K_1 r_2 (r_1 - a_1 K_2)}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \\ \frac{K_2 r_1 (r_2 - a_2 K_1)}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \end{pmatrix}$$

On en déduit les niveaux de captures suivants, avec  $L = qEB$  :

$$(5.29) \begin{cases} L_1 = \frac{q_1 E_1 K_1 r_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} (-q_1 E_1 + r_1 - a_1 K_2 + a_1 K_2 \frac{q_2}{r_2} E_2) \\ L_2 = \frac{q_2 E_2 K_2 r_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} (-q_2 E_2 + r_2 - a_2 K_1 + a_2 K_1 \frac{q_1}{r_1} E_1) \end{cases}$$



## 1.2. Le modèle biologique avec interaction de type proie-prédateur

Dans le cas d'interactions proie - prédateur, il existe différents modèles pour lesquels les espèces entrent en interaction. Flaaten (1990) décrit quelques modèles existants. Plusieurs études se sont intéressées aux différences entre une exploitation multi espèce en libre accès et une exploitation sous optimum social, comme Quirk et Smith (1970), Anderson (1975), Clark (1976), Hilborn et Walters (1992).

On trouve dans la littérature deux modèles principaux d'interaction proie-prédateur, celui de Lotka-Volterra et celui de May (1981). Nous n'avons pas retenu le modèle de Lotka (1925) et Volterra (1928), pour lequel la taille du stock de prédateurs et de proies peut fortement osciller sur une période déterminée en fonction des paramètres du modèle.

On a donc sélectionné le modèle de May. Ce modèle simple est décrit par l'équation 5.30.

$$(5.30) \quad \begin{cases} \frac{dB_1}{dt} = r_1 B_1 \left(1 - \frac{B_1}{K}\right) - a B_1 B_2 - q_1 E_1 B_1 \\ \frac{dB_2}{dt} = r_2 B_2 \left(1 - \frac{B_2}{\alpha B_1}\right) - q_2 E_2 B_2 \end{cases}$$

Dans ce modèle, la capacité de charge du prédateur dépend linéairement du stock de proie  $B_1$ .

On calcule les biomasses à l'équilibre en posant  $\dot{B}_1 = \dot{B}_2 = 0$ , on a alors :

$$\begin{cases} r_1 \left(1 - \frac{B_1}{K}\right) - a B_2 - q_1 E_1 = 0 \\ r_2 \left(1 - \frac{B_2}{\alpha B_1}\right) - q_2 E_2 = 0 \end{cases} \quad \text{avec } B_i \text{ non nuls}$$

On obtient alors :

$$\begin{cases} B_2 = \frac{1}{a} \left[ r_1 \left(1 - \frac{B_1}{K}\right) - q_1 E_1 \right] \\ r_2 \left(1 - \frac{B_2}{\alpha B_1}\right) - q_2 E_2 = 0 \end{cases}$$

Par substitution :

$$\begin{cases} B_2 = \frac{1}{a} \left[ r_1 \left(1 - \frac{B_1}{K}\right) - q_1 E_1 \right] \\ r_2 \left(1 - \frac{\frac{1}{a} \left[ r_1 \left(1 - \frac{B_1}{K}\right) - q_1 E_1 \right]}{\alpha B_1}\right) = q_2 E_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} B_1 = \frac{r_1 - q_1 E_1}{\frac{a\alpha}{r_2}(r_2 - q_2 E_2) + \frac{r_1}{K}} \\ B_2 = \frac{1}{a} \left[ r_1 \left( 1 - \frac{B_1}{K} \right) - q_1 E_1 \right] \end{cases}$$

On obtient les biomasses à l'équilibre :

$$(5.31) \begin{cases} B_1 = \frac{r_1 - q_1 E_1}{\frac{a\alpha}{r_2}(r_2 - q_2 E_2) + \frac{r_1}{K}} \\ B_2 = \frac{1}{a} \left[ r_1 \left( 1 - \frac{r_1 - q_1 E_1}{K \frac{a\alpha}{r_2}(r_2 - q_2 E_2) + r_1} \right) - q_1 E_1 \right] \end{cases}$$

On propose une normalisation avec un changement de variable, en prenant :

$$E \max = \frac{r}{q} \text{ et } \varepsilon = \frac{E}{E \max}, \quad B_1 \max = K, \quad \tau_1 = \frac{B_1}{K}, \quad \tau_2 = \frac{B_2}{K},$$

on obtient les équations de biomasse normalisées suivantes :

$$\begin{cases} \tau_1 = \frac{1 - \varepsilon_1}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} \\ \tau_2 = (1 - \varepsilon_2) \alpha \frac{1 - \varepsilon_1}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} \end{cases}$$

Dans ce modèle, les biomasses sont toujours positives tant que le niveau d'effort est inférieur au niveau d'effort maximal, on a toujours  $\varepsilon_i \leq 1$ .

Les captures à l'équilibre sont déduites de l'expression des biomasses.

On normalise les captures en faisant le changement de variable suivant :  $\begin{cases} L_1 = K l_1 \\ L_2 = K l_2 \end{cases}$

On obtient alors :

$$(5.32) \left\{ \begin{array}{l} l_1 = r_1 \varepsilon_1 \frac{1 - \varepsilon_1}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} \\ l_2 = r_2 \varepsilon_2 (1 - \varepsilon_2) \alpha \frac{1 - \varepsilon_1}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} \end{array} \right.$$

### 1.3. L'analyse des modèles biologiques avec effort exogène

On présente ici le comportement des modèles biologiques de compétition et de prédation lorsqu'on exprime les biomasses  $B_2$  en fonction de  $B_1$ <sup>1</sup> avec les efforts de pêche sur chacune des deux espèces défini comme des variables exogènes. Cette représentation permet d'avoir une approche simplifiée sous forme linéaire de la relation entre  $B_2$  et  $B_1$  à l'équilibre statique, (voir Flaaten, 1990).

#### Cas de la compétition

Les droites caractéristiques du modèle avec compétition sont présentées ci-après.

$$\left\{ \begin{array}{l} B_2 = \frac{1}{a_1} \left[ r_1 - q_1 E_1 - \frac{r_1}{K_1} B_1 \right] \\ B_2 = \frac{K_2}{r_2} [r_2 - q_2 E_2 - a_2 B_1] \end{array} \right.$$

Dans l'espace  $(B_1, B_2)$ , ces relations sont deux droites dont l'intersection donne l'équilibre pour un couple d'effort  $(E_1, E_2)$  donné. A effort de pêche nul, on se situe sur le point d'équilibre A, défini par les droites en trait continu sur la figure 5.6. Lorsque l'effort n'est pas nul, les droites définissent l'équilibre B en se déplaçant parallèlement aux droites à effort nul, comme représenté sur la figure.

Lorsqu'on augmente la capturabilité  $q_2$  ou l'effort de pêche  $E_2$  sans toucher à  $q_1$  et  $E_1$ , on a un nouvel équilibre représenté par le point C. Dans ce cas, on observe une amélioration de la biomasse de l'espèce 1 ( $B_1$ ) et une diminution de la biomasse de l'espèce 2. Cette augmentation de l'effort  $E_2$  peut, par exemple, correspondre à une augmentation de la demande pour l'espèce 2, suivie d'un changement des prix et finalement d'une adaptation de l'effort de pêche sur l'espèce 2. L'augmentation de  $q_2$  peut correspondre quant à elle à un changement technologique de l'exploitation de l'espèce 2.

Si l'effet d'une augmentation séparée des efforts peut être mise en évidence dans ce graphique, il n'en est pas de même si on s'intéresse à un progrès technique global, affectant comme on pourrait raisonnablement le penser les capturabilités  $q_1$  et  $q_2$ .

---

<sup>1</sup> On rappelle que dans le modèle proie prédateur, l'espèce 1 est la proie et l'espèce 2 le prédateur.

Pour étudier dans quelle mesure un changement dans les mêmes proportions des capturabilités  $q_1$  et  $q_2$  affecte la structure des biomasses, on doit calculer comment on est passé d'un point A à un point B (cf. graphique), et dans quelle mesure cela nous éloigne du rapport initial  $B_2/B_1$ , c'est-à-dire de la droite (OA) passant par l'origine et le point A.

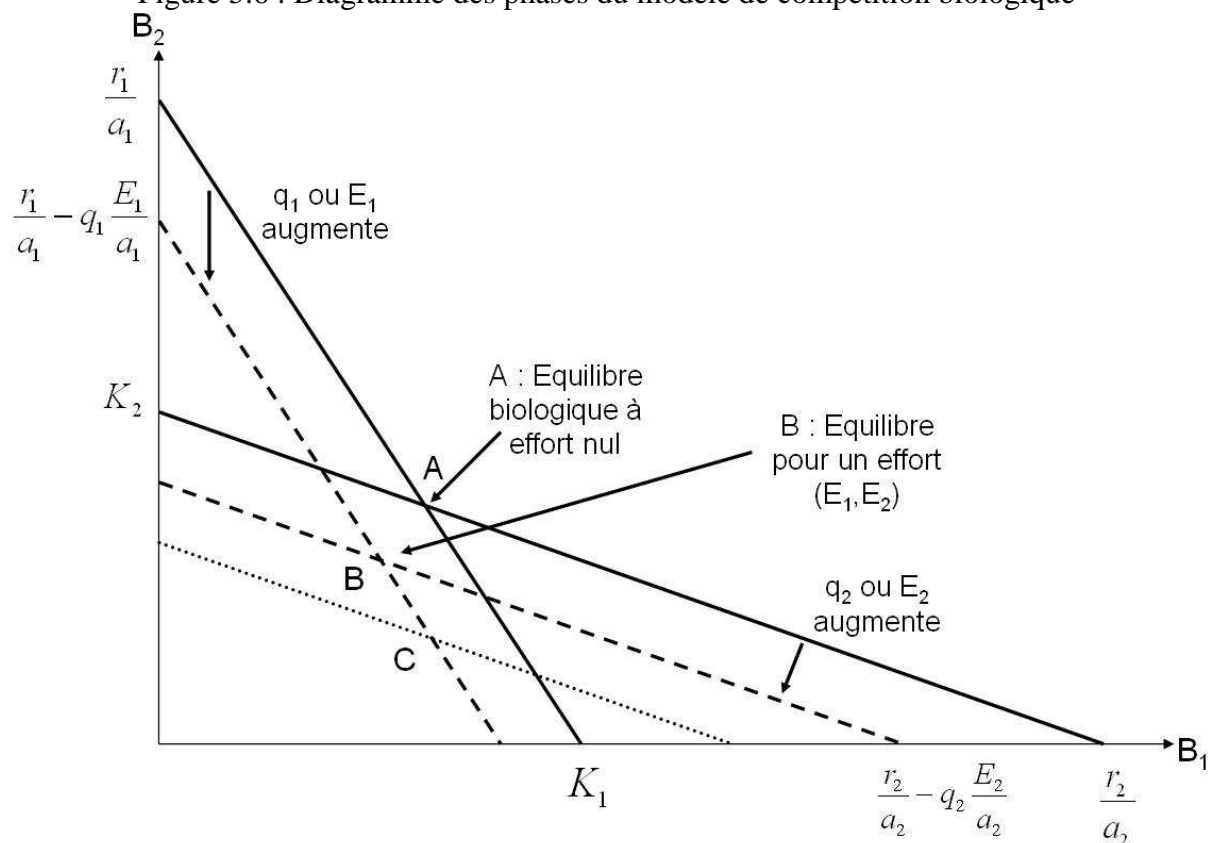
Un calcul de proportionnalité permet d'identifier que l'ensemble des points résultant d'un changement homogène de capturabilité est situé sur la droite (AB). Cela se vérifie en montrant que le rapport  $\frac{B_2(A) - B_2(B)}{B_1(A) - B_1(B)}$  est constant.

Par conséquent, si le point B est au-dessous de la droite (OA), le rapport  $B_2/B_1$  sera toujours en diminution (suite à une augmentation homogène de la capturabilité). Dans ce cas où l'espèce 2 est considérée comme « noble », on observe donc un effet de structure pour les stocks : le stock d'espèce noble se raréfie plus rapidement que l'espèce moins noble. Par contre, si le point B est au-dessus de la droite OA, l'évolution de la structure des biomasses ira en un sens inverse.

Dans le cas d'un changement homogène de la capturabilité ou des effort, le rapport des biomasses change dans le même sens que le rapport des captures.

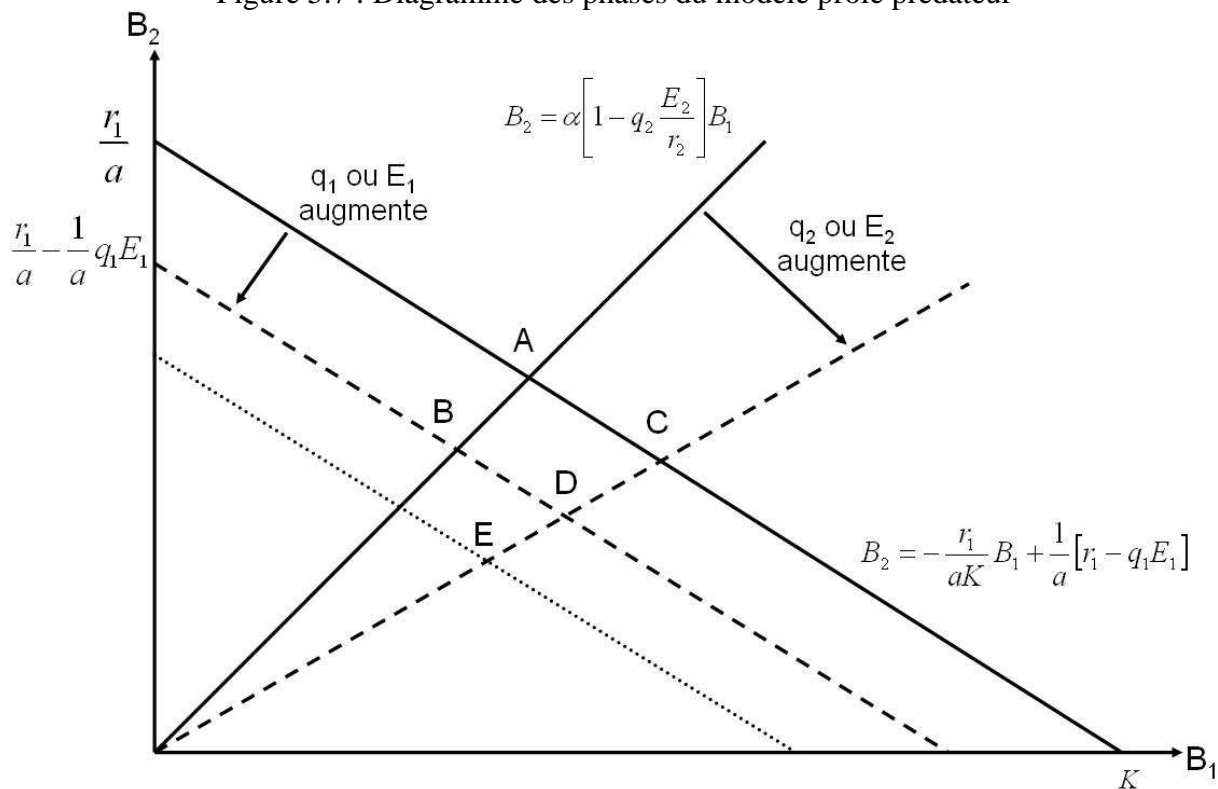
Cette considération est essentielle, étant donné que dans ce chapitre, on s'intéresse à la discussion de l'évolution des structures des biomasses ou des structures des débarquements, suite à des évolutions liées au progrès technique ou aux efforts, notamment en raison de modifications de la demande.

Figure 5.6 : Diagramme des phases du modèle de compétition biologique



**Cas de la prédation**

Figure 5.7 : Diagramme des phases du modèle proie prédateur



Les droites caractéristiques du modèle avec prédation sont présentées ci-après.

$$(5.33) \begin{cases} B_2 = \alpha \left( 1 - \frac{q_2}{r_2} E_2 \right) B_1 \\ B_2 = \frac{1}{a} \left[ r_1 \left( 1 - \frac{B_1}{K} \right) - q_1 E_1 \right] \end{cases}$$

En l'absence d'effort, le point A représente l'équilibre biologique. Il correspond à l'intersection des droites du système 5.33 donné ci-dessus.

Une augmentation de la capturabilité  $q_1$  ou de l'effort  $E_1$  conduit à un nouvel équilibre représenté par le point B ; dans ce cas, la structure des biomasses est inchangée ( $B_2/B_1$  reste constant). Si on augmente  $q_2$  ou  $E_2$ , on a un autre effet et  $B_2/B_1$  diminue, on passe au point C. Dans le cas d'un progrès technique homogène,  $q_1$  et  $q_2$  augmentent proportionnellement, l'effet total est une baisse du rapport  $B_2/B_1$ , on passe au point D.

Ainsi, dans le cas d'une interaction de prédation, le rapport  $\frac{B_2(A) - B_2(B)}{B_1(A) - B_1(B)}$ , suite à une

évolution homogène des capturabilités n'est plus une constante et les points ne sont pas alignés sur une droite. Il y a cependant toujours une dégradation de ce rapport : la biomasse des prédateurs diminue par rapport à la biomasse des proies.

Dans la discussion qui avait été évoquée entre Pauly et Caddy, cela signifie qu'à efforts exogènes maintenus constants, une augmentation de la capturabilité conduit à une baisse du ratio  $B_2/B_1$  (ratio des stocks) ainsi que du ratio  $L_2/L_1$  (ratio des débarquements). Ceci correspond à l'effet « Fishing down the food webs » mis en évidence par Pauly.

L'analyse du module bio-technique, dans le cadre de relation de type proie-prédateur montre que l'augmentation de la capturabilité produit toujours un effet de descente des stocks dans la chaîne trophique, les rapports sont au mieux maintenus constants si l'effort supplémentaire n'est porté que sur la proie. Dans le cas d'interaction de compétition, le rapport des stocks dépend des paramètres biologiques et intègre les paramètres de compétition. La variation de la structure des stocks dépend donc des valeurs relatives des paramètres de compétition et de capturabilité.

Ce mode de représentation suppose implicitement une relation causale simple entre l'effort de pêche et les biomasses. Nous remettons cette hypothèse en question par la suite, dans la mesure où il est nécessaire de considérer que l'effort est endogène pour tenir compte des mécanismes économiques. Cela aura des conséquences sur le débat évoqué précédemment : les ratios de biomasses et les ratios de débarquements pourront évoluer différemment.

## **2. Analyse de l'équilibre avec efforts endogènes**

Nous venons de voir les limites des prédictions que l'on peut attendre du seul modèle biologique lorsque l'on considère les efforts comme des variables exogènes. Pour comprendre comment les mécanismes économiques interagissent avec les équilibres biologiques, il est nécessaire d'étudier la manière dont le profit va varier avec les efforts et les contraintes imposées au profit global d'une pêcherie.

Compte tenu du nombre important de paramètres, il est nécessaire de définir nos objectifs et les paramètres que nous souhaitons faire varier. La finalité de cette partie théorique est d'observer le déplacement des états d'équilibre en fonction des paramètres techniques et économiques qui ont évolués et joué un rôle important comme on l'a observé dans les chapitres précédents.

La démarche retenue consiste à simuler numériquement la manière dont le profit évolue en fonction des efforts  $E_1$  et  $E_2$ . Nous choisissons de maintenir constants les paramètres biologiques qui sont la capacité de charge  $K$ , le taux de reproduction et les paramètres de compétition ou de prédation selon le cas. Les efforts varieront entre 0 et une valeur maximale définie par les caractéristiques du modèle. A l'ensemble de ces couples correspond une valeur pour la biomasse de chaque espèce, pour les captures de chaque espèce, pour les profits et le profit total, etc. Nous projetterons en particulier les courbes d'isoprofit dans le plan des efforts  $(E_1, E_2)$ . Cela permet de déterminer entre autres, parmi l'ensemble des possibles, les situations d'accès libre correspondant au profit nul et les situations correspondant aux profits maximums. Nous souhaitons en particulier situer l'accès libre et la situation d'optimum économique dans l'espace des variables de contrôle, c'est pourquoi nous avons choisi les efforts comme espace de projection.

## 2.1. Cas du modèle avec compétition biologique

Dans le cas du modèle avec compétition biologique, le profit peut s'écrire sous la forme suivante :

$$(5.34) \quad \pi(E_1, E_2) = \begin{pmatrix} E_1 & E_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_1 q_1 \frac{-K_1 q_1 r_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} & p_1 q_1 \frac{a_1 K_1 K_2 q_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \\ p_2 q_2 \frac{a_2 K_1 K_2 q_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} & p_2 q_2 \frac{-K_2 q_2 r_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p_1 q_1 \frac{K_1 r_2 (r_1 - a_1 K_2)}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - c_1 \\ p_2 q_2 \frac{K_2 r_1 (r_2 - a_2 K_1)}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - c_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix}$$

Dans lequel  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $c_1$ ,  $c_2$  sont le prix des deux espèces et les coûts par unité d'effort sur chaque espèce.

L'analyse détaillée de ce profit est présentée dans l'annexe A.5.4. Précisons simplement que pour la majorité des cas et en particulier pour ceux qui nous intéressent, la forme du profit

total est une quadrique de type ellipsoïde, c'est également le cas si les espèces n'ont pas d'interaction biologique entre elles. Dans les cas extrêmes, où le rapport  $\frac{a_1 p_1}{a_2 p_2}$  est très différent de 1, le système sera de forme hyperboloïde. Cela correspond au cas où l'espèce la moins rentable est suffisamment nuisible à l'espèce rentable pour que la stratégie de pêche conduise à l'éliminer<sup>2</sup>.

## 2.2. Cas du modèle proie prédateur

On présente l'équilibre statique du modèle proie-prédateur. Nous détaillons notamment ci-après la manière dont le profit évolue dans le cas d'un modèle de type proie-prédateur.

A partir des équations 5.32, on obtient les profits à l'équilibre :

$$(5.35) \left\{ \begin{array}{l} \pi_1 = p_1 K r_1 \varepsilon_1 \frac{1 - \varepsilon_1}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} - c_1 \frac{r_1}{q_1} \varepsilon_1 \\ \pi_2 = p_2 K r_2 \varepsilon_2 (1 - \varepsilon_2) \alpha \frac{1 - \varepsilon_1}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} - c_2 \frac{r_2}{q_2} \varepsilon_2 \end{array} \right.$$

Remarque : On écrit la fonction de chiffre d'affaires en posant  $c_1=c_2=0$ .

## 2.3. Niveaux d'efforts à l'équilibre pour des types de régulation particuliers

Les efforts  $E_1, E_2$  à l'équilibre qui dépendent des types de régulation sont détaillés ci-après.

### En accès libre,

Le niveau de concurrence conduit à annuler les profits sur chaque espèce.

$$\begin{cases} \pi_1 = 0 \\ \pi_2 = 0 \end{cases}$$

En accès libre, les efforts normalisés  $\varepsilon_1$  et  $\varepsilon_2$  valent :

---

<sup>2</sup> Un tel cas pourrait par exemple correspondre à l'exemple de la crépidule et de la coquille Saint-Jacques.



$$\begin{cases} \varepsilon_1 = 1 - \frac{c_2}{p_2} \frac{a}{q_2 r_1} - \frac{c_1}{p_1} \frac{1}{q_1 K} \\ \varepsilon_2 = 1 - \frac{p_1}{c_1} \frac{c_2}{p_2} \frac{q_1}{q_2} \frac{1}{\alpha} \end{cases}$$

La démonstration est faite dans l'annexe 5.5.

### A l'optimum,

A partir de la valeur des profits 1 (proie) et 2 (prédateur), on obtient le profit total  $\pi = \pi_1 + \pi_2$

$$\begin{cases} \pi = p_1 K r_1 \varepsilon_1 \frac{1 - \varepsilon_1}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} - c_1 \frac{r_1}{q_1} \varepsilon_1 \\ + p_2 K r_2 \varepsilon_2 (1 - \varepsilon_2) \alpha \frac{1 - \varepsilon_1}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} - c_2 \frac{r_2}{q_2} \varepsilon_2 \end{cases}$$

L'optimum se calcule en résolvant le système suivant :

$$\begin{cases} \frac{d\pi}{dE_1} = 0 \\ \frac{d\pi}{dE_2} = 0 \end{cases}$$

### En accès régulé :

Dans la situation d'accès régulé, on a n pêcheurs qui exploitent la proie et m pêcheurs qui exploitent le prédateur, n et m sont des constantes fixées par le régulateur. Compte tenu de ces contraintes imposées, les pêcheurs décident individuellement d'un effort qui leur est propre est adapté aux réactions qu'auront les pêcheurs concurrents de la même pêcherie. En outre dans ce problème, les pêcheurs de la pêcherie de proie cherchent à maximiser leurs profits individuels, sachant que dans le même temps les pêcheurs de la pêcherie de prédateurs cherchent à maximiser leurs profits individuels.

Ce problème aboutit au problème de maximisation suivant sous forme normalisée. La résolution de l'équilibre en accès régulé pour le modèle proie-prédateur est faite dans l'annexe 5.5.

$$(5.36) \max_{\varepsilon_1} p_1 K r_1 \varepsilon_1 \frac{1 - \sum_{j=1}^{n-1} \varepsilon_{j1} - \varepsilon_1}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} - c_1 \frac{r_1}{q_1} \varepsilon_1$$

$$\text{slc} \max_{\varepsilon_{j2}} \varepsilon_{j2} \left[ p_2 \frac{r_2 r_1}{a} \left[ 1 - \varepsilon_1 - \frac{r_1}{a} \frac{1 - \varepsilon_1}{K \alpha \left( 1 - \sum_{k=1}^{m-1} \varepsilon_{k2} - \varepsilon_{j2} \right) + \frac{r_1}{a}} \right] - c_2 \frac{r_2}{q_2} \right]$$

Il y a également une condition de positivité pour les deux profits :

$$\begin{cases} \pi_1 \geq 0 \\ \pi_2 \geq 0 \end{cases}$$

On a la forme implicite suivante pour l'expression de  $\varepsilon_1$  :

$$-\frac{r_1}{a} \left( 1 + \frac{1}{m} \right) D (1 - \varepsilon_1) + (1 - \varepsilon_1) \frac{1}{m} \frac{r_1}{a} \left( K \alpha + \frac{r_1}{a} \right) = D^2 \left( \frac{c_2}{p_2} \frac{a}{r_1 q_2} - (1 - \varepsilon_1) \right)$$

$$\text{avec : } D = \left( 1 - \varepsilon_1 - \frac{\varepsilon_1^2}{n^2} \right) \frac{r_1}{a} \frac{p_1 q_1 K}{c_1}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{K \alpha} \left[ K \alpha + \frac{r_1}{a} - \left( 1 - \varepsilon_1 - \frac{\varepsilon_1^2}{n^2} \right) \frac{r_1}{a} \frac{p_1 q_1 K}{c_1} \right]$$

On retrouve la solution en accès libre quand n et m tendent vers l'infini.

Les figures qui suivent présentent une simulation des profits pour l'espèce proie et l'espèce prédatrice, ceci pour tous les efforts totaux ( $E_1$  et  $E_2$ ) possibles. Le niveau d'effort 1 correspond à l'effort consacré à l'exploitation de l'espèce proie, l'effort 2 correspond à l'effort porté sur le prédateur.

## 2.4. Allure des courbes de profit pour le modèle proie prédateur

Nous avons séparé les évolutions du profit en fonction des niveaux d'effort pour les espèces proie et prédateur sur les figures 5.8 et 5.9. Pour effectuer ces simulations, nous avons choisi le jeu de paramètres biologiques suivant :

Tableau 5.2 : Définition et valeur des paramètres

Taux de croissance de la proie	$r_1=2$
Taux de croissance du prédateur	$r_2=1$
Capacité de charge de la proie	$K=5000$
Coefficient de prédation : fraction du stock de proie consommée par un prédateur par unité de temps	$a=0.0002$
Coefficient de capacité de charge du prédateur	$\alpha=0.2$

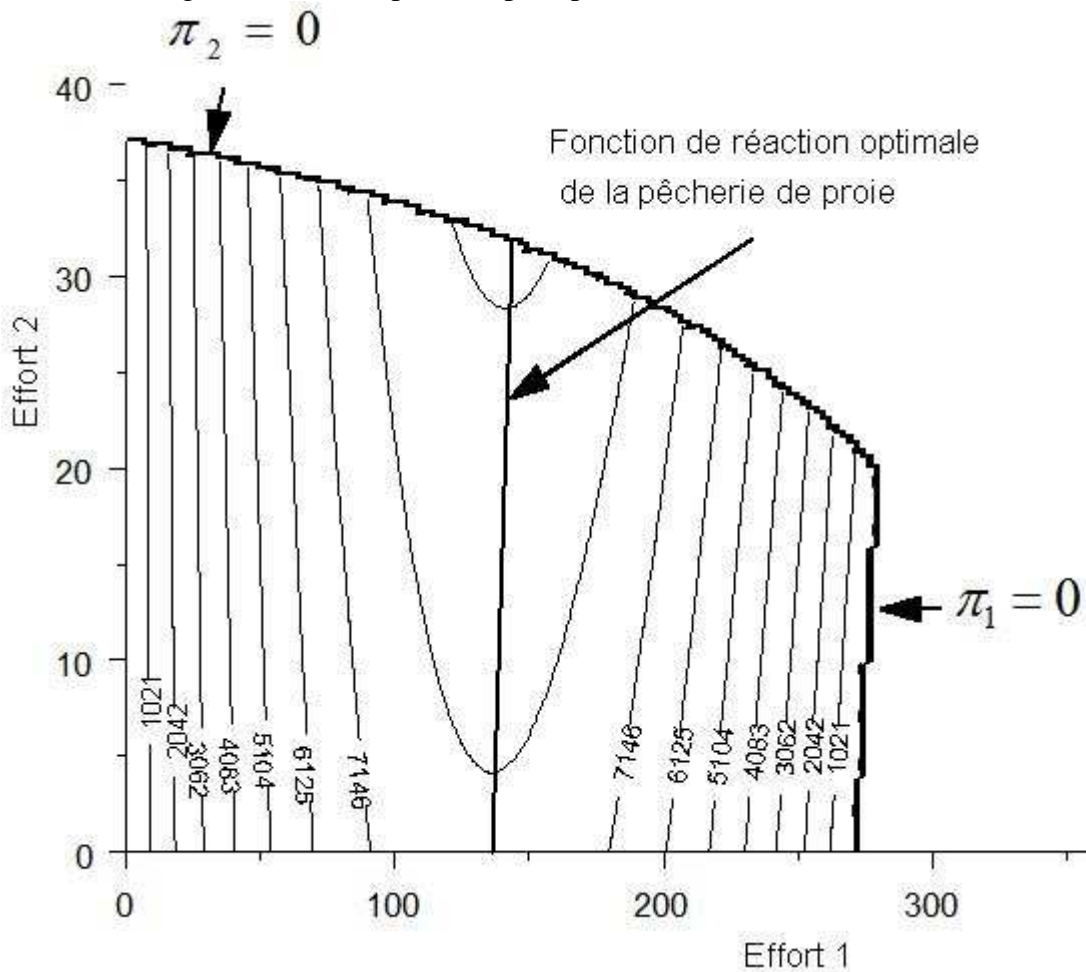
Ceci correspond au cas où la capacité de charge du prédateur est 5 fois plus faible que la biomasse de proie, le prédateur se reproduit deux fois moins vite que la proie. Chaque unité de prédateur consomme une fraction  $a$  du stock de proies à chaque pas de temps. Nous maintiendrons ces paramètres biologiques constants dans l'ensemble des simulations afin d'avoir un outil de comparaison.

La première simulation est faite avec des prix exogènes, fixés à 12 pour la proie et 40 pour le prédateur, ces prix correspondant environ au rapport des prix présenté sur la figure 4.12 au chapitre 4. Le coût unitaire de l'effort pour la proie ( $c_1=100$ ) est inférieur au coût unitaire de l'effort pour le prédateur ( $c_2=200$ ).

Après avoir calculé la totalité des profits pour chaque couple d'effort, on en déduit des lignes d'isoprofit pour l'espèce proie qui sont représentées sur la figure 5.8, la zone de profit nul des proies est représentée sur la figure par la droite  $\pi_1 = 0$ .

La représentation des profits de la proie et du prédateur est nécessaire pour localiser par simulation numérique la situation en accès libre, à l'optimum et éventuellement en accès régulé. Le domaine est borné par la double condition de positivité sur les profits : 
$$\begin{cases} \pi_1 \geq 0 \\ \pi_2 \geq 0 \end{cases}.$$

Figure 5.8 : Profit pour l'espèce proie en fonction des efforts



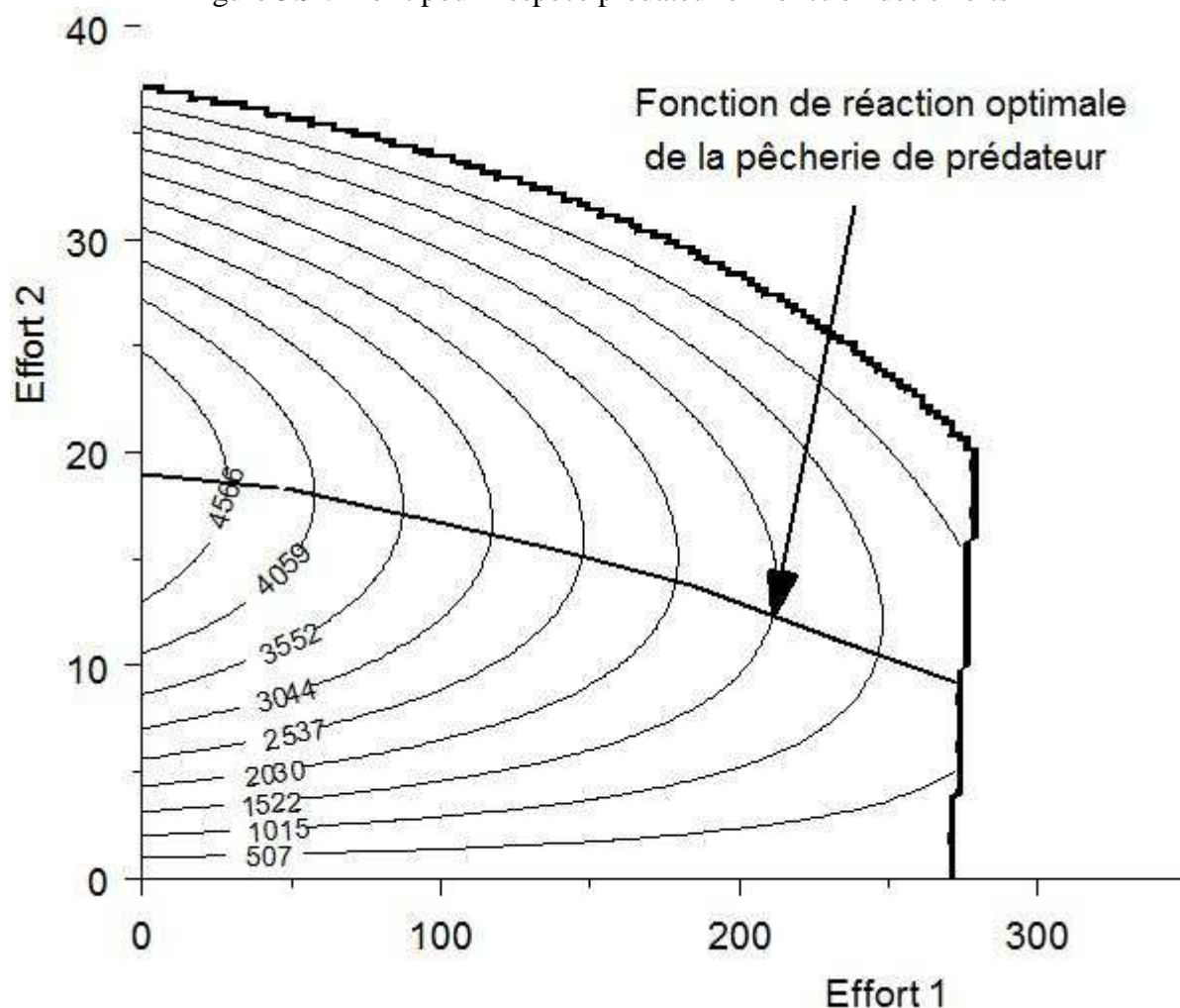
La fonction de réaction optimale pour l'espèce proie est représentée par une quasi-droite verticale correspondant au maximum du profit pour l'espèce 1, ceci pour tous les niveaux d'effort  $E_2$ .

La fonction de réaction optimale pour l'espèce prédateur ( $E_2=f(E_1)$ ) est représentée par la courbe sur la figure 5.9 correspondant au maximum du profit pour l'espèce prédateur, ceci pour tous les niveaux d'effort dans la pêcherie de l'espèce proie. L'intersection de ces deux fonctions de réaction est représentée par le point B sur la figure 5.10, c'est la solution du système :

$$\begin{cases} \frac{d\pi_1}{dE_1} = 0 \\ \frac{d\pi_2}{dE_2} = 0 \end{cases}, \text{ dans lequel } n=m=1 \text{ (cf. équation 5.40, } n \text{ nombre de pêcheurs de proies, } m \text{ nombre}$$

de pêcheurs de prédateurs), ce qui correspond à une exploitation avec deux pêcheries en monopole, un monopole exerçant son activité en exploitant la proie, l'autre en exploitant le prédateur.

Figure 5.9 : Profit pour l'espèce prédateur en fonction des efforts



$$r_1=2, r_2=1, q_1=0.004, q_2=0.02, K=5000, p_1=12, p_2=40, a=0.0002, \alpha=0.2, c_1=100, c_2=200$$

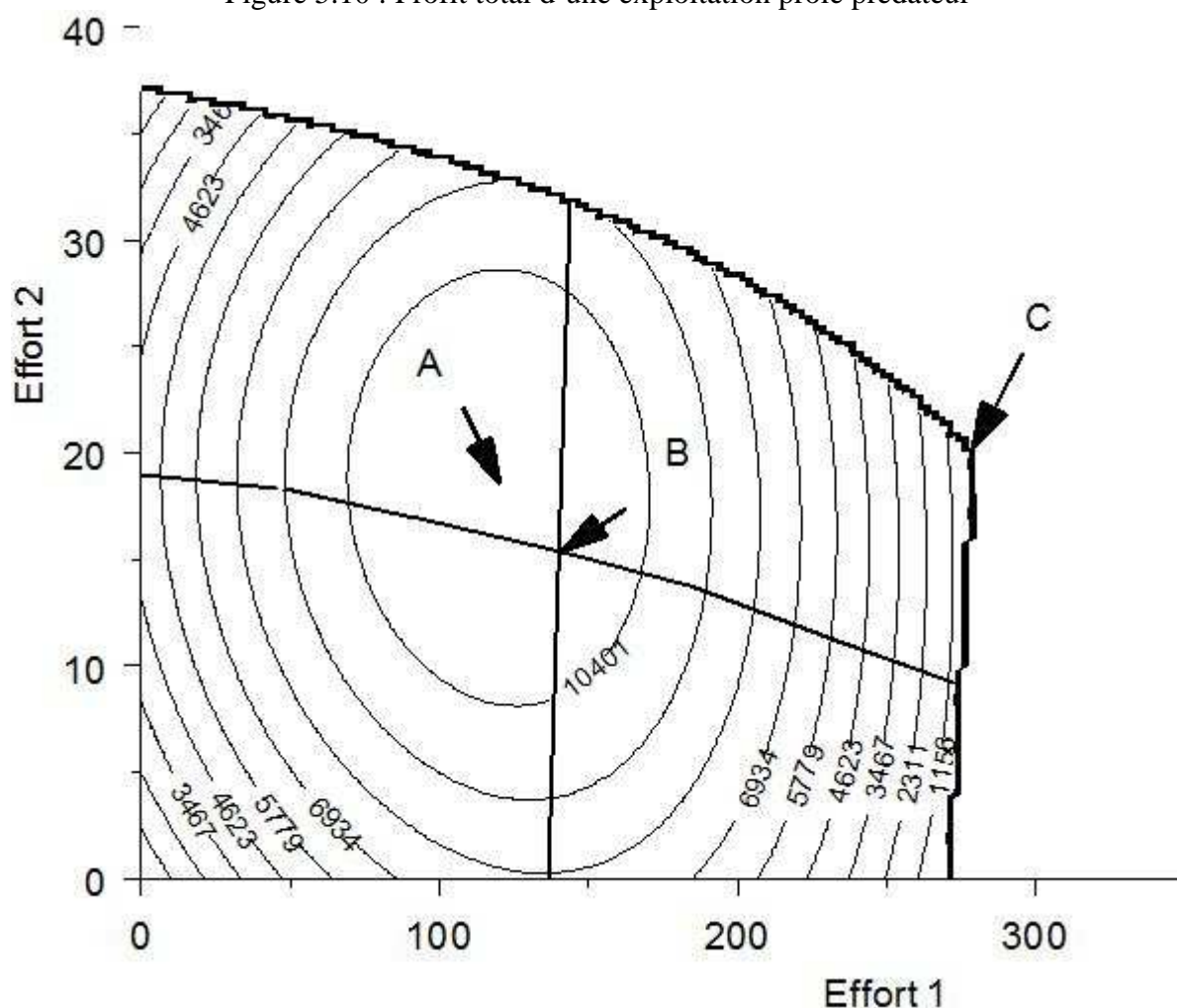
Par contre, l'optimum global (point A sur la figure 5.10) est calculé en maximisant le profit total des deux pêcheries selon les deux variables de contrôle  $E_1$  et  $E_2$  de manière simultanée.

$$\begin{cases} \frac{d\pi}{dE_1} = 0 \\ \frac{d\pi}{dE_2} = 0 \end{cases}, \text{ avec } \pi = \pi_1 + \pi_2$$

En augmentant  $n$  et  $m$ , le nombre de navires par pêche, on passe à une situation d'accès libre, représenté par le point C, c'est la solution du système  $\begin{cases} \pi_1 = 0 \\ \pi_2 = 0 \end{cases}$  qui correspond

graphiquement à l'intersection des profits nuls pour la proie et le prédateur. A la place de  $n$  et  $m$ , on peut faire varier les paramètres d'intensité de la concurrence  $A_1$  et  $A_2$  décrits dans la section 1. On passe ainsi de B à C, éventuellement d'une manière plus continue. Le profit au point A est évidemment plus élevé que le profit au point B.

Figure 5.10 : Profit total d'une exploitation proie prédateur



$$r_1=2, r_2=1, q_1=0.004, q_2=0.02, K=5000, p_1=12, p_2=40, a=0.0002, \alpha=0.2, c_1=100, c_2=200$$

En accès libre ou à l'optimum global pour la pêche de la proie et du prédateur, on a les valeurs suivantes à l'équilibre :

Régime	$E_1$	$E_2$	$L_1$	$L_2$	$B_1$	$B_2$	Profit total	$L_2/L_1$	$B_2/B_1$
Accès libre	280	20	2325	100	2 075	249	0	0.043	0.120
Optimum	120	18.5	1716	167	3 574	450	11 557	0.097	0.126

En situation d'accès libre, pour des efforts valant 280 pour  $E_1$  et 20 pour  $E_2$ , les prélèvements s'établissent à 2325 pour la proie et 100 pour les prédateur, cela correspond à une situation dégradée puisqu'il reste 2075 unités de proies pour 5000 unités en terme de capacité de charge (40% de la capacité de charge pour la proie) et 25% de la capacité potentielle de stock du prédateur en cas d'exploitation nulle. Dans ce cas, le rapport des prélèvements  $L_2/L_1$  est de 0.043 (4.3 % des captures de proies). Le rapport  $B_2/B_1$  vaut 0.12.

On constate également qu'en situation d'optimum économique, les stocks sont en meilleurs état : 71.5 % de la capacité de charge pour la proie, mais ceci se fait au prix d'une baisse forte de l'effort sur la proie. A l'optimum, la densité de prédateur est presque doublée, mais le

niveau d'effort a quant à lui peu baissé, les prédateurs se reconstituant fortement grâce aux proies plus nombreuses.

### **3. Changement de l'équilibre lors d'un changement de paramètre**

Dans ce type de scénario, on suppose les prix indépendants des quantités débarquées. Ces scénarios à effort endogène intègrent les effets directs d'un changement de paramètre (capturabilité, prix ou type de régulation), ainsi que la somme des effets induits, c'est-à-dire l'ensemble des rétroactions qui ont lieu entre l'écosystème et l'exploitation. Ce cas à prix exogène est valable lorsque les prix des espèces peuvent être considérés comme indépendants des débarquements des pêcheries. Cela aura lieu si la pêcherie concernée est de petite taille, et intégrée à un marché de grande taille, c'est-à-dire s'il y a une relation de causalité simple entre un marché extérieur et le marché de la pêcherie.

Dans le cadre de ces simulations, on poursuit un objectif double. Il s'agit d'identifier les effets de l'intégration des interactions économiques sur les changements de l'équilibre de l'exploitation. Dans un premier temps, on se place dans un objectif d'explication des phénomènes observés dans le golfe de Gascogne : on a identifié des changements de progrès technique, de prix, ou parfois de régulation par des politiques de quotas et on se demande vers quel nouvel équilibre de tels changements vont nous mener. Dans un second temps, on se replace dans le débat entre Pauly et Caddy cité en introduction ; certains changements de structure des populations d'espèces ou des débarquements ont été observés, et nous proposons d'identifier l'effet de changements de paramètres sur ces changements de structure, en particulier de type « Fishing Down the Food Webs », même si, nous l'avons vu, la relation entre niveau trophique élevé et espèce noble est parfois peu évidente.

Pour Pauly, le terme « Fishing down » caractérise une descente du niveau trophique moyen des débarquements mondiaux. Dans le modèle simplifié à deux espèces proie et prédateur, une dynamique de type « Fishing Down » sera représentée par une diminution relative des débarquements de prédateurs dans les débarquements totaux ( $L_2/(L_1+L_2)$ ), ou plus simplement par une diminution des captures de prédateurs relativement aux captures de l'espèce proie ( $L_2/L_1$ ). Par abus de langage, on désignera par effet « Fishing up » le mouvement inverse, c'est-à-dire l'augmentation du ratio ( $L_2/L_1$ ). De façon systématique, nous présenterons l'évolution de ce rapport  $L_2/L_1$ , ainsi que l'évolution du ratio des stocks ( $B_2/B_1$ ).

#### **3.1. Scénario d'amélioration de la capturabilité**

Les scénarios d'amélioration de la capturabilité étudiés sont présentés pour le modèle proie-prédateur. Un exemple de scénario d'amélioration d'un changement de la capturabilité dans le cadre d'un modèle avec compétition est présenté en annexe.

On simule un scénario de changement technique correspondant à une augmentation de la capturabilité de 50%<sup>3</sup> pour les deux espèces. Cette augmentation de la capturabilité, c'est-à-dire de l'efficacité technique, est un phénomène observé dans le golfe de Gascogne comme partout dans le monde. On conserve les paramètres de la simulation inchangés à l'état initial. On présente ci-dessous l'état initial et l'état final sur la figure 5.11.

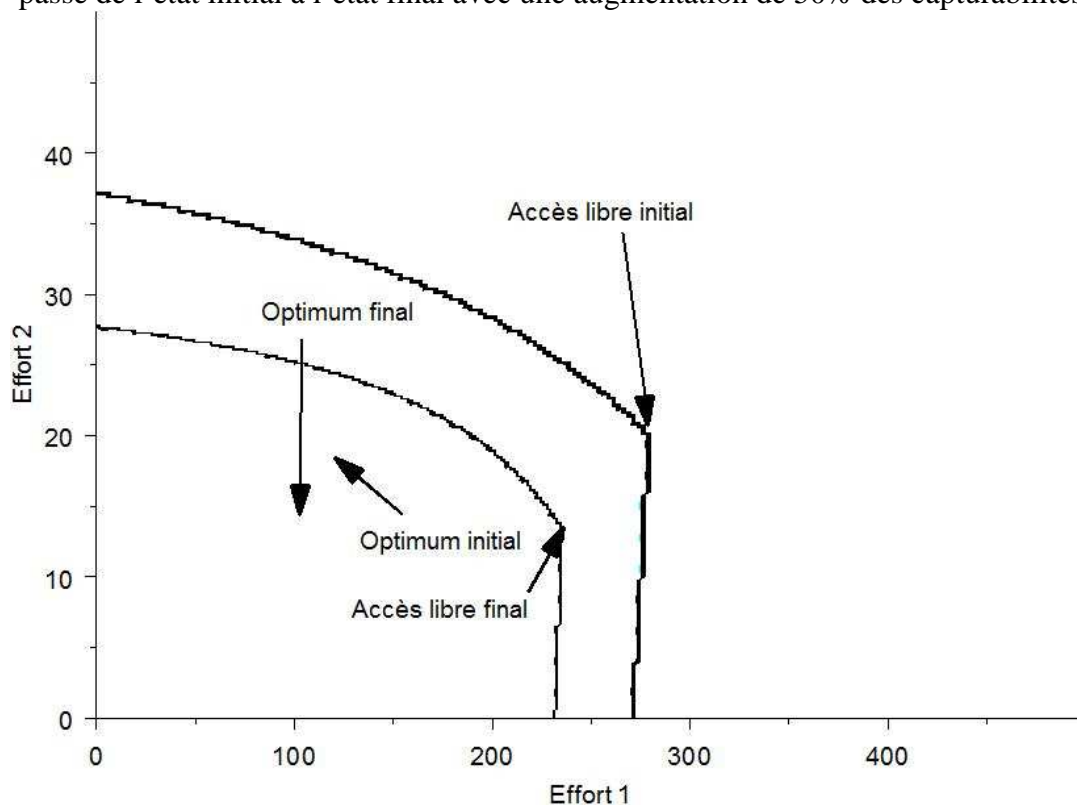
On observe deux situations avec les paramètres qui suivent :

Etat initial :  $r_1=2$ ,  $r_2=1$ ,  $q_1=0.004$ ,  $q_2=0.02$ ,  $K=5000$ ,  $p_1=12$ ,  $p_2=40$ ,  $a=0.0002$ ,  $\alpha=0.2$ ,  $c_1=100$ ,  $c_2=200$

Etat final :  $q_1=0.006$ ,  $q_2=0.03$  (augmentation de 50%)

L'augmentation de la capturabilité diminue le domaine de définition car l'effort maximal en accès libre doit être moins important au fur et à mesure que l'unité d'effort est plus efficace. L'allure des courbes de profit, quant à elle, ne change pas.

Figure 5.11 : Changement du domaine de définition, de l'optimum et du libre accès quand on passe de l'état initial à l'état final avec une augmentation de 50% des capturabilités



Dans le paragraphe 1 consacré à l'analyse du modèle bio-technique avec effort exogène, on a montré que toute augmentation proportionnelle des capturabilités conduisait à une dégradation du rapport prédateur-proie pour les stocks. Il en est de même pour les prélèvements. En utilisant l'expression des efforts en accès libre et l'équation 5.32, on peut

<sup>3</sup> Sur une vingtaine d'années, cette augmentation théorique de 50% correspond environ à une augmentation annuelle de la capturabilité de 2%.



démontrer par dérivation que la fonction  $L_2(q)/L_1(q)$ , avec  $q=q_1$  et  $q=\alpha q_2$  est strictement décroissante. En utilisant ( $q=q_1$  et  $q=\alpha q_2$ ), on spécifie qu'on augmente le progrès technique proportionnellement dans chaque pêcherie. La forme implicite de l'effort à l'optimum (résultat de l'équation 5.36) rend la démonstration difficile à étendre pour tous types de régulation, mais la simulation ci-dessus montre qu'on se situe à un niveau  $L_2/L_1$  plus bas lorsque la capturabilité augmente, quel que soit le type de régulation.

La figure 5.11 regroupe les deux domaines de définition, et l'évolution des équilibres à l'optimum et en accès libre. Les valeurs des variables d'efforts, de captures, de biomasses, de profits et le ratio  $L_2/L_1$  sont représentés sur le tableau 5.3.

Tableau 5.3 : Récapitulatif des états pour les régimes d'exploitation

Régime	$E_1$	$E_2$	$L_1$	$L_2$	$B_1$	$B_2$	Profit total	$L_2/L_1$	$B_2/B_1$
Initial									
Accès libre	280	20	2325	100	2 075	249	0	0.043	0.120
Optimum	120	18.5	1716	167	3 574	450	11 557	0.097	0.126
Final									
Accès libre	235	13.33	1 962	67	1 392	166	0	0.034	0.119
Optimum	103.3	14.3	2 024	160	3 264	372	17 484	0.079	0.114

L'augmentation de la capturabilité de 50 % a pour conséquence une diminution des efforts  $E_1$  et  $E_2$  pour l'optimum comme pour l'accès libre.

En accès libre, les captures diminuent pour la proie comme pour le prédateur, à l'optimum, elles augmentent pour la proie et ne diminuent que très peu pour le prédateur, mais pour l'optimum, cette amélioration augmente très nettement les profits.

Quand la capturabilité augmente, on observe une diminution du ratio  $L_2/L_1$ , en accès libre comme pour l'optimum. On a un effet du type de celui décrit par Pauly : sous l'effet de l'augmentation de la pression de pêche sur les deux pêcheries, la structure des débarquements a changé. On pêche de plus fortes proportions de proies, quel que soit le type de régulation, en accès libre, à l'optimum ou dans une situation intermédiaire.

Les stocks de biomasse sont bien plus fortement touchés que ne le sont les captures, ceci pour les deux espèces. On passe de 2075 à 1392 pour la proie et de 249 à 166 pour le prédateur. Par contre, le rapport  $B_2/B_1$  ne bouge pas de manière significative pour l'accès libre mais diminue dans le cadre d'une exploitation optimale de 0.126 à 0.114.

Dans le cadre du modèle avec compétition entre espèces, la simulation d'une augmentation de la capturabilité de 50%, pour le jeu de paramètres choisi, montre qu'il y a eu également un effet « Fishing Down » pour les captures : les captures de l'espèce 2 à taux de reproduction faible, capacité de charge faible et prix élevé sont devenues plus faible et le ratio  $L_2/L_1$  a lui

aussi baissé. Par contre, dans le cas des paramètres choisis, cet effet est inverse pour l'indicateur de structure des biomasses  $B_2/B_1$ .

Au cours du chapitre 4, un changement de la structure des débarquements a été observé dans le golfe de Gascogne : on y débarque de plus fortes proportions de proies. Cette mutation pourrait en partie être expliquée par l'augmentation de la capturabilité et de l'efficacité des navires, comme le suggère la simulation ci-dessus.

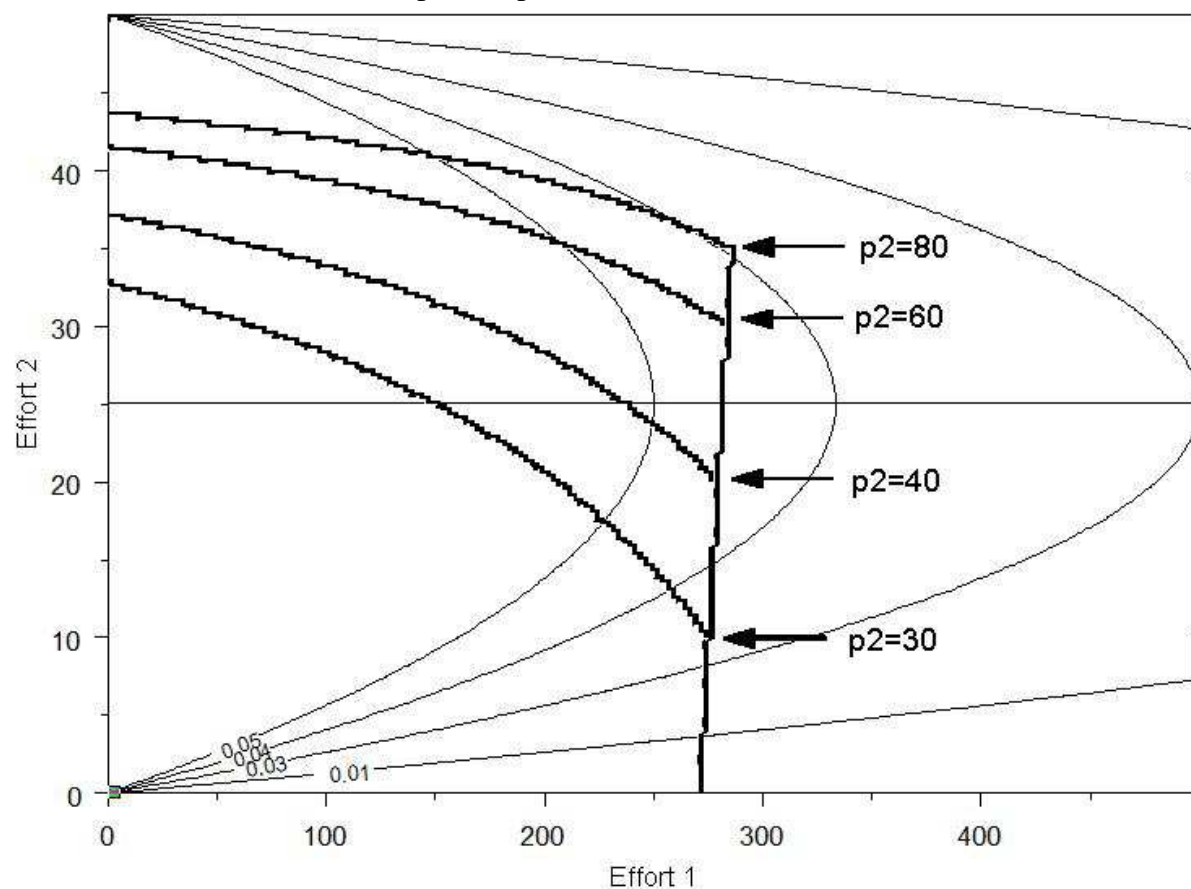
### 3.2. Scénario de variation du prix du prédateur

Afin de simuler un scénario de changement de prix, nous étudions les conséquences d'une variation du prix du prédateur qui passe de 30 à 80 unités monétaires. Hormis le prix du prédateur, tous les paramètres sont maintenus constants et égaux à :

Etat initial :  $r_1=2$ ,  $r_2=1$ ,  $q_1=0.004$ ,  $q_2=0.02$ ,  $K=5000$ ,  $p_1=12$ ,  $a=0.0002$ ,  $\alpha=0.2$ ,  $c_1=100$ ,  $c_2=200$

Comme précédemment, la courbe d'accès libre pour la proie est quasi verticale, les courbes d'accès libre pour le prédateur dépendent du prix de celui-ci. Sur cette figure sont également tracées les courbes de ratio  $L_2/L_1$  qui sont constantes dans l'espace des efforts. La modification des paramètres économiques n'affecte pas ce ratio  $L_2/L_1$ .

Figure 5.12 : Changement du domaine de définition, de l'optimum et du libre accès quand on varie le prix du prédateur entre 30 et 80 euros



Les valeurs des variables d'efforts, de captures, de profits et le ratio prédateur-proie  $L_2/L_1$  sont représentés sur le tableau 5.4.

Le domaine de définition est bordé par deux courbes d'accès libre  $\begin{cases} \pi_1 = 0 \\ \pi_2 = 0 \end{cases}$ . On reste sur la première courbe, la baisse du prix du prédateur affecte seulement la seconde courbe.

Tableau 5.4 : Récapitulatif des états pour les régimes d'exploitation

Régime	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	Profit total	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	L <sub>2</sub> /L <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> /B <sub>1</sub>
<b>P<sub>2</sub>=30</b>									
Accès libre	275	10.25	2293	68	0	2 084	331	0.030	0.159
Optimum	122.5	17.75	1738	162	9 924	3 546	457	0.093	0.129
<b>P<sub>2</sub>=40</b>									
Accès libre	280	20	2 325	100	0	2 075	249	0.043	0.120
Optimum	120	18.5	1716	161	11 557	3 575	450	0.097	0.126
<b>P<sub>2</sub>=60</b>									
Accès libre	285	30	2 356	99	0	2 067	165	0.042	0.079
Optimum	110	21	1622	180	15 039	3 686	428	0.111	0.116
<b>P<sub>2</sub>=80</b>									
Accès libre	286	35	2 372	87	0	2 063	124	0.036	0.060
Optimum	100	22.25	1516	187	18 716	3 790	421	0.123	0.111

En situation de libre accès, il est important de noter qu'au fur et à mesure que le prix du prédateur augmente, les débarquements de prédateurs L<sub>2</sub> passent par un maximum pour descendre ensuite. Dans le même temps, le stock de prédateurs B<sub>2</sub> diminue de façon continue. Par contre, le ratio L<sub>2</sub>/L<sub>1</sub> vaut en accès libre 0.030 pour un prix p<sub>2</sub> de 30, passe à 0.043 à p<sub>2</sub>=40, à 0.042 à p<sub>2</sub>=60 et à 0.036 à p<sub>2</sub>=80. Il augmente jusqu'à un maximum pour baisser au-delà d'un certain prix. On retrouve ici l'équivalent de la courbe de Copes en faisant varier le prix en accès libre. Une augmentation du prix conduit, dans ce système proie prédateur, à un « Fishing up » suivi d'un « Fishing down » qui survient lorsqu'on dépasse le niveau maximal soutenable de captures du prédateur, qui correspond ici à une valeur de l'effort égal à la moitié de l'effort maximal.

A l'optimum économique on observe une hausse du profit total lors de l'augmentation progressive du prix. L'effort sur le prédateur augmente constamment, par contre l'effort sur la proie baisse de façon régulière. Le ratio L<sub>2</sub>/L<sub>1</sub> augmente avec l'augmentation du prix du prédateur.

Pauly (1998) a présenté des résultats de l'évolution du niveau trophique moyen pour un certain nombre de zones maritimes. Pour l'Atlantique Nord-Est et la Méditerranée qui sont des zones de pêche qu'on peut qualifier d'anciennes, le niveau trophique est en baisse depuis 1950 ; pour des zones marines mondiales comme le Pacifique Nord ou l'Atlantique Nord Ouest et Centre Ouest, les allures de la courbe de niveau trophique montent puis redescendent à partir des années 70. Pauly ne propose pas d'explication pour le Pacifique Nord et suggère une explication pour le maximum de niveau trophique pour la zone FAO de l'Atlantique Nord - Ouest et Centre - Ouest par une baisse des débarquements de petits pélagiques au cours des années 1950 à 1970.

Cet effet d'augmentation puis de diminution de l'indice trophique moyen peut également être expliqué par le développement plus récent de ces pêcheries. Comme le suggère le modèle en accès libre : dans une première période, on se situe encore en dessous du niveau d'effort maximal soutenable pour les prédateurs, les prix de ceux-ci augmentent, amenant à une augmentation de l'effort sur ceux-ci et provoquant un effet « Fishing Up ». Une fois le seuil critique dépassé, l'augmentation des prix des prédateurs conduit à une augmentation de l'effort et à une baisse des captures, et donc à un effet « Fishing Down ».

De la même façon, une partie des tendances observées pour le Golfe entre 1973 et 1990 peut être expliquée par le modèle proie-prédateur en accès libre. Le changement de niveau trophique moyen est essentiellement expliqué par le changement du ratio espèces démersales – espèces pélagiques dans le Golfe ; ces espèces ont pour un certain nombre d'entre elles un rapport de type proie – prédateur.

Rappelons qu'entre 1973 et 1990 pour le golfe de Gascogne, les prix à long terme sont à la hausse et les débarquements augmentent pour les espèces démersales jusqu'en 1986<sup>4</sup>. Dans le même temps, le niveau trophique moyen est stable de 1973 à 1982 environ pour diminuer par la suite. On peut donc faire l'hypothèse qu'au milieu des années 80, on a passé un niveau critique pour les espèces démersales<sup>5</sup> correspondant au niveau maximal soutenable de captures mis en évidence dans le cadre du modèle. L'analyse de la structure des débarquements du Golfe proposée au chapitre 4 à la figure 4.15 montre également une telle évolution : entre 1973 et 1985, la proportion de prédateur et d'espèces nobles augmente, elle commence ensuite à chuter à partir de 1985.

Mais la complexité biologique du Golfe ne peut se résumer à un modèle proie – prédateur, de nombreuses espèces ont d'autres types d'interaction.

Remarque : Il est intéressant de comparer les résultats de cette simulation dans le cadre d'un modèle proie prédateur avec les résultats de la simulation présentée en annexe pour ce qui concerne le modèle avec compétition. Les conditions sont assez similaires pour ce qui concerne les deux espèces : on a une espèce à croissance rapide, à prix bas, à capacité de charge forte et à capturabilité faible d'un côté, et une espèce de caractéristiques inverse de l'autre côté. Le paramètre de compétition entre les espèces est assez faible, on retrouve les mêmes résultats que dans un modèle de Gordon-Schaefer monospécifique sans interaction : une hausse des prix entraîne une hausse de l'effort et une baisse du niveau des captures. On obtient le résultat de simulation suivant, détaillé en annexe 5.4 et l'effet sur la structure des débarquements est de type « Fishing Down » quand les prix augmentent.

---

<sup>4</sup> Cf. chapitre 2, figure 2.26 et chapitre 4, figure 4.4 à 4.6

<sup>5</sup> En 1985, on observe l'écroulement du stock de reproducteurs de merlu (figure 2.5a)

Tableau de l'annexe 5.4 : Effet d'une augmentation du prix du poisson le plus « noble » de 30 à 40, pour le modèle avec compétition

Régime	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	Profit total	L <sub>2</sub> /L <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> /B <sub>1</sub>
Final p <sub>2</sub> =30									
Accès libre	275	32.5	2294	214	2085	329	0	0.093	0.158
Optimum	132.5	18.5	1 790	221	3 377	596	11 145	0.123	0.176
Initial p <sub>2</sub> =40									
Accès libre	280	36.5	2 324	182	2075	249	0	0.078	0.120
Optimum	132.5	19.75	1 796	226	3 389	571	13 380	0.126	0.168

Conditions de la simulation en compétition :

Etat initial :  $r_1=2$ ,  $r_2=1$ ,  $q_1=0.004$ ,  $q_2=0.02$ ,  $K_1=5000$ ,  $K_2=1000$ ,  $p_1=12$ ,  $p_2=40$ ,  $a_1=0.0002$ ,  $a_2=0.00001$ ,  $c_1=20$ ,  $c_2=10$

Etat final :  $p_2=30$

Une variation de prix d'un poisson « cher » peut avoir des conséquences sur la structure des débarquements différente selon la nature des interactions biologiques.

Par contre, les phénomènes observés lors de la crise de la pêche en 1993 sont plus difficiles à expliquer par ce modèle. En effet, le prix moyen en euros constant 2005 des débarquements est passé entre 1989 et 1994 de 2.7 à 1.8 euro, ce qui représente une baisse de 33% environ, s'accompagnant d'une baisse des débarquements pour les espèces benthiques et démersales. Les débarquements d'espèces pélagiques ont continué à croître sur la façade Atlantique Nord - Est et sont restés stables dans le golfe de Gascogne. Avec une hypothèse d'accès libre, et une relation de type proie prédateur forte entre les espèces démersales et pélagiques, les prix et les quantités débarquées dans une situation de surexploitation (au-dessus du MSY) devraient aller dans des directions opposées. L'observation des figures 4.5 à 4.6 montre que ce n'est pas le cas.

On touche ici aux limites du modèle de Gordon-Schaefer pour expliquer des phénomènes de court terme comme c'est le cas lors de cette crise des prix<sup>6</sup>.

- Il est nécessaire d'être dans une situation biologique stable pour étudier la variation des autres paramètres. Plus le phénomène étudié est long, plus cette condition est satisfaite. Un changement structurel de long terme comme le progrès technique ou un changement de prix de long terme se prête bien à un tel modèle, ce qui n'est pas le cas pour des fluctuations rapides de prix.

- On observe et on compare d'un côté des séries temporelles – en réajustement structurel lent mais permanent – et un modèle structurel dans lequel on fait varier un unique paramètre, tous les autres étant maintenus constants. Dans la réalité, tous les paramètres se réajustent en

<sup>6</sup> Rappelons que le modèle de Gordon-Schaefer, comme la relation de Copes sont des relations de long terme,

permanence pour donner un nouveau contexte, dans le modèle théorique, on essaie de comprendre les mécanismes expliquant ce contexte en en séparant les effets. Il y a une difficulté essentielle liée au manque de données observées quand on observe des séries temporelles agrégées pour valider un modèle qui prend en compte de nombreuses variables.

De plus, divers phénomènes simultanés ont eu lieu durant la crise des prix et l'explication de la crise tient sans doute à la conjonction de ceux-ci.

- Une explication économique liée à l'ouverture des marchés et aux changements brusques de divers taux de changes de pays importateurs et exportateurs de poissons, ceci ayant entraîné de forts mouvements de prix.
- Ceci a eu pour conséquences d'importants changements du comportement des pêcheurs, avec notamment des phénomènes de report d'effort sur les espèces moins touchées par la chute des prix.
- D'importants changements d'ordre institutionnels, comme les plans de sortie de flotte qui ont permis la sortie d'unités de flotte anciennes, de plus de 20 ans et de petites tailles plus spécialisées dans les espèces démersales (cf. chapitre 3). C'est un aspect essentiel dans l'explication d'un tel phénomène agrégé.
- Peut-être une explication d'ordre climatique et biologique ayant pour conséquences un effondrement des stocks de gadidés (espèces démersales) et une amélioration du stock d'anchois, comme le montrent la figure 2.9.

Dans le cas d'un modèle avec compétition (ou sans interaction), la capturabilité fait baisser le ratio  $L_2/L_1$  mais la baisse des prix relative du poisson noble peut contribuer à augmenter ce ratio.

L'observation des tendances au chapitre 4 montre que dans le Golfe, le ratio des débarquements est de plus en plus composé de petits pélagiques : l'effet global des changements de l'ensemble des paramètres a mené à une baisse du ratio  $L_2/L_1$ .

Cet effet peut être expliqué par le changement technique dans le cadre des deux modèles, mais l'effet des prix est plus complexe à appréhender car il ne joue pas dans le même sens.

### **3.3. Scénario d'un changement de régulation avec mise sous quota du prédateur à prix exogènes**

Afin de simuler l'influence d'un changement de régulation, nous comparons trois situations : l'accès libre, l'optimum et la mise sous quota de l'espèce prédatrice. Les paramètres initiaux sont identiques à ceux de la situation présentée précédemment.

Paramètres initiaux :  $r_1=2$ ,  $r_2=1$ ,  $q_1=0.004$ ,  $q_2=0.02$ ,  $K=5000$ ,  $p_1=12$ ,  $p_2=40$ ,  $a=0.0002$ ,  $\alpha=0.2$ ,  $c_1=100$ ,  $c_2=200$

Afin de comparer les situations en accès libre, à l'optimum et avec une mise sous quota, on reprend les conditions initiales en traçant les courbes d'isocapture pour le prédateur dans l'espace des efforts. Lorsqu'on impose un quota sur l'une des espèces, par exemple le prédateur, il suffit de calculer l'équilibre en faisant l'intersection des courbes d'isoprofit pour la proie et d'isocapture pour le prédateur, comme illustré sur la figure 5.13. Ainsi, par exemple, lorsque la proie est en accès libre et le quota sur le prédateur est fixé à 25 ( $\pi_1 = 0$  ;  $L_2 = 25$ ), on obtient deux intersections entre la courbe  $\pi_1 = 0$  et  $L_2 = 25$  ; l'une d'entre elle ne peut pas être solution, car le profit réalisé sur l'espèce prédatrice est négatif.

Figure 5.13 : Courbe d'isoprofit pour l'espèce proie et courbe d'isocapture pour l'espèce 2

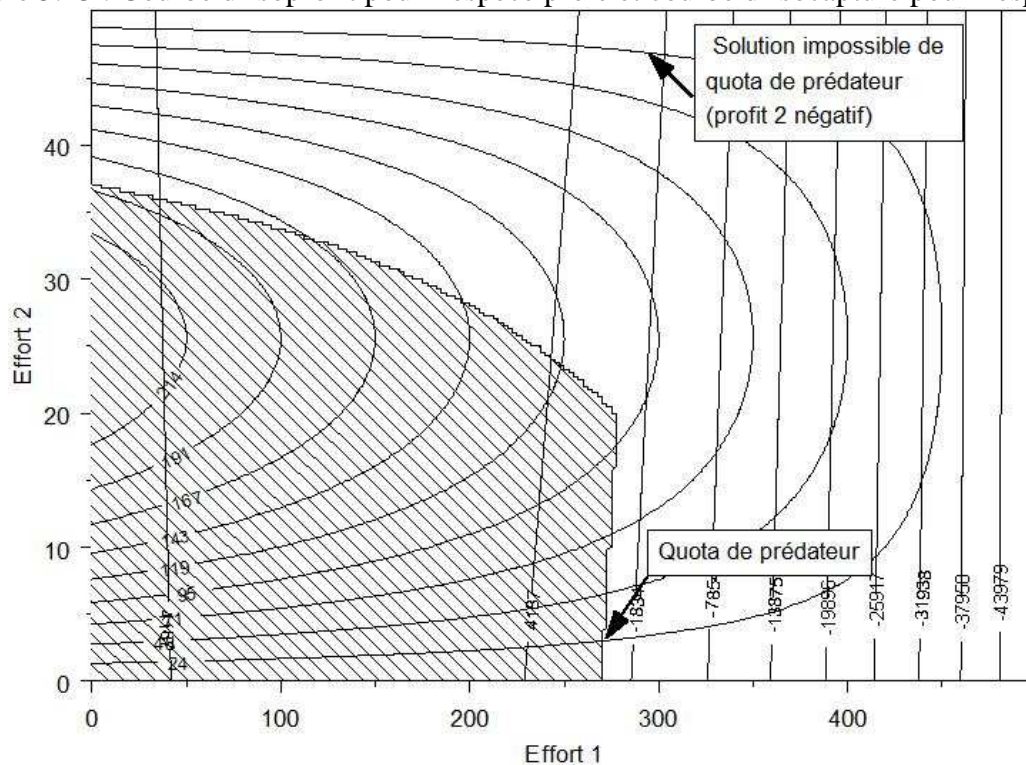
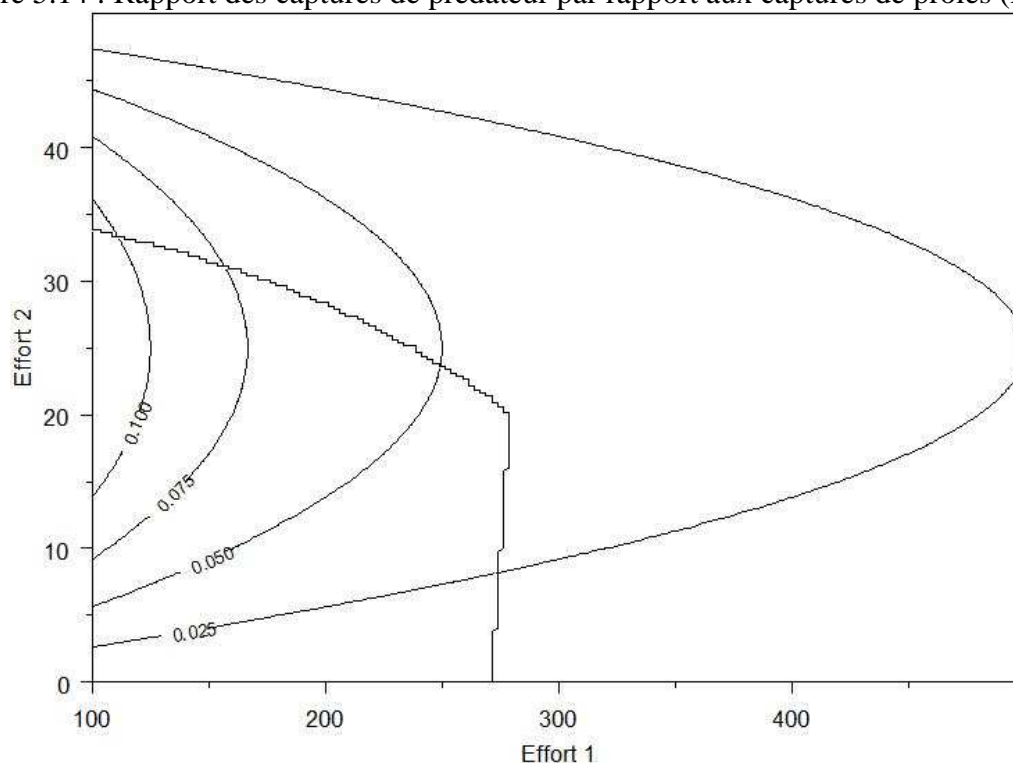




Figure 5.14 : Rapport des captures de prédateur par rapport aux captures de proies ( $L_2/L_1$ )



$r_1=2, r_2=1, q_1=0.004, q_2=0.02, K=5000, p_1=12, p_2=40, a=0.0002, \alpha=0.2, c_1=100, c_2=200$

La figure 5.14 représente les courbes d'iso-valeur du ratio des captures prédateur-proie  $L_2/L_1$ . Ces courbes ne dépendent que des paramètres du modèle de May (la figure est redimensionnée pour plus de lisibilité, l'abscisse de départ est fixée à 100).

Le tableau suivant présente les efforts, les débarquements, les profits et le ratio prédateur-proie pour les trois types de régulation considérés.

Tableau 5.5 : Récapitulatif des états pour trois régimes d'exploitation

Régime	$E_1$	$E_2$	$L_1$	$L_2$	$B_1$	$B_2$	Profit total	$L_2/L_1$	$B_2/B_1$
Accès libre	280	20	2 325	100	2 075	249	0	0.043	0.120
Optimum	120	18.5	1716	167	3 574	450	11557	0.097	0.126
Quota $L_2=25$	272.17	3.21	2268	25	2 080	389	359	0.011	0.187

Avec les paramètres retenus, l'espèce proie apporte environ la moitié du profit total à l'optimum.

On peut constater sur cet exemple que l'imposition d'un quota sur le prédateur en laissant la pêche en accès libre pour la proie ne modifie que très peu les captures de proies. Par ailleurs, le stock de proie n'augmente que très faiblement par rapport à l'accès libre et le stock de prédateur reste plus faible qu'à l'optimum. Quant aux profits, lorsqu'on est sous quota, ils sont nettement inférieurs aux profits à l'optimum. La contrainte du quota sur une seule espèce, même si elle est meilleure du point de vue de l'état des stocks que la gestion en accès

libre, n'a qu'un intérêt limité sur la reconstitution de ceux-ci. La surpêche de proie entraîne dans cet exemple la quasi-totalité des pertes de profit pour le prédateur. Il est donc nécessaire de connaître l'impact de l'effort de pêche de proie sur les stocks de prédateurs et les profits de la pêcherie de prédateurs avant de recommander un quota uniquement sur l'espèce la plus menacée. L'objectif de reconstitution du stock d'une espèce menacée ne sera pas obligatoirement réalisé si l'on n'agit que sur la pêcherie de l'espèce menacée.

Le stock de prédateurs dépend à la fois de l'effort de pêche exercée sur celui-ci et de l'effort de pêche exercé sur la proie, A l'optimum, le profit réalisé par la pêche de prédateurs vaut 2980, soit environ 26% du profit total. Quand on limite les captures de prédateurs par un quota, le profit pour l'espèce proie reste nul et le profit de la pêche de prédateur vaut 359. A la place d'un quota sur le prédateur, il aurait été plus judicieux de préconiser des mesures intégrant l'intégralité de l'ensemble des interactions de l'écosystème et conduisant l'ensemble des pêcheries à une situation plus proche de l'optimum économique.

Le rapport prédateur-proie  $L_2/L_1$  a baissé entre l'accès libre et la mesure de quota, ce qui est la conséquence logique du quota. Mais le rapport  $B_2/B_1$  passe de 0.12 à 0.187, ce qui montre l'effet de structure sur les populations des proies et de prédateurs : la proportion de prédateur augmente dans l'écosystème.

On voit que l'indicateur  $L_2/L_1$  peut masquer de nombreux effets liés aux relations entre les deux espèces sur les pêcheries: la composition des captures ne suffit pas à elle seule à pronostiquer la composition des biomasses et l'état d'un écosystème. En ne limitant que la pêche de l'espèce prédatrice, on ne se rapproche ni de l'optimum des profits, ni de l'optimum des stocks.

#### **4. Changement d'équilibre avec une demande endogène**

Au cours de la section précédente, les fonctions de profit étaient exprimées avec des prix exogènes, c'est-à-dire des constantes. Mais les prix ne sont pas toujours constants ; ils dépendent en général des quantités totales débarquées sur un marché, c'est-à-dire d'une demande qui n'est pas purement élastique.

Plusieurs méthodes ont été proposées pour modéliser la demande du consommateur dans le cadre d'un marché à plusieurs biens comme le modèle de Rotterdam de Barten et Bettendorf, (1989), le modèle translog de Christensen, Jorgenson et Lau (1975) et le modèle AIDS (Almost Ideal Demand System) de Deaton et Muellbauer (1980). Le modèle AIDS prend notamment en compte un effet revenu et des effets prix pour un consommateur moyen. Ces modèles sont couramment utilisés en économétrie ; cependant, dans ce contexte de simulation théorique, nous utiliserons un modèle simplifié linéaire - sans ou avec interactions - entre les espèces sur les marchés. Dans ce type de modèle, on définit une relation entre les prix et les

quantités débarquées. Quand il n'y a pas d'interaction entre les espèces sur les marchés, cette relation est du type :

$$\begin{cases} p_1 = a_1 L_1 + b_1 \\ p_2 = a_2 L_2 + b_2 \end{cases}$$

Quand il y a une interaction sur les marchés, cette relation prend la forme suivante :

$$\begin{cases} p_1 = a_{11} L_1 + a_{12} L_2 + b_1 \\ p_2 = a_{21} L_1 + a_{22} L_2 + b_2 \end{cases}$$

A partir de ces relations, nous pouvons exprimer les prix en fonction des efforts  $E_1$  et  $E_2$ . Comme le chiffre d'affaires ou le profit dépendent du prix et des quantités débarquées, on peut exprimer ceux-ci en fonction des efforts par espèce dans une démarche similaire à celle adoptée précédemment.

L'équilibre de marché est enfin déterminé par le type de régulation. Ceci consiste à poser deux contraintes. Rappelons pour mémoire ces deux contraintes dans les différents types de régulation envisagés.

Accès libre	Optimum	Accès régulé
$\begin{cases} \pi_1 = 0 \\ \pi_2 = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \frac{d\pi}{dE_1} = 0 \\ \frac{d\pi}{dE_2} = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \frac{d\pi_1}{dE_1} = 0 \\ \frac{d\pi_2}{dE_2} = 0 \end{cases}$

Compte tenu de la complexité des équations, nous nous limiterons à une simulation numérique des courbes de profit, nous ferons de même pour trouver les solutions des efforts dans les différents types de régulation.

#### 4.1. Cas d'un prix endogène sans interaction entre les espèces sur les marchés

Afin de simuler le comportement des marchés lorsque le prix est dépendant des quantités capturées, on prend en compte une fonction de demande linéaire sans interactions entre les produits ou espèces sur les marchés. Dans le cas d'une demande linéaire avec une espèce, on adopte la fonction suivante :

$$p_i = a_i L_i + b_i$$

En normalisant, on obtient la solution pour le vecteur des prix en fonction de l'effort normalisé :  $E \max = \frac{r}{q}$  et  $E = \frac{r}{q} \frac{E}{E \max} = \frac{r}{q} \varepsilon$

$$p_i = -a_i r_i \varepsilon_i^2 + a_i r_i \varepsilon_i + b_i$$

Les captures valent :

$$L_i = q_i K_i E_i \left(1 - \frac{q_i E_i}{r_i}\right), \text{ ou pour la forme normalisée :}$$

$$L_i = r_i K_i \varepsilon_i (1 - \varepsilon_i)$$

Le chiffre d'affaires TR et le profit valent alors :

$$TR = pL = (aL + b)L, \text{ soit : } TR = \left(aqKE\left(1 - \frac{qE}{r}\right) + b\right)qKE\left(1 - \frac{qE}{r}\right)$$

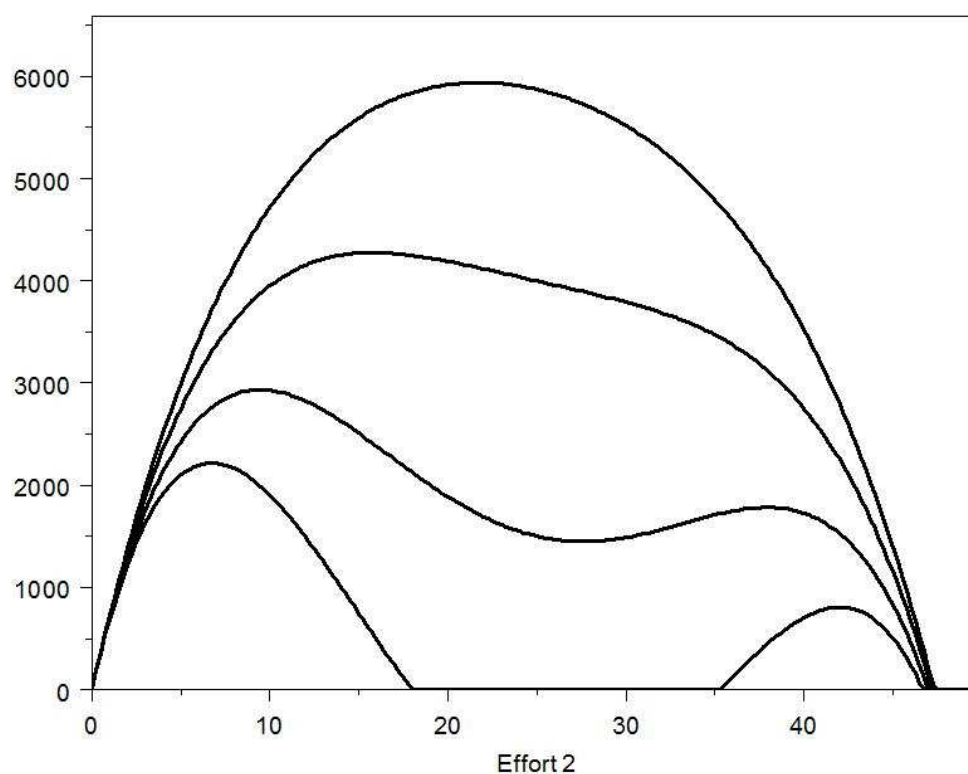
$$\pi = \left(aqKE\left(1 - \frac{qE}{r}\right) + b\right)qKE\left(1 - \frac{qE}{r}\right) - cE$$

La figure 5.15 représente l'évolution du profit pour différentes valeurs de l'équation de demande. Lorsque le paramètre de pente du prix de demande est faible, la courbe de profit à une allure parabolique standard. Au-delà d'un seuil pour la pente  $a_2$  ( $a_2 = -0.12$ ), on obtient deux solutions pour le maximum du profit. Lorsque la pente de l'équation de demande dépasse un certain seuil (par exemple pour  $a = -0.16$ ), on observe une zone d'exclusion dans laquelle les profits sont négatifs. On est dans le cas d'une demande inélastique observée en situation d'accès libre en première section (cf. annexe 5.3). On observait alors des sauts ou discontinuités de l'équilibre de marché (prix et captures) quand la capturabilité ou les prix variaient.

La zone d'exclusion produit deux situations d'accès libres possibles pour une espèce :

- (i) en raison de la rareté de celle-ci dans l'écosystème, elle correspond à la valeur d'effort le plus élevé
- (ii) en raison de l'excès de l'espèce sur le marché et de prix trop bas

Figure 5.15 : Courbes de profit quand la demande devient inélastique

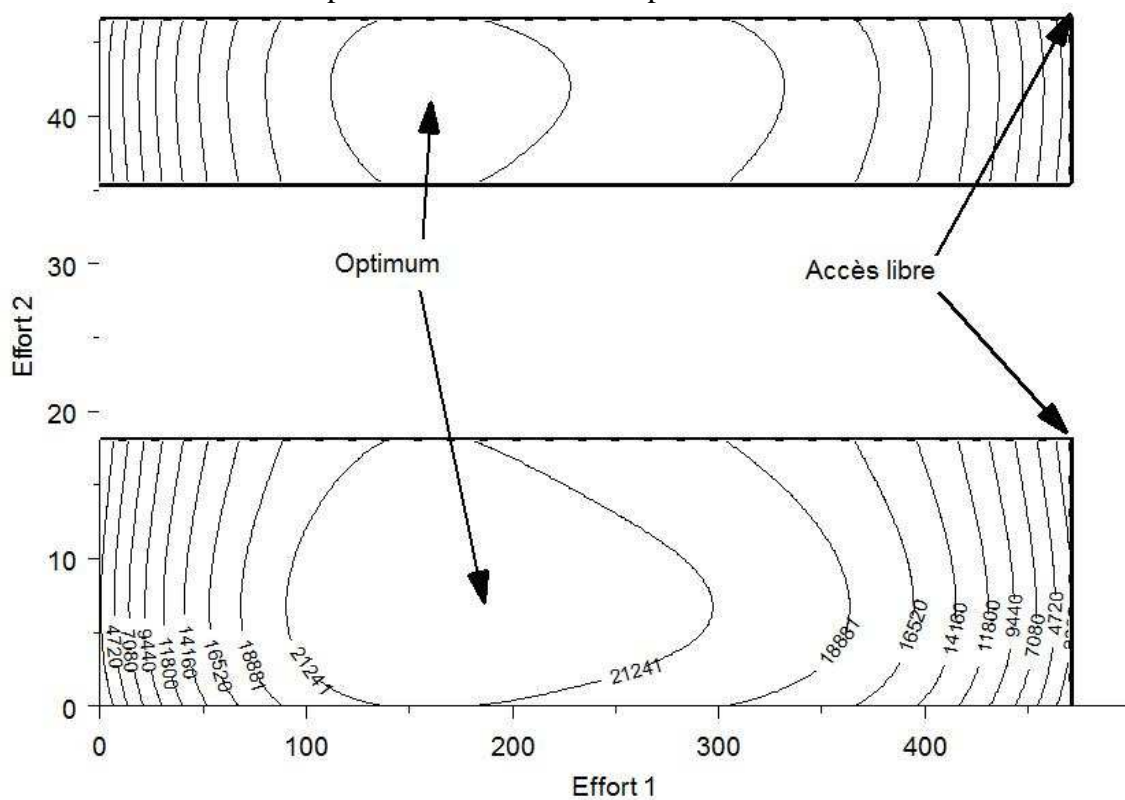


Paramètre de l'offre :  $r_2=1$ ,  $q_2=0.02$ ,  $K_2=1000$ ,  $b_2=40$ ,  $c_2=40$

Demande 1	Demande 2	Demande 3	Demande 4
$a_2=-0.05$	$a_2=-0.08$	$a_2=-0.12$	$a_2=-0.16$

Lorsqu'on étend l'étude à deux espèces, on peut observer dans l'espace des efforts ( $E_1, E_2$ ) en fonction de l'élasticité des fonction de demande, une ou deux bandes d'exclusion, et par conséquent un, deux ou quatre profits locaux maximums. La figure 5.16 illustre un exemple avec une bande d'exclusion pour l'espèce la plus chère, dans le cas d'un modèle à deux espèces sans interaction biologique.

Figure 5.16 : Profits total des deux espèces sans interaction biologique et équilibre à l'optimum et en libre accès pour l'état final



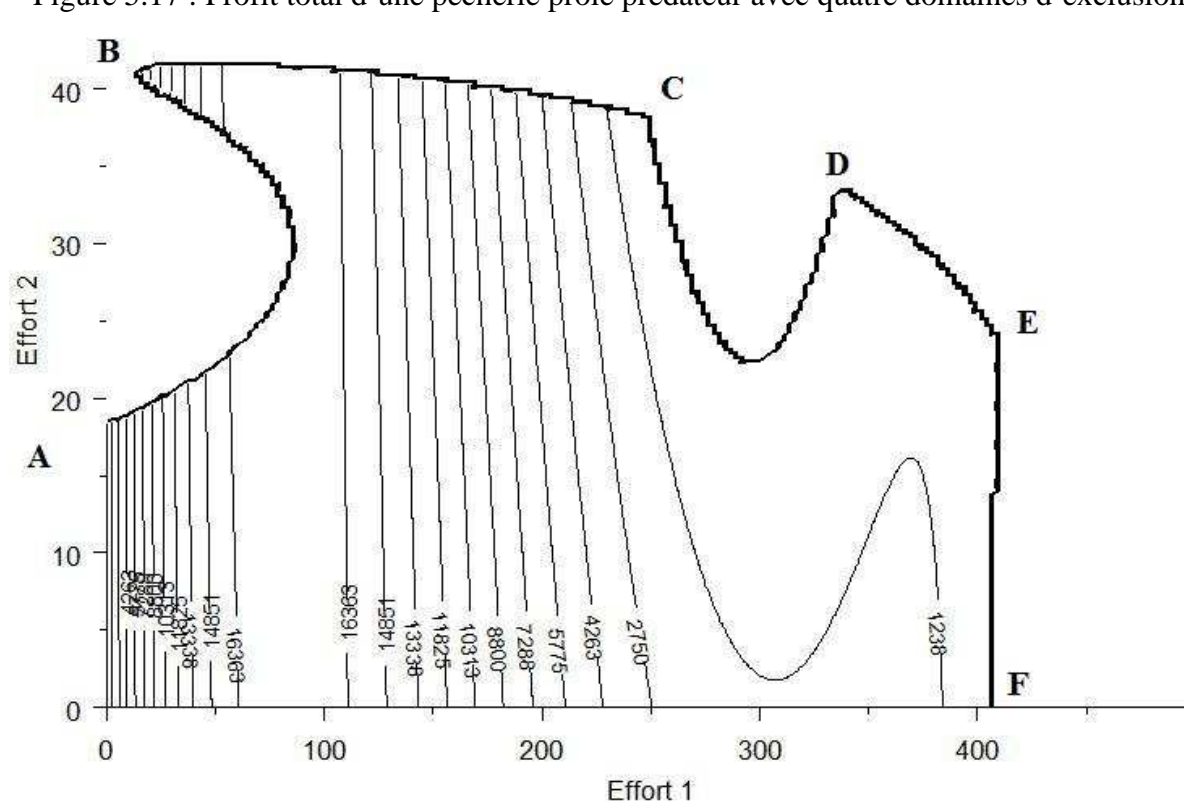
Paramètre :  $r_1=2$ ,  $r_2=1$ ,  $q_1=0.004$ ,  $q_2=0.02$ ,  $K_1=5000$ ,  $K_2=1000$ ,  $b_1=20$ ,  $b_2=40$ ,  $c_1=20$ ,  $c_2=40$  ;  
 Paramètres de demande :  $a_1=-0.004$ ,  $a_2=-0.16$

Dans le golfe de Gascogne, on peut supposer qu'à une époque lointaine la totalité des efforts était limité par une demande faible. En trente ans, la demande a augmenté, on est passé de contraintes liées à des prix trop faibles à des contraintes liées à la rareté. La rareté s'étant installée, les pêcheurs cherchent des substituts dans des espèces moins nobles ou moins accessibles, comme on l'a vu au chapitre 4. On est ainsi passé successivement de la dorade rose, au merlu, à la sole pour en finir à l'anchois en 2005. C'est en partie aussi en raison de cette rareté et de la recherche de substituts que l'aquaculture a pris un tel essor.

Dans le cas d'un modèle proie prédateur, l'existence d'une demande endogène déforme des courbes d'isoprofit pour la proie. Cette courbe peut à l'extrême comporter une zone d'exclusion correspondant à des profits négatifs liés à des prix trop bas. Cette situation peut avoir lieu quand le coût d'exploitation sur la proie  $c_1$  augmente, avec certaines conditions de la courbe de demande. L'exemple de la figure 5.17 illustre une situation dans laquelle on a quatre domaines d'exclusion.

Paramètre de la figure 5.22 :  $r_1=2$ ,  $r_2=1$ ,  $q_1=0.004$ ,  $q_2=0.02$ ,  $K=5000$ ,  $b_1=30$ ,  $b_2=40$ ,  $a=0.0002$ ,  $\alpha=0.2$ ,  $c_1=55$ ,  $c_2=60$ ,  $a_1=-0.01$ ,  $a_2=-0.16$

Figure 5.17 : Profit total d'une pêcherie proie prédateur avec quatre domaines d'exclusion



On observe sur cette figure que la zone d'exploitation est limitée par quatre contraintes :

- Le profit du prédateur est nul ( $\pi_2 = 0$ ), en raison :

(i) de sa rareté dans l'écosystème, représentée par la courbe au départ horizontale (arc BC et DE).

(ii) de l'excès de captures de prédateurs qui fait trop chuter les prix, c'est la zone d'exclusion à gauche (arc AB)

- Le profit de la proie est nul ( $\pi_1 = 0$ ), en raison

(i) de sa rareté dans l'écosystème, ceci est représenté par l'arc EF

(ii) de l'excès de captures qui fait trop chuter les prix, c'est le trou de l'arc CD.

Sur le graphique ci-dessus, on a deux solutions d'accès libre : le point C (250,38) et le point E (410 ; 24). Dans le premier cas d'accès libre représenté par le point C, la pêcherie de proie atteint des profits nuls pour des raisons liées à la demande : les captures sont trop fortes et les prix très faibles (arc CD), le prédateur quant à lui est trop rare dans l'écosystème (arc BC). Dans le second cas représenté par le point E, plus commun aux simulations précédentes, l'effet de rareté prime : le stock de biomasse est trop faible et la proie et le prédateur sont trop rares pour avoir des profits positifs.

Mais ce cas avec quatre contraintes pouvant être saturées est peu probable. L'accentuation d'une contrainte risque d'éliminer une autre contrainte. L'effet d'une trop forte chute des prix

sur le marché pour une espèce peut éliminer l'effet de rareté : une contrainte trop importante sur les prix (arc CD) peut contribuer à éliminer la contrainte représentée par la frontière (EF).

Le scénario suivant illustre, dans un modèle proie prédateur comment un changement de demande en ce qui concerne la proie amène à basculer d'une contrainte liée au prix pour celle-ci à une contrainte liée à sa rareté. Rappelons que les changements d'élasticité revenu observés sur le marché des petits pélagiques au chapitre 4 sur la période récente ont été notables.

#### **4.2. Scénario de changement de la fonction de demande pour la proie avec une interaction proie-prédateur**

Nous avons présenté les évolutions récentes du marché entre 1999 et 2005. Il y avait peu de changements sur le marché des poissons blancs déjà fortement concurrencé, mais on constatait un changement de statut pour le prix des petits pélagiques débarqués par les pêcheurs français qui devenaient des biens de plus en plus nobles, avec des prix qui dépendent de plus en plus des quantités débarquées. Pour simuler une évolution de ce type, nous étudions l'influence d'une modification de la courbe de demande pour la proie correspondant à un changement de statut de celle-ci, en augmentant le coefficient constant  $b_1$  avec une diminution conjointe de l'élasticité  $a_1$ . La fonction de prix pour le prédateur est inchangée. Nous conservons les mêmes paramètres biologiques que pour l'ensemble des simulations du modèle proie-prédateur.

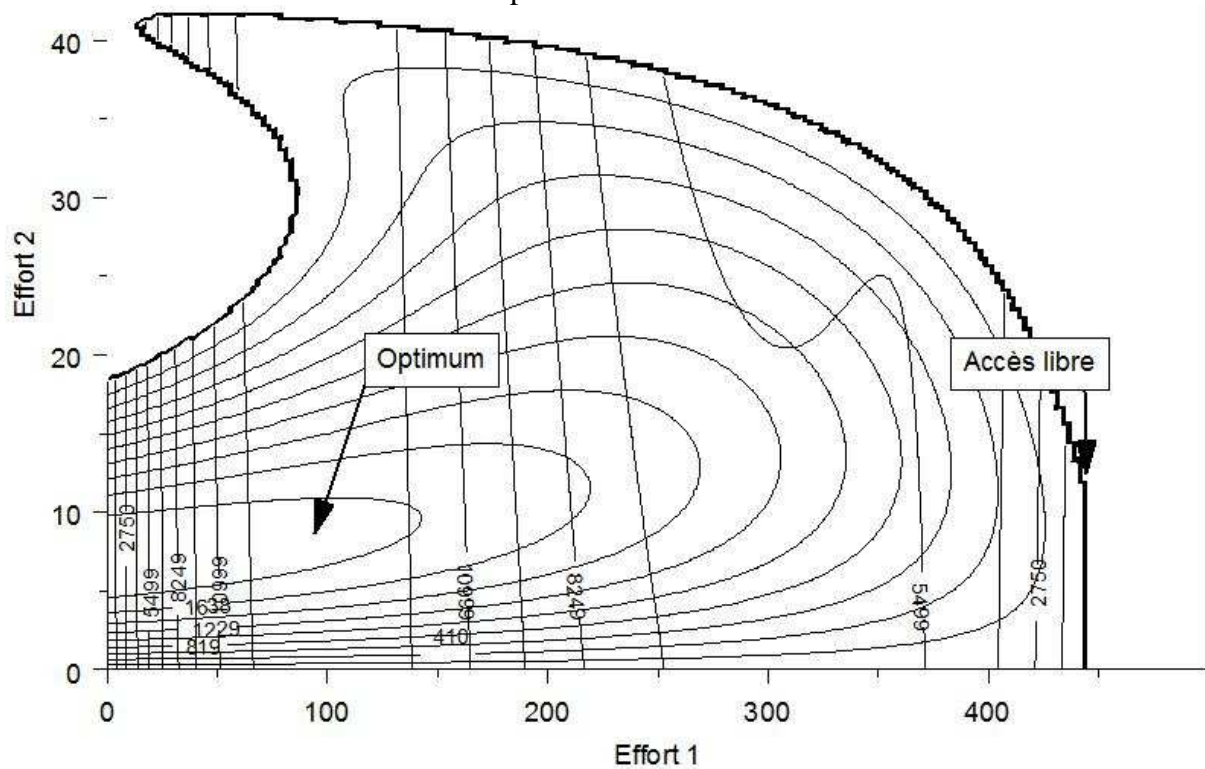
Etat initial :  $r_1=2$ ,  $r_2=1$ ,  $q_1=0.004$ ,  $q_2=0.02$ ,  $K=5000$ ,  $b_1=12$ ,  $b_2=40$ ,  $a=0.0002$ ,  $\alpha=0.2$ ,  $c_1=30$ ,  $c_2=60$ ,  $a_1=-0.004$ ,  $a_2=-0.16$

Etat final :  $b_1=20$ ,  $a_1=-0.006$





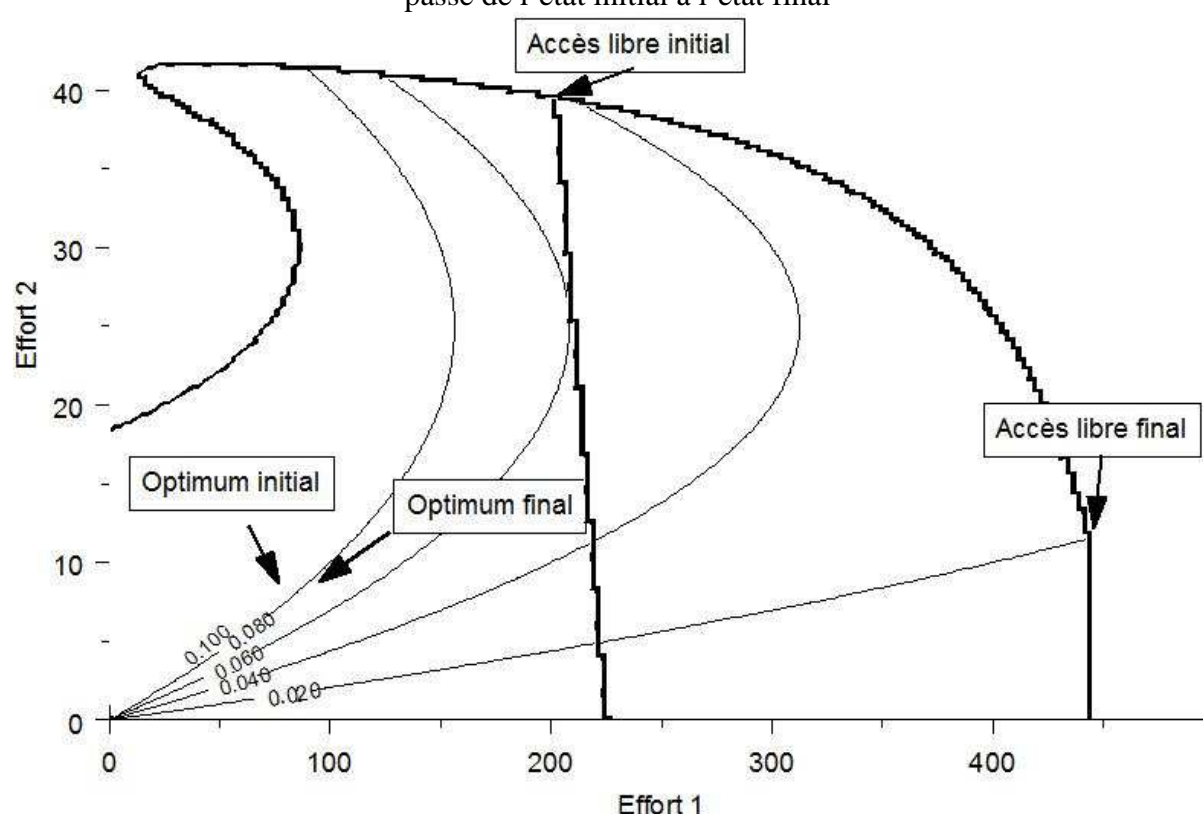
Figure 5.19 : Profits de l'espèce proie et prédateur, et équilibre à l'optimum et en libre accès pour l'état final



Sur la figure 5.19, la forme des courbes d'isoprofit pour la proie se décale vers la droite : l'optimum et l'accès libre final sont à des niveaux d'effort pour la proie plus forts.

Le changement de la fonction du prix de demande pour la proie décale fortement la droite correspondant à l'accès libre pour la proie ( $\pi_1 = 0$ ) vers des efforts élevés, surtout sous l'effet du paramètre  $b_1$  qui est passé de 12 à 20. Le paramètre  $a_1$  qui passe de -0.004 à -0.006 augmente la pente de la droite de demande : les quantités débarquées influencent plus fortement les prix. Ceci accentue la déformation de la courbe des isoprofits ( $\pi_1 = 5499$ ) qu'on observe autour du point  $(E_1, E_2) = (300, 20)$  sur la figure ci-dessus. A l'extrême, cela peut créer une zone d'exclusion, avec des profits négatifs pour la proie en raison de la surabondance de celles-ci, comme illustré sur la figure 5.20.

Figure 5.20 : Changement du domaine de définition, de l'optimum et du libre accès quand on passe de l'état initial à l'état final



Le tableau 5.6 fait le récapitulatif des variables clés pour les deux situations envisagées.

Tableau 5.6 : Récapitulatif des états

Régime	$E_1$	$E_2$	$L_1$	$L_2$	$B_1$	$B_2$	Profit total	$L_2/L_1$	$B_2/B_1$
Initial									
Accès libre	202.5	39.5	2360	97	2 914	122	0	0.041	0.042
Optimum	77.5	8.5	1 209	110	3 901	648	8 292	0.091	0.166
Final									
Accès libre	442.5	11.75	945	19	534	82	0	0.020	0.154
Optimum	95	8.75	1422	108	3 741	617	15 386	0.076	0.165

En accès libre, le niveau d'effort pour la proie double, pour une diminution de plus de moitié des captures. Le niveau d'effort porté sur le prédateur diminue en raison de la raréfaction de la biomasse des proies. Le passage à l'état final amène à une situation très dégradée pour les biomasses de prédateur et de proie en accès libre. Le paramètre  $b_1$  est la cause de ce premier phénomène.

A l'optimum, l'effort sur le prédateur se maintient et le niveau d'effort porté sur la proie augmente en raison de l'augmentation du paramètre d'ordonnée à l'origine  $b_1$ . Le profit double presque pour ce nouvel équilibre.

On note également une diminution sensible du rapport  $L_2/L_1$  en accès libre comme pour la situation à l'optimum, ce qui correspond encore une fois à un effet « Fishing Down ». On est à l'état final en accès libre dans un état de délabrement total des biomasses du prédateur et de la proie.

La dégradation de l'écosystème entraîne dans cet exemple une augmentation de la valeur totale : suite au changement de la demande pour la proie et à sa réévaluation, les prix passent pour le prédateur de  $p_1=2.56$  à  $p_1=14.33$  et pour la proie de  $p_2=24.48$  à  $p_2=36.96$ . La valeur totale générée par la pêche passe de 8416 à l'état initial à 12 244 à l'état final. Dans cet exemple, les espèces proies deviennent des substituts de plus en plus intéressants et leurs prix augmentent à leur tour, ce qui produit l'effet masquant de la perte de valeur liée à la dégradation de l'écosystème citée par Sumaila (1998).

## Conclusion du chapitre 5

L'exploitation d'une pêcherie dépend de façon simultanée de l'importance des stocks dans l'écosystème marin, des efforts des pêcheurs sur chacune des espèces, de la nature de la demande et enfin des choix de régulations faits par la puissance publique. Comme l'ensemble de ces paramètres interagissent entre eux, il n'est pas possible d'analyser un tel système sans développer une approche globale de modélisation bio - économique. Le modèle que nous avons développé pour une situation simplifiée de deux espèces en compétition ou en situation proie prédateur peut être utilisé pour analyser les équilibres de marché dans les cas classiques de l'accès libre, de l'optimum, de l'accès régulé et éventuellement d'un quota. Il permet également de simuler la réponse du système à des variations de paramètres. Ces simulations numériques peuvent alors nous expliquer des réponses du système à des évolutions de technique, de prix et de mode de régulation.

En se basant sur les hypothèses de Gordon-Schaefer, le modèle représente l'ensemble des variables dans l'espace des efforts. Ceci permet de décrire pour chaque valeur de l'effort les variables biologiques de stock et de capture uniquement en fonction des paramètres de la biologie et du paramètre technique de capturabilité. Les lois biologiques retenues sont classiques : loi de Verhulst pour l'équation logistique de base, afin de tenir compte de la vitesse de croissance et de la charge maximale de l'écosystème, lois de Gause pour la compétition biologique et de May pour le système proie prédateur.

L'analyse des modèles biologiques lorsque l'effort est considéré comme exogène montre que l'augmentation de la capturabilité conduit à une baisse du ratio de la biomasse du prédateur sur la biomasse de la proie dans le modèle proie prédateur. Par contre, pour le modèle de compétition entre espèces, l'évolution du ratio des biomasses dépend des paramètres biologiques du modèle. Pour tenir compte de l'influence de l'économie sur l'équilibre du système et des niveaux d'efforts en particulier, il est nécessaire de considérer ceux-ci comme des variables endogènes. Le prix et le profit sont alors représentés dans un espace à trois

dimensions par des surfaces dont la forme dépend du système d'équations et de la valeur des paramètres. Sur la surface des profits, l'optimum économique correspond alors au maximum et la situation d'accès libre aux valeurs nulles du profit pour les efforts maximums soutenables.

Les simulations se font en statique comparative, c'est-à-dire que nous pouvons comparer l'état final à l'état initial après avoir fait varier un paramètre, mais la vitesse d'évolution entre l'état initial et final ne peut pas être connue dans cette approche simplifiée. Néanmoins, nous avons pu simuler les réponses du système à un certain nombre de variations de paramètres clés, censés représenter les évolutions observées dans les pêcheries au niveau mondial et également dans celles du golfe de Gascogne dans la période de 30 ans étudiée au cours des chapitres précédents. Les évolutions les plus pertinentes correspondent à la situation proie prédateur qui simule les évolutions du marché des petits pélagiques et des poissons blancs. Le modèle permet en particulier de suivre l'évolution du ratio entre les captures de la proie et celles du prédateur, ainsi que l'évolution des stocks de ces deux espèces. Nous pouvons expliquer en particulier l'effet de la descente dans la chaîne trophique sur les débarquements mis en évidence par Pauly. En accès libre, cette descente (Fishing down the Food Webs) est en particulier observée quand la capturabilité augmente. Dans ce cas, un appauvrissement de l'écosystème peut également être constaté, mais cette baisse affecte de façon équivalente les stocks de proie et de prédateur, sans modifier le ratio des stocks de biomasse. On peut donc observer que l'effet de structure sur les captures n'est pas identique à celui observé sur la structure des stocks<sup>7</sup>. Cette simulation reflète partiellement la tendance à la baisse du niveau trophique des débarquements observée dans le golfe de Gascogne entre 1985 et 2002, les débarquements en volume de pélagiques et de poissons démersaux représentaient respectivement 30 % et 40 % des tonnages en 1985, ils sont passés à 60 % et 20 % en 2002<sup>8</sup>.

Des variations de prix peuvent également avoir des conséquences sur les débarquements. Une hausse du prix du prédateur conduit à une augmentation des débarquements de celui-ci et à un effet « fishing up », jusqu'à une valeur palier<sup>9</sup>. Au-delà de ce palier, les captures de prédateur diminuent avec l'augmentation du prix et on a un effet de « fishing down ». Ce type d'évolution de l'indice trophique, avec un maximum dans les années 70, est observé par Pauly dans certaines zones maritimes FAO. Dans le golfe de Gascogne, la hausse des prix observée de 1973 à 1992 explique l'augmentation des débarquements en poissons nobles et le palier du niveau trophique moyen jusqu'à la moitié des années 80, suivi d'un effet « Fishing Down » observé par la suite.

Dans le cas du modèle de compétition biologique, les courbes de ratios de captures entre le poisson cher et moins cher sont plus complexes et dépendent fortement des paramètres

---

<sup>7</sup> Cela confirme la position de Caddy dans le débat cité en introduction qui l'a opposé à Pauly

<sup>8</sup> Cf. figure 4.2 chapitre 4

<sup>9</sup> Cette valeur palier correspond à la moitié de l'effort maximal sur le prédateur, défini comme le ratio du taux de croissance par la capturabilité du prédateur.

choisis. Dans notre exemple, on observe une tendance à l'augmentation du ratio poissons cher/ poisson bon marché quand les prix augmentent.

Par contre, une crise rapide et brutale est mal prise en compte par le modèle qui suppose une stabilité biologique.

On observe après 1999 que les poissons blancs restent fortement concurrencés et ont une élasticité revenu élevée, mais stable. Par contre, l'élasticité revenu des petits pélagiques augmente, montrant que ceux-ci deviennent des biens de plus en plus appréciés. On simule une telle situation dans un modèle proie-prédateur en considérant les prix comme endogènes et en faisant varier la courbe de prix pour la proie. Si, à l'état initial, les débarquements sont relativement importants pour un effort modéré avec un stock en bon état, à l'état final, malgré une augmentation importante de l'effort, les débarquements diminuent de façon drastique et le stock est en danger. Ceci s'accompagne également d'un effet « fishing down ». Cette simulation est à mettre en relation avec les observations du chapitre 4 qui ont montré des « chocs » apparents pour l'élasticité dépense de la morue importée et de l'anchois qui avaient subi tous deux un effondrement des stocks et par conséquent un choc structurel : on est passé, semble-t-il pour ces deux espèces, d'une contrainte où le prix est déterminé par la demande à une contrainte de rareté du stock.

Nous avons également testé l'effet d'une politique de quota sur la pêche du prédateur. On constate que, si le quota permet de contraindre la pêcherie de prédateur et de reconstituer le stock, cela n'améliore pas l'état des stocks de proie ; le profit reste très inférieur à celui qui serait obtenu à un niveau d'effort optimal. En ne contrôlant que les débarquements, il est très difficile de reconstituer les stocks au niveau de ce qu'ils seraient à l'optimum économique, notamment parce qu'ils ne sont pas définis pour chaque espèce, et parce qu'ils n'intègrent pas les changements liés aux évolutions des prix ou des technologies.

L'approche globale que nous avons développée nous permet de comparer des situations d'équilibres après variations d'un paramètre et explique un certain nombre de tendances observées dans le Golfe, notamment la descente trophique observée à partir de la fin des années 80.

Cette vision de succession d'équilibres permet de décrire les phénomènes de long terme observés. Mais on peut également voir l'exploitation dans le Golfe comme la succession d'exploitation d'espèces économiquement de moins en moins intéressantes, ceci dépendant du prix des espèces, des coûts d'exploitation, mais aussi des substituts qui existent ou apparaissent au fur et à mesure que l'espèce se raréfie. Au cours du chapitre 3, nous avons par exemple observé des variations de chiffre d'affaires dans le temps, puis les avons interprétées avec l'hypothèse que les pêcheurs s'adaptent au contexte. Ces deux types d'approches sont complémentaires. Les pêcheurs s'adaptent de manière continue à la fois au contexte et à l'évolution de celui-ci, mais l'observation des dynamiques globales permet également de comprendre les mécanismes économiques et comportementaux à l'œuvre.



Conclusion générale :





Les statistiques de la FAO montrent qu'en raison de la surexploitation qui a lieu sur la totalité des océans de la terre, de nombreuses espèces marines sont aujourd'hui dans un état critique. Daniel Pauly a analysé ce phénomène mondial en expliquant que la surexploitation touche d'abord les espèces prédatrices, puis les espèces situées à un niveau plus bas sur l'échelle trophique. Ce phénomène de descente du niveau trophique moyen des débarquements, qu'il a baptisé « Fishing down the food webs », peut s'observer sans augmentation substantielle du niveau des débarquements. La mise en évidence de ce phénomène de substitution a amené la communauté scientifique et les décideurs politiques à réaliser que la dégradation de l'écosystème constatée à travers les débarquements ne pouvait pas être observée seulement globalement, mais devait être considéré d'un point de vue structurel.

L'objectif de cette thèse a été d'élargir l'analyse conduite par Pauly à une approche centrée sur l'activité économique des pêcheries permettant d'interpréter l'influence des paramètres économiques, en s'appuyant sur le cas d'étude de la pêche française dans le golfe de Gascogne.

Pour cela, deux approches complémentaires ont été développées : une analyse des séries de données disponibles depuis 1973 et une modélisation prenant en compte les interactions entre les différents paramètres techniques, biologiques ou économiques et les débarquements. Ces approches nous ont permis de tirer deux conclusions principales.

L'analyse des séries de données démontre qu'au moins depuis les années 1980, les débarquements issus du golfe de Gascogne n'échappent pas au phénomène de descente dans les niveaux trophiques même si, depuis cette date, les quantités débarquées sont relativement stables. Ce phénomène apparaît bien comme une rupture par rapport à la période précédente, de 1973 à 1980, où la hausse des débarquements se faisait à niveau trophique constant.

Ce phénomène de descente dans les niveaux trophiques est expliqué et simulé par une analyse théorique basée sur un modèle en statique comparative reprenant les hypothèses de Gordon-Schaefer. Dans ce modèle, les stocks de deux espèces interagissent à travers des relations de prédation ou de compétition, les efforts de pêche, le prix du marché et le type de régulation.

Nous avons analysé l'hypothèse de Pauly (1998), pour qui les données de débarquement sont des indicateurs de l'écosystème et reflètent les changements des stocks. Pour celui-ci, les correspondances entre l'abondance relative dans les débarquements et dans l'écosystème sont devenues la règle depuis que les pêcheries se sont mondialisées et intégrées à des marchés globaux. On a montré que cette hypothèse s'applique dans le cadre d'un modèle proie-prédateur lorsque l'effort est exogène : une augmentation de celui-ci ou de la capturabilité amène alors à la baisse du niveau trophique des débarquements et des stocks. L'argument de Pauly peut être retenu dans le cadre d'une phase d'augmentation homogène de l'effort mondial, comme cela a été le cas lors de l'expansion mondiale de l'exploitation des océans.

Par contre, notre modélisation montre que lorsqu'on tient compte des interactions entre exploitation, écosystème, régulations et marchés avec un effort considéré comme endogène, les changements observés dans la structure des stocks et dans la structure des captures ne sont pas identiques. Ils vont parfois même dans des sens opposés. Dans un modèle proie-prédateur, les augmentations de la capturabilité, du prix de l'espèce prédatrice ou de la demande de proies, amenant celles-ci à passer dans des états de surexploitation, provoquent la baisse du niveau trophique des débarquements. Cette baisse s'accompagne d'une baisse du niveau des stocks, mais la structure des stocks mesurée par le ratio prédateur/proie n'évolue pas forcément dans le même sens que la structure des débarquements. Il n'est donc pas possible de considérer que la structure des débarquements est un indicateur pertinent permettant d'accéder à la structure des stocks.

Pour aboutir à une exploitation statistique satisfaisante des données, il a été nécessaire de consolider les données les plus anciennes et de tenir compte de la diversité des sources. Nous disposons des données de capture des zones maritimes VIII a et VIII b constituant le golfe de Gascogne, des données de débarquement dans les quartiers maritimes allant de Douarnenez à Bayonne et des données de commercialisation pour la vingtaine de criées de la façade. Malgré les difficultés liées au chevauchement des données, il existe malgré tout une possibilité d'isoler des flux et d'observer le contexte et les mouvements des flottilles françaises exploitant dans les eaux du golfe, en distinguant deux niveaux d'observation : l'Atlantique Nord-est et le golfe de Gascogne. Les navires français immatriculés sur la façade du golfe opèrent au delà du golfe ; ainsi, en 2006, ils ont pêché pour 47 % en volume dans le golfe (VIIIab) et 53 % dans les zones plus septentrionales, essentiellement de la Mer Celtique et de la Manche. Ces grands agrégats masquent le fait que les navires de petite taille restent dans les zones côtières et que les navires de plus grande taille exploitent aussi en dehors du golfe. Seule une partie de la production est débarquée sous forme de pêche fraîche dans les ports de la façade du golfe, dont environ 102 000 tonnes sont vendues en halles à marée.

La descente trophique des débarquements moyens, mise en évidence par l'analyse des séries temporelles présentée dans les chapitres 2 et 4, est observée pour la flotte française opérant dans l'Atlantique Nord-est et le golfe de Gascogne. Cette descente débute de façon notable à la fin des années 80. Elle recouvre cependant des évolutions plus complexes que l'on met en évidence dans un premier temps en regroupant les débarquements par grand type d'espèces. La part relative des espèces pélagiques dans les débarquements augmente sur l'ensemble de la façade comme dans le golfe de Gascogne. Cela se fait au détriment des espèces démersales pour l'Atlantique Nord-est et pour ce qui concerne le golfe de Gascogne au détriment des espèces démersales et benthiques. Notons par ailleurs que la part de captures du golfe de Gascogne dans les débarquements de poissons totaux de la façade Atlantique Nord Est augmente, passant de 19 % à 30 % sur la période d'étude 1973-2002, principalement en raison du poids croissant des espèces pélagiques.

Afin d'analyser la structure des débarquements sans faire de regroupement d'espèces ni chercher à établir de relation de causalité a priori, on a développé au chapitre 4 une méthode

d'analyse en composantes principales, axée sur la modification de la composition des débarquements, complétée par la projection des variables bio-géographiques et des classes de prix sur l'espace défini. Cette analyse permet de démontrer que les années s'enchainent de manière logique et qu'il existe une tendance longue entre la fin des années 80 et 2005 à l'exploitation séquentielle d'espèce de haut niveau trophique et/ou de prix élevé vers des espèces de bas niveau trophique et de prix plus bas. Le golfe suit la même tendance que l'Atlantique Nord-est, avec 4 à 5 ans de décalage. Entre 1985 et environ 2002, l'exploitation française dans le golfe de Gascogne est passée progressivement de l'exploitation d'espèces à prix élevé vers celle d'espèces à prix bas. Il n'existe pas de relation simple entre le niveau trophique et les prix par espèce, on l'observe notamment pour les squales ou les poissons plats. Toutefois, quand on considère les débarquements par espèce pondérés par les volumes débarqués, on observe pour les débarquements du golfe un lien entre le niveau trophique des espèces et leurs prix. Il y a eu en particulier au cours de la période 1985 -2002 à la fois une succession de l'exploitation d'espèces de niveau trophique élevé vers des espèces de bas niveau trophique et un passage d'espèces de prix élevé à des espèces de prix bas.

Ces évolutions globales masquent le comportement individuel des acteurs économiques, ce dernier a été mis en évidence au chapitre 3. A partir de données disponibles pour trois flottilles chalutières sud bretonnes entre 1990 et 2003 représentant plus de la moitié des chalutiers immatriculés dans la façade du golfe, la contribution des principales variables sur leur chiffre d'affaires a été mesurée. Pour cela, nous avons repris et adapté une méthode issue de la théorie des indices et de la décomposition par facteurs du chiffre d'affaires. La contribution principale à la variation du chiffre d'affaires a été la baisse de la jauge totale pour les segments de 12-16 et des 16-20 mètres, le segment des 20-24 mètres restant stable. On a démontré que les chocs liés à la crise des prix ou aux variations d'abondance ont été vécus différemment par les flottilles qui exploitent dans des zones différentes des espèces différentes. Ainsi, si toutes les flottilles ont porté progressivement leur effort sur la langoustine, ce transfert d'effort apparent a été plus important pour les plus petits segments de taille. Les pêcheurs s'adaptent aux fluctuations des prix sur le marché, de manière différenciée selon le type de flottille.

L'analyse de l'évolution de la productivité apparente pour des échantillons constants de ces classes de navires a montré, quant à elle, que les segments de plus forte taille ont été les plus touchés par l'augmentation du coût du gasoil.

Afin d'analyser des trajectoires économiques de long terme, le modèle présentée au chapitre 5 permet de visualiser et de quantifier l'ensemble des niveaux d'efforts possibles, et analyse les équilibres de marché dans les cas classiques de l'accès libre, de l'optimum, de l'accès régulé et éventuellement d'un quota. On détermine ensuite l'évolution de l'équilibre sous l'effet du changement d'un paramètre comme la capturabilité, les prix ou le type de régulation. Ce modèle, qui présente l'avantage de sa simplicité, permet de simuler les effets essentiels de report d'effort entre les espèces.

La capturabilité est le premier paramètre dont on teste l'influence. Elle reflète l'augmentation du progrès technique continu qu'ont connu les pêcheries françaises. En effet, si les effectifs de marins et de bateaux ont baissé, en particulier pour les navires de petite taille, cette baisse a été compensée par une augmentation de la jauge ou de la puissance moyenne entre 1987 et 1992 durant le deuxième Plan d'Orientation Pluriannuel (POP II). Les progrès technologiques continuent actuellement à faire progresser la production par unité de jauge.

Le modèle simule un effet « Fishing down » sous l'effet de l'augmentation de la capturabilité. Ce constat est vérifié en accès libre ou à l'optimum économique, que ce soit pour un modèle proie prédateur ou un modèle de compétition entre espèces. Ce modèle s'accompagne d'une baisse des prélèvements pour les deux espèces dans le cas d'un accès libre. L'effet d'une augmentation homogène du progrès technique affecte de façon différenciée la proie et le prédateur, en faisant baisser de manière plus importante les prélèvements de prédateur. Dans le cas du modèle proie-prédateur, si le ratio proie/prédateur baisse pour les débarquements, il n'en est pas de même pour les stocks qui baissent de manière homogène. Le ratio des débarquements n'est donc pas toujours, comme l'avait précisé Caddy, un indicateur pertinent de l'évolution des ratios des stocks.

Le deuxième paramètre testé par le modèle est le prix, considéré dans un premier temps comme exogène. Nous avons testé en particulier l'influence des prix sur le niveau trophique des débarquements. Sur la période d'étude, l'évolution des prix moyens s'est déroulée en trois temps. Après une augmentation entre 1973 et 1989, ils ont brutalement chuté entre 1989 et 1994 pour remonter par la suite. La période de baisse des prix a fortement impacté les chiffres d'affaires et les excédents bruts d'exploitation. Ces derniers, après une période de stabilisation, baissent à nouveau depuis 2003, mais cette fois en raison de l'augmentation des coûts du gasoil.

La crise des prix, qui a connu son point culminant en 1993, a été liée à de fortes variations de taux de change de pays importateurs et exportateurs, à l'ouverture du commerce des produits de la mer sur le marché européen et au développement des produits de l'aquaculture, notamment du saumon frais qui a amené une concurrence forte avec les poissons blancs. La crise des prix a eu des effets très différenciés selon les espèces. Sous l'effet de la rareté accrue des poissons blancs et de l'augmentation de leurs prix, de nouvelles filières d'importation se sont développées sur le marché français, venant concurrencer en premier lieu ces poissons nobles et exerçant alors une forte pression sur leurs prix.

Pour démontrer que le caractère économique déterminait fortement les trajectoires d'exploitation des flottilles, nous avons fait dans la seconde partie du chapitre 4 l'analyse, pour le marché du poisson frais, de l'influence des importations sur les débarquements des flottilles exploitant sur la façade du golfe, ceci pour deux marchés ayant fortement changé : le marché des poissons blancs et le marché des petits pélagiques. Pour observer une évolution dans le temps, la comparaison s'est faite à partir de données mensuelles de deux périodes : de 1999 à 2002 et de 2002 à 2005, au moyen d'un modèle de demande quasi idéale (AIDS). A

partir de l'analyse des élasticités dépense et substitution, il s'avère que les poissons frais, en particulier la morue et l'églefin débarqués par les flottes françaises conservent un statut de bien noble, ceci malgré la concurrence forte du saumon qui reste le bien le plus noble de ce marché. Les petits pélagiques débarqués par les flottes françaises deviennent plus attrayants, mais ce changement de statut pourrait masquer un changement systémique : l'élasticité dépense, auparavant déterminée par la demande des consommateurs, pourrait, en raison de la raréfaction des espèces, être déterminée par le niveau des stocks liés à la surexploitation des flottes.

Le modèle simule des changements de prix exogènes sur le prédateur. Dans le modèle proie/prédateur, nous avons fait varier le prix du prédateur dans une large gamme de prix. En accès libre, lorsque les prix sont bas et correspondent à un effort sur le prédateur situé en dessous de l'effort maximum soutenable (MSY), l'augmentation du prix du prédateur contribue à augmenter les captures et entraîne une baisse du stock de celui-ci. Les prélèvements de proie restent stables et il se produit un effet « Fishing Up ». Lorsque le niveau des prix conduit à des efforts supérieurs au niveau maximum soutenable, l'augmentation du prix produit alors un effet « Fishing Down », c'est-à-dire une baisse du ratio des prédateurs dans les débarquements.

Ce type d'évolution a été observé par Pauly pour les zones maritimes FAO du Pacifique Nord et de l'Atlantique Nord Ouest et Centre Ouest. Rappelons que dans le golfe de Gascogne, une telle tendance se retrouve avec un niveau trophique constant de 1973 à 1982 et une baisse régulière depuis cette date. La brutalité de la chute des prix observée entre 1992 et 1994 a eu des conséquences relativement mal expliquées par notre modèle dans la mesure où la variation des prix est beaucoup plus rapide que l'ajustement des équilibres biologiques. Il n'explique pas en particulier l'augmentation des débarquements de poissons pélagiques alors que les débarquements de poissons benthiques et démersaux baissent sur la période. Ce phénomène peut être expliqué par un report de l'effort des pêcheurs sur des espèces pélagiques dont les prix sont moins touchés. Il est à noter que le modèle à l'équilibre biologique est un modèle de long terme, qui n'est pas forcément adapté à un changement de prix de court terme : le stock peut mettre quelques années avant de s'effondrer. Sur un court terme, une augmentation de l'effort liée à un prix plus élevé peut donc amener une augmentation des débarquements, même si les débarquements sur un plus long terme finiront par chuter.

Nous avons simulé grâce au modèle les conséquences d'un changement de la demande quand les prix sont endogènes aux quantités débarquées. Une réappréciation de l'espèce proie a été simulée par une évolution de la fonction du prix de demande de celle-ci, la rendant plus inélastique. Cet effet est observé dans le chapitre 4 quand l'anchois français a vu ses stocks s'effondrer entre les périodes 1999-2002 et 2002-2005 : l'élasticité dépense de celui-ci a fortement augmenté, lui donnant un statut d'espèce plus noble et masquant ainsi la perte de valeur économique liée à l'effondrement du stock. Elle peut modifier fortement la structure à l'équilibre. On passe ainsi d'une situation d'accès libre avec une proie peu exploitée et ayant

des prix bas en raison de son statut peu attractif à un état de surexploitation de la proie, ayant un prix fort en raison de sa rareté. Ceci a également pour conséquence un effet « Fishing Down », la rareté de la proie affectant également le stock de prédateur.

Les effets d'une politique de quota sur la pêche du prédateur ont été testés. Si cette politique permet de reconstituer le stock de prédateur, cela n'améliore pas l'état du stock de proie et les gains de long terme liés à cette contrainte restent faibles par rapport aux profits que permettrait une exploitation à l'optimum économique. Cette simulation montre que l'absence de restriction sur l'espèce proie sape l'effet des restrictions imposées aux pêcheurs de prédateur. Il est donc essentiel de suivre l'état des stocks pour avoir un diagnostic et une politique de régulation efficace. Rappelons que les abondances recensées par le CIEM pour les principales espèces commerciales exploitées par les flottilles du golfe décroissent entre 1985 et 2007 et sont, hormis la langoustine, dans des états de surexploitation.

Cette succession d'équilibres décrite par le modèle permet de simuler la plupart des phénomènes de long terme observés. Mais on peut également voir l'exploitation dans le golfe comme la succession d'exploitation d'espèces de moins en moins rentables, la rentabilité dépendant du prix des espèces, des coûts d'exploitation, mais aussi des substituts qui existent ou apparaissent au fur et à mesure que l'espèce se raréfie. Comme nous l'avons montré au cours du chapitre 3, les évolutions de court terme peuvent s'expliquer par la capacité qu'ont les pêcheurs de s'adapter aux fluctuations de marché ou de biomasse.

Ces deux types d'approches sont complémentaires. Les pêcheurs s'adaptent de manière continue à la fois au contexte et à l'évolution de celui-ci, mais l'observation des dynamiques globales permet également de comprendre l'importance des mécanismes économiques et biologiques dans la trajectoire économique des pêcheries.

Le modèle pourrait probablement être amélioré, en prenant mieux en compte d'une part la complexité de la réalité biologique du golfe de Gascogne et d'autre part la diversité des flottilles exploitant dans cette zone. En effet, peu d'espèces présentes dans les 10 premières exploitées par les flottilles du golfe ont des relations trophiques marquées. Il faudrait pour ces espèces majeures disposer de lois biologiques plus proches de la réalité. Il faudrait également mieux prendre en compte les phénomènes d'upwelling ou de changement climatique à l'œuvre qui sont susceptibles de modifier fortement le niveau de stocks, en particulier pour les espèces de petits pélagiques comme l'anchois. De même, la prise en compte plus fine de la diversité des flottilles et de leurs débouchés commerciaux est nécessaire. Cela permettrait de comprendre les conséquences des aspects conjoncturels comme la variation du prix du gasoil ou les contrecoups d'une crise des prix. Il n'en reste pas moins qu'un modèle simple permet de comprendre l'évolution de long terme de l'écosystème, des débarquements et de l'effort de pêche.

Bibliographie





- ACFM, (1998) Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management, Advisory Committee on the Marine Environment and Advisory Committee on Ecosystems, ICES Advice
- Anderson L.G., (1975) Analysis of open-access commercial exploitation and maximum economic yield in biologically and technologically interdependent fisheries. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 32 : 1825-1842
- Asche, G., Bremnes, H., and Wessells C. R., (1999) Product aggregation, market integration and relationships between prices: An application to world salmon markets, *American Journal of Agricultural Economics*, 81 : 568-81
- Asche F., Wessells C.R., (1997) On price Indices in the Almost Ideal Demand System, *American Journal of Agricultural Economics* 79 : 1182-1185
- Barten A. P., Bettendorf L. J. (1989) Price formation of fish An application of an Inverse Demand System, *European Economic Review*, 33 : 1509-1525
- Berthou P., Daurès F., Demanèche S., (2005) A methodology for the assessment of small scale fisheries in Europe. Paper presented to the workshop on Small scale fisheries, Kavala, September
- Berthou P., Daurès F., Merrien C., et al., (2003) Synthèse des pêcheries 2002, Flotte mer du Nord-Manche-Atlantique, Ifremer
- Berthou P., Daurès F., Merrien C, et al., (2005) Synthèse des pêcheries 2003, Flotte mer du Nord-Manche-Atlantique, Ifremer
- Beverton R. J. H., Holt S. J., (1957) On the Dynamics of Exploited Fish Populations, *Fishery Investigations Series II, Volume XIX*, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food
- Blanciforti L., Green R. (1983) An almost ideal demand system incorporating habits : An analysis of expenditures on food and aggregate commodity groups, *The Review of Economics and Statistics* 65(3) : 511-515
- Blanchard F., Thébaud O., Chevaillier P., et al., (2006) Effets de la pêche et du réchauffement climatique sur le peuplement de poissons du golfe de Gascogne et conséquences pour les pêcheries. Programme IFB-GICC biodiversité et changement global, réponses adaptatives au changement global : résultats et prospective, actes du colloque de restitution, Paris, 18-20 septembre 2006, p. 86-90
- Blanchard F., Vandermeirsch F., (2005) Warming and exponential abundance increase of the subtropical fish *Capros aper* in the bay of Biscay (1973-2002), *Comptes-rendus de l'académie des sciences*, 328 :505-509
- Boncoeur, J., Mesnil B., (1999) Surexploitation des stocks et conflits dans le secteur des pêches. Une discussion du “triangle des paradigmes” d’Anthony Charles dans le contexte européen, *Informations et commentaires* no 107, p. 10-17 (reproduit in *Problèmes économiques* no 2650, 2 février 2000, p. 5-9)
- Boncoeur, J., Coglan L., Le Gallic B. et al., (2000) On the (Ir)Relevance of Rates of Return Measures of Economic Performances to Small Boats, *Fisheries Research*, 49 : 105-115
- Boncoeur, J., Fifas S., Le Gallic B., (2000) Un modèle bioéconomique d’évaluation du coût social des rejets au sein d’une pêcherie complexe, *Économie et prévision* 143-144, avril-juin 2000/2-3, p. 185-199
- Boncoeur J., (2003) Chapitre 1 (« Le constat », avec Troadec J.P. et Boucher J.), chapitre 2 (« Le mécanisme de la surexploitation des ressources halieutiques ») et chapitre 3 (« La

- régulation de l'accès », avec Troadec J.P.) de Laubier L. (Ed.) Exploitation et surexploitation des ressources marines vivantes, Académie des Sciences RST n°17, décembre 2003. Editions Lavoisier, Paris, p. 15-56, 57-70 et 355-394
- Boncoeur J., Mesnil B., (2000) Quelle politique de la pêche ? L'exemple de l'Union européenne, 2 fév. 2000, Problèmes économiques n°2650
- Boncoeur, J., Daurès F., Guyader O. et al., (2005) Comparing bookkeeping and field survey methods for assessing fishing fleets economic performance. A case study of Brittany fishing fleets (France), in 12ème conférence biennale de l'IIFET, Tokyo, 20-30 juillet 2003. Proceedings of the 12th Biennial conference of the IIFET, JIFRS / TUMSAT (CD-ROM)
- Bos S., (2007) Captures dans l'Atlantique du Nord-Est en 2006, Données en bref, AGRICULTURE ET PECHE 22/2007, Eurostat
- Brunel T., (2006) Analyse des déterminants environnementaux de la variabilité du recrutement - Approche macroécologique appliquée aux populations exploitées du Nord-Est Atlantique, Thèse de Doctorat Halieutique, Ensa-Rennes
- Caddy J.-F., (1998) How Pervasive Is "Fishing down Marine Food Webs, Science, 282(5393) : 1383
- Caddy J.-F., Garibaldi L. (2000) Apparent changes in the trophic composition of world marine harvest: the perspective from the FAO capture database, Ocean and Coastal Management, 43 : 615-655
- Cailliez F., Pages J.P, (1976) Introduction à l'Analyse des Données, Smash, Paris, 616 p.
- Chalfant J., (1987) A Globally Flexible, Almost Ideal Demand System, Journal of Business & Economic Statistics, 5 (April 1987) : 233-42
- Chassot E., (2005) Approche Ecosystémique des Pêches : de l'utilisation d'indicateurs à la simulation théorique ; vers un modèle couplé écologie / économie appliqué au Finistère, Thèse de Doctorat Halieutique, Ensa-Rennes Organisme d'accueil : Département Halieutique, Agrocampus Rennes
- Chevalier M., (2003) Chain Fisher Volume Index Methodology, Statistics Canada Research Paper (42), Income and expenditure accounts technical series, Statistics Canada
- Christensen L. R., Jorgensen D. W., Lau L. J., (1975) Transcendental Logarithmic Utility Functions, The American Economic Review, 65 (3) : 367-383
- Christensen V., (2000) Indicators for marine ecosystems affected by fisheries, Marine and Freshwater Research, 51 : 447-450
- Clark C.W., (1976) Mathematical Bioeconomics, New York, Wiley Interscience
- Clark C.W., (1990) Mathematical Bioeconomics; The Optimal Management of Renewable Resources. John Wiley & Sons Inc., New York
- Commission des Communautés Européennes, (2001) Livre vert sur l'avenir de la politique commune de la pêche, COM(2001) 135, mars 2001
- Commission des Communautés Européennes, (2009) Livre vert, Réforme de la politique commune de la pêche, COM(2009)163, 22 avril 2009
- Copes P., (1970) The backward-bending supply curve of the fishing industry. Scottish Journal of Political Economy 17 : 69-77
- Cunningham S., Dunn M. R. et al. (1985) Fisheries Economics: an introduction., Mansell Publishing Ltd, London and St Martin's Press, New York, 1985, p. 372

- Cury P. M., Mullon C., Garcia S. M., et al., (2005) Viability theory for an ecosystem approach to fisheries, *ICES Journal of Marine Science*, 62 : 577-584
- Deaton A.S., Muellbauer J., (1980) An Almost Ideal Demand System. *American Economic Review*, 70, p. 312-326
- Diewert W.E., (1982) Duality Approaches to Microeconomic Theory. *Handbook of Mathematical Economics Vol. II*, Amsterdam North Holland
- Diewert W.E., (1996) Price and Volume Measures in the System of National Accounts, in *The New System of National Accounts*, John W. Kendrick (ed.), Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p. 237-285
- Dray S., (2003) Elements of interface between multivariate analyses, geographic information systems and ecological observations, Thèse de doctorat, Université de Lyon I
- FAO, (1995) L'approche de précaution appliqué aux pêches de capture et aux introductions d'espèces. Elaboré par la Consultation technique sur l'approche de précaution appliquée aux pêches de captures (et aux introductions d'espèces). Lysekil, Suède, 6-13 juin 1995
- FAO, (2007) La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2006, Département des pêches et de l'aquaculture, Rome, 2007
- Flaaten O., (1990) A contribution to the economics of multispecies harvesting with special attention to the Barents Sea fisheries, Thèse de doctorat, University of Tromso, Breivika, N-9000 Tromso, june 1990
- Forest A., (2008) Document de travail sur la gestion des pêcheries et les politiques de gestion
- Frances P. H., (1999) How to deal with intercept and trend in practical cointegration analysis ?, *Econometric Institute Research Report 9904/A*
- Frisch, R., (1936) Annual survey of general economic theory : The problem of index numbers. *Econometrica* 4, p. 1-38
- Garcia S.M., (2000) The precautionary approach to fisheries: progress review and main issues: 1995-2000. In *Current Maritime Issues and the Food and Agricultural Organization of the United Nations*. University of Virginia, Center for Oceans Law and Policy. Martinus Nijhoff Publ., p. 479-560
- Gause G.F., (1934) *The Struggle for Existence*, Hafner Publ. Comp., reprinted 1969, New York-London
- Gordon, H.S. (1954) The economics of a common property resource : the fishery. *Journal of Political Economy*, 62 : 124-142
- Gorman W.M., (1995) *Separability and Aggregation Collected Works of W.M. Gorman Volume 1*, Blackorby (C.) and Shorrocks (A.F.), Clarendon Press Oxford
- Grainger R.J.R., Garcia S.M., (1996) *Chronicles Of Marine Fishery Landings 1950-1994 ; Trends Analysis And Fisheries Potential*, Fao Fisheries
- Guillotreau P, Péridy N., (2000) Trade barriers and European imports of seafood products : a quantitative assessment, *Marine Policy*, 24 : 431-437
- Guillotreau P., editor. (2003) *Prices and margins along the European seafood value chain*, Cahiers de l'Artemis – Organisations et Stratégies Industrielles, 4, Final Report of the EU-funded Salmar project, University of Nantes, 2003. 220 p.
- Herrick S.F., Squires D., (1989) On measuring fishing fleet productivity : development and demonstration of an analytical framework. *Fishery Bulletin*, 88(1) : 85-94

- Hicks J.R., (1936) Value and capital, Oxford, Oxford University Press, 352 p.
- Hilborn R., Walters C. J., (1992) Quantitative Fisheries Stock Assessment Choice, Dynamics and Uncertainty, International Thomson Publishing
- IFEN, (2006) L'environnement en France, Edition 2006, Orléans, IFEN
- Jensen, C. L. (2002) Application of Dual Theory in Fisheries : A Survey, Marine Resource Economics, 17 : 309-334
- Jin D., Thunberg E., Kite-Powell H., et al., (2002) Total Factor Productivity Change in the New England Groundfish Fishery : 1964-1993, Journal of Environmental Economics and Management, vol. 44, issue 3, p. 540-556
- Lasker R., (1989) Les déterminants du recrutement, in Troadec J.P. (ed) : L'homme et les ressources halieutiques. Essai sur l'usage d'une ressource renouvelable. Editions IFREMER, Brest, p. 189-222
- Le Floc'h P., Poulard J.C., Thébaud O., et al., (2008) Analyzing the market position of fish species subject to the impacts of long-term changes in marine fish communities: an application to the French fisheries of the Bay of Biscay, ALR vol. 21
- Le Floc'h P., Martin A., Le Lec G., (2006) Résultats des flottilles artisanales, 2004/2005, note de synthèse, Observatoire économique régional des pêches, Quimper. p. 62
- Le Loc'h F., (2004) Structure, fonctionnement, évolution des communautés benthiques des fonds meubles exploités du plateau continental Nord Gascogne. Thèse de doctorat. Université de Bretagne Occidentale
- Leblond E., Merrien C., Berthou P, et al., (2007) Synthèse des activités des navires de pêche par quartier maritime, 2005, IFREMER
- Leblond E. et al., (2007) Synthèse des flottilles de pêche 2005 - Flotte mer du Nord-Manche-Atlantique, IFREMER
- Leblond E., Merrien C., Berthou P., et al. (2007) Activité des navires par quartier maritime en 2005, avril 2007, IFREMER
- Leontief W., (1936). Composite Commodities and the Problem of Index Numbers. Econometrica, 4 (1) : 39-59
- Lewbel A., (1996) Aggregation without separability : A generalized Composite Commodity Theorem, American Economic Review, 86 : 524-561
- Lotka, A.J. (1925) Elements of Physical Biology. (Reissued as Elements of Mathematical Biology by Dover 1956), Baltimore, Williams and Wilkins
- Macher C., (2008) Productions jointes et mesures de gestion des pêcheries mixtes : application à la pêche chalutière langoustinière du golfe de Gascogne. Thèse de doctorat. Université de Bretagne Occidentale, Brest : 403 p. + annexes
- Marchal P., (2005) TECchnological development and TACTical adaptations of important EU fleets, report to the EU commission, EU project no. Q5RS-2002-, p. 151-155; p. 457-555
- May (ed.), (1981) Theoretical Ecology : Principles and Applications", Blackwell Scientific Publications, Oxford, 489 p.
- Mesnil B., (2008) Public-aided crises in the French fishing sector, Ocean & Coastal Management, 51 : 689-700
- Meuriot E., (1985) La Flotte de Pêche Française de 1945 à 1983 Politiques et réalités, éditions IFREMER, Brest, 182 p.

- Pauly D., Christensen V. et al., (1998) Fishing Down Marine Food Webs, *Science*, 279 : 860-864
- Pauly D., (1998) Answer to "How Pervasive Is "Fishing down Marine Food Webs", *Science*, 282(5393) : 1383
- Pauly D., (2001) Fishing Down Canadian Aquatic Food Webs, *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 58(1): 51-62
- Pinnegar J. K., Jennings S., et al., (2002) Long term changes in the trophic level of the celtic sea fish community and fish market price distribution., *Journal of Applied Ecology*, 39 : 377-390
- Poulard J-C., Blanchard F., (2005) The impact of climate change on the fish community structure of the eastern continental shelf of the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science*, 62 : 1436–1443
- Quéro J.-C., Vayne J.-J., (1998) Les fruits de la mer et plantes marines des pêches françaises, *Les Encyclopédies du Naturaliste*, IFREMER, Ed. Delachaux et Niestlé, Paris
- Quéro J.-C., Vayne J.-J., (1997) Les poissons de mer des pêches françaises, *Les Encyclopédies du Naturaliste*, IFREMER, Ed. Delachaux et Niestlé, Paris
- Quirk J.P., Smith V.L., (1970) Dynamic economic models of fishing. In *economics of Fisheries Management : a Symposium*, A.D. Scott (ed.). Vancouver : University of British Columbia, Institute for Animal Resource Ecology
- Schaefer M.B., (1954) Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. *Bulletin of the Inter-American tropical tuna commission* 1, 25-56
- Schumpeter J., (1935) *Théorie de l'évolution économique Recherche sur le profit, le crédit, l'intérêt et le cycle de la conjoncture* (1<sup>re</sup> éd. Allemande, Duncker und Humblot, Leipzig, 1912), Dalloz, Paris
- Squires D., (1992) Productivity measurement in common property resource industries : an application to the Pacific coast trawl fishery. *Rand Journal of Economics* 23(2) : 221-236
- Squires D., (1994) Sources of growth in marine fishing industries. *Marine Policy* 18(1) : 5-17
- Steinmetz F., (2004) Analyse rétrospective des données des débarquements de la pêche professionnelle française sur la façade Atlantique sur la période 1973-2002, *Rapport de mémoire de Magistère d'Economiste – Statisticien*
- Steinmetz F., Thébaud O., Blanchard F., et al., (2008) A bio-economic analysis of long term changes in the fisheries production of the bay of Biscay (France), *Aquatic Living Resource*, 21 (3) : 317-327
- Steinmetz F., Thébaud O., Guyader O., et al., (2006) A preliminary analysis of long-term changes in the value of landings by French fishing fleets operating in the North-East Atlantic, in *Proceedings of the 13th Biennial International Conference of the IIFET 2006*, Portsmouth (UK), 11-14 juillet.
- Sumaila U. R., (1998) Markets and the fishing down marine food webs phenomenon. *Echo of Expo'98*, bulletin 11(3-4) : 25-26
- Thébaud O., Guyader O. et al., (2004) Communication orale, *Défi golfe de Gascogne*, IFREMER Brest

Thébaud O., Ifremer (coord.), (2005) Technological developments and tactical adaptations of important E.U. fleets. Final Report, 652 p.

Verhulst P.F., (1838) Notice sur la loi que suit la population dans son accroissement, con-  
Math. Et Phys., 10 : 113-121

Volterra V., (1928) Variations and fluctuations of the number of individuals in animal species living together, Journal du Conseil III : 1-51 (Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer)

Von Bertalanffy L., (1968) General Systems Theory, Foundation, Development, Applications. New York, George Braziller

Walmsley S., (2008), Pêches et Commerce International, Marine Resources Assessment Group, UK Department for International Development (DFID)

## Annexes





## Annexe A.1.1

Tableau A.1.1 : Liste des espèces classées par habitat et classe de prix (moyenne des prix OFIMER entre 1973 et 2002 en euros constants 2002).

Nom commun	Nom scientifique	Prix des poissons (euros 2002) (OFIMER)		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
Bathydémersal				
Dogfish sharks	Squalidae	1.265		
Monkfishes	<i>Lophius</i> sp.			4.315
Benthique				
Black seabream	<i>Spondyliosoma cantharus</i>		4.198	
Blackspot seabream	<i>Pagellus bogaraveo</i>			7.218
Cod	<i>Gadus morhua</i>		2.353	
Herring	<i>Clupea harengus</i>	0.599		
John dory	<i>Zeus faber</i>			7.805
Meagre	<i>Argyrosomus regius</i>			
Picked dogfish	<i>Squalus acanthias</i>			
Pollack	<i>Pollachius pollachius</i>		2.913	
Pouting	<i>Trisopterus luscus</i>	0.725		
Tope shark	<i>Galeorhinus galeus</i>			
Whiting	<i>Merlangius merlangus</i>	1.400		
Démersal				
Bogue	<i>Boops boops</i>			
Brill	<i>Scophthalmus rhombus</i>			8.041
Common dab	<i>Limanda limanda</i>	1.593		
Common sole	<i>Solea solea</i>			9.601
Conger	<i>Conger conger</i>		1.822	
Cuckoo ray	<i>Leucoraja naevus</i>			
Gilthead seabream	<i>Sparus aurata</i>			9.322
Gurnards	<i>Trigla</i> spp.			
Haddock	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	1.372		
Hake	<i>Merluccius merluccius</i>			4.618
Lemon sole	<i>Microstomus kitt</i>		4.494	
Ling	<i>Molva molva</i>		1.770	
Megrim	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>		4.322	
Plaice	<i>Pleuronectes platessa</i>	1.421		
Rays	Rajidae			
Red gurnard	<i>Aspitrigla cuculus</i>			
Saithe	<i>Pollachius virens</i>	1.124		
Sand sole	<i>Pegusa lascaris</i>			
Sandeels	Ammoditidae			
Seabass	<i>Dicentrarchus labrax</i>			11.628
Smooth-hounds	<i>Mustelus</i> sp.			
Spotted ray	<i>Raja montagui</i>			
Surmullet	<i>Mullus surmuletus</i>			8.892
Thornback ray	<i>Raja clavata</i>		2.159	
Turbot	<i>Scophthalmus maximus</i>			10.983
Wedge sole	<i>Dicologlossa cuneata</i>		4.662	

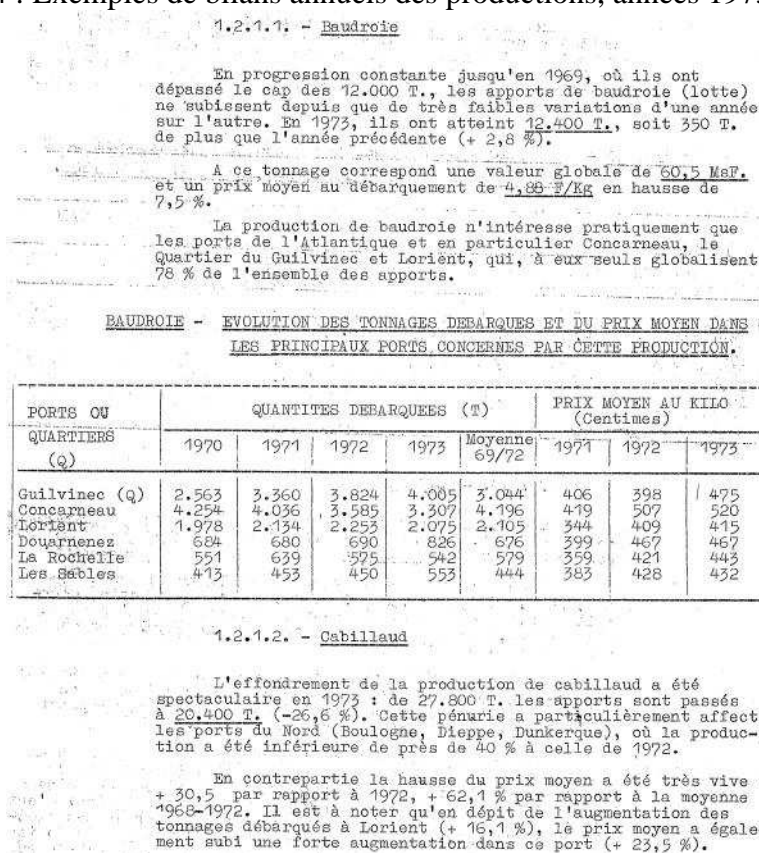
## Annexes

Nom commun	Nom scientifique	Prix des poissons (euros 2002) (OFIMER)		
		Classe 1	Classe 2	Classe 3
Pélagique				
Albacore	<i>Thunnus alalunga</i>		4.668	
Atlantic bluefin tuna	<i>Thunnus thynnus</i>		4.941	
Atlantic horse mackerel	<i>Trachurus trachurus</i>	0.595		
Blue shark	<i>Prionace glauca</i>			
Chub mackerel	<i>Scomber japonicus</i>			
European anchovy	<i>Engraulis encrasicolus</i>	1.372		
Garfish	<i>Belone belone</i>			
Mackerel	<i>Scomber scombrus</i>	0.707		
Mediterranean horse mackerel	<i>Trachurus mediterraneus</i>			
Mullet	Mugilidae	1.634		
Pilchard	<i>Sardina pilchardus</i>	0.795		
Porbeagle	<i>Lamna nasus</i>			
Silversides	<i>Atherina</i> sp.			
Small-spotted catshark	<i>Scyliorhinus canicula</i>			
Spotted seabass	<i>Dicentrarchus punctatus</i>			
Sprat	<i>Sprattus sprattus</i>	0.448		
Swordfish	<i>Xiphias gladius</i>			
Récifal				
Ballan wrasse	<i>Labrus bergylta</i>			

### Annexe A.1.2 : Méthodologie pour établir les séries temporelles des débarquements sur la façade Atlantique Nord-est

L'analyse a été conduite au niveau des espèces et des groupes. La reconstitution des séries a demandé un travail important, de près de trois mois, en raison du support des données de base, constitué des cahiers de données (les bilans annuels de production des pêches et de l'aquaculture) et du caractère hétérogène des statistiques disponibles à l'échelle d'une trentaine d'années. On trouvera ci-après quelques photocopies de pages des cahiers à différentes dates. On constate que les séries d'espèces commerciales sont regroupées différemment dans le temps : la principale difficulté est de reconstituer des séries d'agrégats stables au cours du temps.

Figure 1.4 : Exemples de bilans annuels des productions, années 1973



Source : CCPM

Dans les cahiers des premières années, les espèces sont détaillées mais il n'y a pas de tableau récapitulatif. Dans les années 80, les données sont agrégées par quartier maritime, comme le montre la figure 1.4.

Figure 1.5 : Exemples de bilans annuels des productions, année 1989

QUARTIERS/ Groupes d'Espèces et Espèces Principales	1 9 8 8		1 9 8 9	
	Quantité (T)	Valeur(1000F)	Quantité (T)	Valeur(1000F)
<b>CONCARNEAU</b>	<b>76.899</b>	<b>827.465</b>	<b>73.094</b>	<b>797.794</b>
<u>Poisson de mer</u>	<u>34.754</u>	<u>425.597</u>	<u>33.501</u>	<u>461.126</u>
dont : Baudroie	3.260	87.622	3.400	94.014
Cabillaud	5.804	53.983	5.632	66.023
Cardine	2.180	35.938	1.980	41.100
Chien de mer	1.176	7.095	987	7.822
Eglefin	1.904	12.949	1.658	15.371
Lieu noir	3.598	20.544	3.572	21.713
Lieu jaune	799	11.544	781	12.015
Lingues	2.050	19.496	2.079	21.702
Merlan	2.775	22.244	3.092	30.700
Merlu	2.787	64.437	2.345	60.045
Rale	1.797	16.397	2.200	20.878
Maquereau	535	2.681	271	1.692
<u>Thon Tropical Congelé</u>	<u>34.974</u>	<u>287.447</u>	<u>37.216</u>	<u>279.853</u>
<u>Crustacés</u>	<u>1.318</u>	<u>41.598</u>	<u>1.141</u>	<u>42.150</u>
dont : Langoustine	964	30.688	771	29.292

QUARTIERS/ Groupes d'Espèces et Espèces Principales	1 9 8 8		1 9 8 9	
	Quantité (T)	Valeur(1000F)	Quantité (T)	Valeur(1000F)
<b>DOUARNENEZ - CAMARET</b>	<b>21.508</b>	<b>223.974</b>	<b>19.551</b>	<b>247.067</b>
<u>Poisson de mer</u>	<u>16.719</u>	<u>150.559</u>	<u>15.105</u>	<u>165.074</u>
dont : Baudroie	765	17.385	969	23.157
Cabillaud	1.952	20.275	2.117	24.096
Cardine	524	6.993	372	6.317
Chien de mer	1.014	7.288	798	6.702
Eglefin	638	4.365	384	3.192
Lieu noir	2.851	15.320	2.788	15.652
Lingues	1.912	16.653	1.672	16.480
Merlan	933	6.229	761	6.873
Merlu	653	13.501	311	7.589
Maquereau	228	1.374	219	1.159
Sardine	2.406	4.429	1.024	2.806
<u>Thon Tropical Congelé</u>	<u>3.114</u>	<u>22.005</u>	<u>902</u>	<u>7.929</u>
<u>Crustacés</u>	<u>889</u>	<u>47.034</u>	<u>1.270</u>	<u>64.133</u>
dont : Langouste rose	195	21.801	197	24.497
Langoustine	693	25.228	642	26.408
Tourteau	-	-	321	4.925
<b>CAMARET</b>	<b>4.050</b>	<b>42.236</b>		
<u>Crustacés</u>	<u>488</u>	<u>27.082</u>		
dont : Langouste rose	213	23.032		
Tourteau	266	3.539		
<u>Mollusques</u>	<u>3.283</u>	<u>8.595</u>		

Source : CCPM

Dans les cahiers récents, dont le cahier 2001, les données agrégées de la pêche fraîche en France métropolitaine sont organisées en un tableau récapitulatif comparant les quantités, les valeurs et les prix moyens d'une année sur l'autre (figure 1.5).

Figure 1.6 : Exemples de bilans annuels des productions, années 2001

\*OFIMER - Division Observatoire Economique Entreprise/DPMA - BCS\*

**B - VENTES DES PÊCHES ET DE L'AQUACULTURE  
(FRANCE METROPOLITAINE)**

**1. POISSONS****1.1. Pêche maritime****1.1.1. Pêche fraîche****Poissons ronds****Ventes par espèce des pêches maritimes métropolitaines (pêche fraîche)**

PRINCIPALES ESPECES	2 0 0 0			2 0 0 1		
	Quantité* (T)	Valeur (M€)	P.M. (€/kg)	Quantité* (T)	Valeur (M€)	P.M. (€/kg)
<b>Total</b>	<b>140 246</b>	<b>337,1</b>	<b>2,40</b>	<b>136 986</b>	<b>343,9</b>	<b>2,51</b>
<i>dont :</i>						
Bar commun	4 127	36,3	8,80	4 200	36,4	9,15
Baudroies	13 034	62,7	4,81	13 528	61,9	4,58
Brosme	331	0,4	1,28	274	0,3	1,28
Capelan de Méditerranée	876	0,9	1,06	754	1,1	1,40
Congre	5 406	9,6	1,78	5 129	8,8	1,71
Dorade royale	368	2,5	6,85	366	2,9	7,79
Eglefin	3 816	5,0	1,31	5 496	7,2	1,30
Grenadier de roche	9 854	13,7	1,39	8 412	12,9	1,54
Griset (dorade grise)	2 977	6,5	2,18	2 745	6,4	2,33
Grondin rouge	3 613	4,0	1,10	4 228	4,5	1,06
Autres grondins	1 640	2,2	1,36	1 485	2,3	1,57
Hoplostète rouge (empereur)	1 044	4,4	4,18	1 246	4,3	3,47
Lieu jaune	3 771	11,1	2,95	3 642	11,1	3,04
Lieu noir	16 479	13,5	0,82	15 523	13,9	0,90
Lingue bleue	5 218	10,1	1,93	3 653	7,9	2,16
Lingue franche	3 038	6,3	2,06	2 905	6,2	2,12
Merlan	18 800	24,6	1,31	19 303	24,6	1,28
Merlu commun	11 300	45,6	4,04	9 601	39,6	4,04
Morue commune (cabillaud)	9 164	25,2	2,75	8 602	24,1	2,80
Mulets	1 225	1,5	1,21	1 382	1,6	1,13
Pageots	468	1,2	2,66	347	1,2	3,44
Phycis de fond	698	1,0	1,36	713	1,0	1,36
Rouget-barbet de roche	4 160	19,2	4,61	3 150	17,9	5,70
Saint-Pierre	1 271	8,6	6,77	1 363	10,1	7,44
Séastes	882	1,8	2,02	1 026	2,2	2,11
Tacauds	7 377	4,9	0,66	7 077	4,5	0,63

\* Equivalent poids vif.

Source : DPMA/OFIMER

La reconstitution des séries s'est faite en plusieurs étapes, un premier travail de saisie a permis d'identifier les principaux problèmes de cohérence dans les statistiques détaillées, et de mettre en place une liste d'espèces utilisable sur l'ensemble de la période. Les présentations des données, les noms des espèces, les regroupements (quantités - prix par façade, par région, par port...) pouvaient en effet varier au cours du temps, suivant les cahiers.

L'étape suivante a consisté à isoler la façade atlantique et la Manche de l'ensemble national pour les quantités, les prix moyens et les valeurs débarquées pour chaque espèce. Cette tâche a été plus complexe pour les espèces dont la zone de peuplement s'étend à la fois sur la façade Atlantique et en Méditerranée. Pour parvenir au résultat, on a vérifié ou complété ces données, notamment grâce aux bases de données de la FAO qui nous ont renseigné sur les proportions par année des quantités débarquées en Méditerranée et dans l'Atlantique Nord-Est. La sardine méditerranéenne constitue par exemple en 1973 pour cet organisme 65 % des débarquements de France métropolitaine contre 38 % en 2002. On retire par conséquent 65 % du tonnage débarqué en 1973 et 38 % en 2002. Autant que possible, nous avons conservé les données des cahiers nationaux pour identifier la partie Atlantique Nord-Est, afin de préserver la série. L'utilisation de ces données de sources différentes s'est avérée complexe : les nomenclatures des espèces faites par la FAO et celles faites par le CCPM ou par l'OFIMER diffèrent. Certains regroupements sont opérés au niveau national alors qu'ils ne le sont pas par

la FAO. Ainsi, la FAO distingue plusieurs espèces de thons et de squales qui sont regroupées dans certains cahiers des débarquements du CCPM-DPMA-OFIMER.

Figure 1.7 : Copie d'écran de Fishbase, un exemple de la manière dont se présentent les données FAO

Country	Species	Area	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
France	Albacore	Atlantir	6 859	8 425	5 685	6 800	7 733	10 400	9 320	3 955	2 929	2 855	2 391	2 797	1 860	1 200	1 921
France	Alfonsinos nei	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Allis shad	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Amer. plaice(=Long	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Angler(hawk), sand d	Atlantir	-	-	-	-	-	24	19	25	-	20	15	14	31	18	18
France	Anguilla	Atlantir	14 600	13 053	13 229	13 095	13 570	15 678	18 936	22 778	21 892	20 967	22 721	22 854	22 786	18 246	18 153
France	Aquatic plants nei	Atlantir	3 450	1 600	4 270	2 160	2 800	1 130	1 850	650	260	200	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
France	Argentines	Atlantir	-	21	16	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Atlantic bluefin tuna	Atlantir	551	522	692	267	592	723	275	260	153	150	400	602	490	348	533
France	Atlantic bonito	Atlantir	-	-	-	-	-	-	8	-	-	<0.5	2	17	1	-	<0.5
France	Atlantic cod	Atlantir	42 900	67 303	50 888	43 725	37 145	38 125	30 083	29 184	36 756	27 359	25 475	25 477	23 417	36 081	31 785
France	Atlantic halibut	Atlantir	-	343	244	-	311	257	136	111	81	100	81	114	142	234	234
France	Atlantic herring	Atlantir	30 800	21 199	25 645	20 466	4 164	4 201	3 596	6 126	6 952	15 143	16 755	22 429	14 667	9 526	9 230
France	Atlantic horse mack	Atlantir	6 500	5 525	4 969	7 621	7 768	7 482	9 019	5 681	6 967	5 958	4 853	5 133	5 452	7 340	6 401
France	Atlantic mackerel	Atlantir	41 200	40 080	28 575	36 175	38 240	41 261	37 527	28 631	21 333	15 367	11 620	12 534	17 515	13 013	13 105
France	Atlantic pomfret	Atlantir	-	-	-	-	429	-	31	7	4	6	4	3	<0.5	<0.5	-
France	Atlantic redfishes ne	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 399	3 657	5 414	4 377	4 156	-
France	Atlantic salmon	Atlantir	<0.5	1	4	2	-	2	3	23	5	20	11	4	5	64	72
France	Atlantic wolffish	Atlantir	-	-	-	-	-	-	35	-	42	50	43	33	14	10	10
France	Axillary seabream	Atlantir	-	-	-	-	-	30	399	74	-	-	54	49	9	2	16
France	Basking shark	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Bigeye tuna	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Black cardinal fish	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Black dogfish	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Black scabbardfish	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Black seabream	Atlantir	-	-	-	-	6 234	6 293	5 737	-	-	1 420	891	891	1 132	2 204	1 206
France	Blackbelly rosefish	Atlantir	-	-	-	-	103	114	-	-	-	-	130	152	247	316	380
France	Blackmouth catshar	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Blackspt(=red) sea	Atlantir	-	-	-	-	2 825	4 177	2 214	2 090	-	-	964	643	561	355	216
France	Blue ling	Atlantir	-	-	-	16 523	15 716	9 662	6 871	8 759	4 504	4 774	6 294	8 194	15 778	14 691	13 323
France	Blue mussel	Atlantir	26 000	27 727	48 374	36 385	46 644	45 061	56 462	67 126	74 761	66 989	56 583	49 289	49 073	52 959	52 312
France	Blue shark	Atlantir	-	-	-	-	4	12	12	14	9	8	14	39	50	67	67
France	Blue skate	Atlantir	-	-	-	-	983	306	259	-	196	144	177	326	438	386	-
France	Blue whiting(=Pouta	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 696	6 739	3 882	-	-	-
France	Bluntnose sixgill she	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Bogue	Atlantir	-	7	-	-	-	-	42	-	5	95	298	44	58	22	22
France	Brill	Atlantir	-	-	157	262	603	311	341	367	658	357	394	404	398	409	448
France	Broadtail shortfin sq	Atlantir	-	-	-	-	-	33	137	-	-	130	413	136	71	209	298
France	Brown seaweeds	Atlantir	59 489	40 970	44 635	44 170	42 080	42 330	48 040	44 779	35 852	52 160	51 340	67 424	67 568	71 135	62 896
France	Canary drum (=Baar	Atlantir	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	7	1
France	Capelin	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	1
France	Cardinalfishes, etc.	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Catsharks, nursehou	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Cephalopods nei	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Chub mackerel	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
France	Clams, etc nei	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	837	586	1 118	833	472	1 049	1 753
France	Clupeoids nei	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
France	Coho(=Silver)salmon	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	80	80
France	Common cuttlefish	Atlantir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Source : Fishbase

En ce qui concerne les prix, pour les espèces présentes simultanément en Méditerranée et dans l'Atlantique Nord-Est qui sont le merlu, la sardine, l'anchois, le maquereau, le thon rouge, nous avons pris en compte les prix des débarquements dans les ports de la façade Atlantique en tenant compte des quantités débarquées. Quand les prix ne sont pas renseignés pour les espèces par port, on conserve les prix de la France métropolitaine. Cela a été fait pour les espèces suivantes : les squales, les grondins, les soles, le bar, le rouget, les dorades (grise, royale, rose), le sar, la cardine, les raies, le chinchard, les divers céphalopodes, la seiche, le turbot. Les prix n'ont pas été comptabilisés pour les espèces exploitées dans le golfe ayant une présence majoritaire en Méditerranée, car ceux-ci n'étaient pas suffisamment bien renseignés dans les quartiers de la façade Atlantique. Parmi ces espèces, on compte le bogue, le pageot, le poulpe, la rascasse ou la telline. Pour les autres espèces présentes en Méditerranée et dans l'Atlantique Nord-Est, les prix sont reconstitués avec une moyenne pondérée par port des prix moyens sur la façade Atlantique.

Les prix étudiés ont été formulés en euros constants par kilo de 2000 à 2002 grâce à l'indice des prix à la consommation. Avant cette date, les données sont en francs constants convertis en euros au taux 1 euro pour 6,55957 francs. L'année de référence pour le calcul des prix constants est toujours précisée.



## Annexe A.1.3 :

## Densités EVOHE de différentes espèces du Golfe de Gascogne

Tableau A.2.1 Données des campagnes EVOHE (abondances en g/m<sup>2</sup>)

NOM_ESPECE	1973	1987	1988	1989	1990	1992	1994
Chinchard commun	9.22E-01	1.20E+00	1.67E+00	2.14E+00	2.62E+00	1.99E+00	2.45E+00
Merlan bleu	1.34E-02	1.91E+00	1.20E+00	3.46E-01	3.77E-01	3.65E-01	1.92E+00
Petit tacaud	3.33E-01	1.63E-01	3.29E-01	2.30E-01	2.09E-01	2.00E-01	2.04E-01
Maquereau commun	4.25E-03	7.05E-02	1.45E-01	6.56E-02	1.58E-01	6.26E-02	4.52E-02
Sanglier	2.95E-03	2.23E-02	7.60E-02	4.98E-02	3.31E-02	1.42E-02	2.17E-01
Anchois commun	8.32E-03	5.61E-04	1.84E-01	3.70E-02	3.73E-02	1.18E-01	2.03E-02
Sardine commune	2.13E-02	3.62E-02	1.08E-01	2.34E-02	8.70E-02	1.19E-02	2.33E-01
Tacaud commun	7.97E-02	8.93E-02	2.30E-01	6.99E-02	6.21E-02	2.87E-02	2.38E-01
Merlu commun	1.15E-01	7.20E-02	1.33E-01	8.12E-02	1.07E-01	3.94E-02	9.25E-02
Chinchard à queue jaune	4.31E-02	1.69E-02	1.78E-02	3.48E-03	7.88E-02	2.49E-02	2.12E-01
Petite roussette	1.87E-02	1.46E-02	2.79E-02	2.79E-02	2.71E-02	1.86E-02	4.55E-02
Sprat	1.89E-02	1.90E-01	3.41E-03	5.41E-03	5.17E-02	5.64E-02	8.01E-02
Petite argentine	1.05E-02	1.78E-02	1.14E-02	1.34E-02	1.38E-02	1.45E-02	1.46E-02
Raie fleurie	1.52E-02	1.90E-02	1.35E-02	1.43E-02	5.20E-03	5.78E-03	1.34E-02
Merlan	5.54E-02	2.56E-02	1.40E-02	1.32E-02	1.60E-02	3.01E-02	1.50E-02
Grande argentine	1.46E-04	5.23E-02	2.15E-02	1.48E-03	9.13E-03	2.62E-02	1.75E-02
Grondin rouge	1.91E-02	1.89E-02	1.60E-02	1.69E-02	6.48E-03	1.17E-02	1.18E-02
Lingue franche	1.30E-02	7.78E-03	3.26E-02	1.22E-02	2.10E-02	2.51E-02	2.49E-02
Raie bouclée	9.41E-03	1.49E-02	2.48E-02	2.59E-02	2.54E-02	2.30E-02	5.73E-03
Baudroie	2.04E-02	1.81E-02	2.10E-02	1.81E-02	3.31E-03	2.98E-03	1.37E-02
Congre commun	3.05E-03	1.05E-02	2.63E-03	1.02E-02	2.34E-03	1.10E-02	1.21E-02
Saint-Pierre	5.51E-03	4.44E-02	5.93E-03	1.11E-02	4.28E-03	4.71E-03	4.84E-03
Cardine franche	6.26E-03	9.56E-03	1.31E-02	1.30E-02	6.26E-03	5.43E-03	9.66E-03
Callionyme	4.21E-03	6.89E-03	7.22E-03	5.66E-03	4.90E-03	8.78E-03	3.88E-02
Bar commun	1.47E-02	1.52E-02	2.54E-03	1.25E-03	6.63E-03	1.03E-02	4.25E-03
Griset	7.02E-03	1.55E-02	1.17E-02	8.97E-04	1.50E-02	1.18E-02	3.19E-03
Lieu jaune	8.64E-03	6.13E-03	1.31E-02	2.89E-03	3.91E-03	4.40E-03	4.51E-02
Baudroie rousse	8.70E-03	4.68E-03	5.94E-03	4.58E-03	1.87E-03	3.51E-03	4.85E-03
Aiguillat commun	2.03E-03	2.25E-03	1.31E-02	2.95E-03	1.27E-03	1.68E-02	9.18E-03
Dorade royale	6.10E-04	3.65E-04	5.06E-04	6.47E-04	4.53E-03	1.44E-03	2.99E-02
Rouget-barbet de roche	4.20E-03	1.27E-03	1.96E-03	9.12E-04	1.03E-03	7.25E-03	6.83E-03
Maquereau espagnol	0.00E+00	1.91E-04	2.89E-04	1.57E-03	2.42E-05	9.63E-04	4.41E-03
Grande vive	2.61E-03	3.36E-04	6.93E-04	2.80E-03	1.31E-03	4.68E-03	1.88E-03
Merlan argenté	4.49E-03	3.61E-03	4.53E-04	7.32E-04	1.43E-03	1.15E-02	1.89E-03
Bogue	1.20E-03	5.51E-04	2.29E-04	3.40E-05	3.63E-04	5.40E-04	1.15E-03
Requin-hâ	1.17E-02	0.00E+00	3.57E-03	4.14E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Sole commune	1.26E-03	1.61E-03	1.92E-03	1.97E-03	4.51E-04	1.17E-03	2.73E-03
Morue commune	1.35E-03	5.37E-03	4.83E-03	3.78E-03	1.15E-03	1.71E-03	8.18E-04
Grondin gris	1.40E-03	2.20E-03	1.59E-03	5.90E-04	3.22E-04	3.88E-04	4.48E-04
Maigre commun	0.00E+00	4.09E-04	3.25E-03	0.00E+00	3.52E-04	1.21E-04	3.41E-04
Limande-sole commune	4.75E-04	3.83E-03	2.96E-03	2.40E-03	1.32E-03	1.36E-03	2.30E-03
Eglefin	8.39E-03	3.52E-03	2.86E-03	1.30E-03	1.10E-04	5.84E-04	5.32E-04
Arnoglosse impérial	1.05E-04	4.46E-04	3.71E-04	6.78E-04	5.78E-04	8.85E-04	6.78E-04
Prêtre	1.84E-03	1.98E-05	1.35E-04	2.27E-06	1.30E-04	4.26E-05	4.30E-04
Phycis de fond	3.89E-03	4.50E-04	1.27E-04	2.00E-04	7.50E-05	9.80E-04	6.70E-04
Pastenague commune	1.86E-03	2.66E-04	2.56E-03	0.00E+00	1.73E-04	2.91E-04	4.15E-04
Grondin perlou	6.53E-04	1.77E-03	3.40E-03	1.59E-03	5.32E-04	2.49E-03	3.65E-04
Sole-perdrix	5.59E-05	2.79E-04	2.09E-04	4.28E-04	4.27E-04	8.53E-04	6.83E-04
Cardine à quatre tâches	8.00E-05	5.57E-05	1.57E-04	2.33E-04	2.13E-04	6.47E-04	7.99E-04
Cépole commune	1.31E-04	8.55E-05	2.77E-04	2.30E-04	3.29E-04	4.46E-04	6.69E-04
Motelle à quatre barbillons	1.52E-04	1.81E-04	3.13E-05	5.22E-05	1.20E-04	3.69E-05	7.94E-05
Raie torpille	5.20E-04	6.63E-04	1.01E-03	4.54E-05	7.50E-05	4.40E-04	8.73E-05
Céteau	7.97E-04	9.66E-05	3.19E-04	3.40E-05	1.63E-04	4.26E-05	3.10E-04
Gobie buhotte	0.00E+00	8.67E-06	1.08E-05	9.07E-06	2.62E-04	1.68E-04	4.76E-06
Fausse limande	8.60E-06	3.72E-06	8.68E-05	2.03E-04	1.92E-04	3.85E-04	3.88E-04
Petite sole jaune	0.00E+00	1.24E-05	2.05E-05	2.16E-05	4.15E-05	1.72E-04	3.92E-04
Petit dragonnet tâcheté	0.00E+00	2.23E-05	1.33E-05	4.20E-05	1.79E-04	1.11E-04	1.18E-04
Petite vive	1.59E-04	2.66E-04	6.63E-05	2.17E-04	1.28E-04	3.69E-05	3.81E-05
Ombrine bronze	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.77E-06	4.26E-05	1.59E-05
Gobie de Fries	0.00E+00	1.73E-05	1.81E-05	1.13E-05	1.18E-04	2.42E-04	3.38E-04
Grondin morrude	1.93E-04	1.24E-05	9.04E-05	1.25E-04	6.35E-05	0.00E+00	3.97E-05
Motelle à trois barbillons	6.02E-05	6.81E-05	3.86E-05	0.00E+00	0.00E+00	1.49E-04	1.52E-04

Données des campagnes EVOHE (abondances en g/m<sup>2</sup>)

NOM_ESPECE	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Chinchard commun	2.83E+00	1.59E+00	2.22E+00	5.84E+00	1.74E+00	2.07E+00	5.73E+00
Merlan bleu	9.99E-01	7.26E-01	1.20E+00	1.25E+00	1.52E+00	1.02E+00	1.86E+00
Petit tacaud	2.59E-01	2.00E-01	1.83E-01	1.65E-01	8.86E-02	1.99E-01	2.00E-01
Maquereau commun	6.03E-02	4.41E-02	6.99E-02	8.51E-01	3.35E-01	4.18E-01	6.04E-01
Sanglier	2.14E-01	2.39E-01	1.17E-01	3.26E-01	5.45E-01	2.04E-01	1.09E-01
Anchois commun	2.08E-02	1.24E+00	6.41E-02	1.55E-01	1.91E-03	4.75E-02	2.06E-02
Sardine commune	1.15E-01	7.46E-02	8.79E-02	3.48E-02	1.64E-01	3.53E-01	1.38E-01
Tacaud commun	1.39E-01	5.10E-02	7.84E-02	3.47E-02	4.66E-02	6.13E-02	1.52E-01
Merlu commun	1.01E-01	7.64E-02	2.73E-02	5.26E-02	5.80E-02	9.56E-02	1.14E-01
Chinchard à queue jaune	1.01E-01	9.16E-03	4.30E-02	1.16E-04	5.48E-04	2.10E-02	1.75E-02
Petite roussette	4.22E-02	2.55E-02	2.70E-02	3.35E-02	3.20E-02	5.35E-02	7.93E-02
Sprat	9.20E-03	1.13E-03	6.23E-03	1.66E-03	1.05E-02	8.26E-03	1.10E-03
Petite argentine	5.55E-02	2.28E-02	7.85E-03	3.93E-03	4.97E-03	1.76E-02	6.95E-02
Raie fleurie	3.03E-02	2.74E-02	1.71E-02	1.31E-02	1.28E-02	2.21E-02	4.25E-02
Merlan	1.85E-02	1.39E-02	4.17E-03	9.17E-03	6.72E-03	1.37E-03	1.26E-02
Grande argentine	6.50E-03	3.62E-02	2.20E-03	1.28E-03	4.11E-04	2.26E-03	4.54E-02
Grondin rouge	3.19E-02	1.83E-02	1.35E-02	1.86E-02	1.21E-02	1.02E-02	1.03E-02
Lingue franche	4.00E-02	9.51E-03	1.07E-02	9.69E-03	1.67E-03	4.42E-03	1.33E-03
Raie bouclée	2.88E-02	8.47E-03	7.27E-03	2.55E-03	3.06E-03	1.80E-02	5.48E-03
Baudroie	2.06E-02	1.09E-02	6.48E-03	1.20E-02	8.36E-03	1.15E-02	2.64E-02
Congre commun	1.73E-02	1.24E-02	1.11E-02	1.75E-02	3.51E-02	1.98E-02	1.48E-02
Saint-Pierre	9.11E-03	5.46E-03	9.30E-03	7.48E-03	8.22E-03	5.20E-03	7.19E-03
Cardine franche	1.67E-02	8.31E-03	9.84E-03	9.73E-03	6.59E-03	8.63E-03	8.60E-03
Callionyme	7.21E-03	8.10E-03	8.00E-03	1.27E-03	2.41E-03	7.77E-03	8.97E-03
Bar commun	1.06E-02	8.73E-03	8.19E-03	1.41E-02	2.57E-03	6.31E-03	6.26E-03
Griset	7.62E-03	2.38E-03	6.66E-03	9.69E-04	2.00E-03	4.27E-03	3.68E-03
Lieu jaune	1.90E-03	1.68E-04	7.77E-04	7.96E-04	3.24E-04	3.82E-03	1.44E-04
Baudroie rousse	3.87E-03	9.54E-03	8.36E-03	5.36E-03	5.29E-03	1.19E-02	1.31E-02
Aiguillat commun	8.11E-03	7.79E-03	2.01E-03	6.62E-03	5.48E-03	1.99E-03	5.35E-04
Dorade royale	2.18E-05	9.98E-04	4.88E-03	1.68E-04	8.25E-04	2.34E-05	0.00E+00
Rouget-barbet de roche	5.38E-03	1.98E-03	1.00E-03	8.95E-04	1.27E-03	5.89E-03	8.50E-04
Maquereau espagnol	5.51E-03	1.06E-02	6.95E-04	4.62E-04	9.59E-03	6.17E-04	1.83E-03
Grande vive	1.68E-03	3.50E-03	2.36E-03	3.15E-04	4.59E-04	3.32E-03	6.90E-03
Merlan argenté	2.62E-03	5.95E-04	1.64E-05	2.37E-05	7.71E-06	7.38E-04	1.59E-03
Bogue	1.69E-03	6.60E-04	2.28E-03	1.49E-04	6.90E-04	6.55E-03	1.20E-02
Requin-hâ	0.00E+00	0.00E+00	1.06E-03	3.93E-03	3.64E-03	0.00E+00	0.00E+00
Sole commune	1.52E-03	2.69E-03	1.61E-03	1.83E-03	1.85E-03	3.18E-03	2.67E-03
Morue commune	4.25E-03	1.42E-04	0.00E+00	0.00E+00	1.83E-03	0.00E+00	0.00E+00
Grondin gris	7.45E-04	1.30E-03	1.30E-03	9.93E-03	2.16E-04	8.59E-04	2.79E-03
Maigre commun	9.73E-04	1.49E-03	1.10E-02	1.64E-03	1.29E-04	2.01E-03	2.35E-04
Limande-sole commune	2.13E-03	1.84E-03	5.28E-04	9.26E-04	6.15E-04	9.53E-04	1.01E-04
Eglefin	6.31E-04	8.88E-04	0.00E+00	0.00E+00	2.60E-04	4.74E-04	1.21E-03
Arnoglosse impérial	9.71E-04	1.44E-03	1.49E-03	2.48E-03	1.68E-03	3.61E-03	2.76E-03
Prêtre	5.48E-03	3.92E-04	5.26E-03	4.01E-03	7.71E-05	5.27E-05	2.96E-04
Phycis de fond	7.87E-04	3.62E-04	2.27E-04	1.97E-04	4.26E-04	2.62E-03	4.21E-03
Pastenague commune	7.48E-04	3.15E-03	2.15E-04	3.91E-03	3.93E-04	3.06E-04	2.47E-04
Grondin perlou	1.72E-03	3.20E-04	2.29E-04	8.76E-05	4.44E-05	4.29E-04	4.10E-04
Sole-perdrix	1.47E-03	1.13E-03	5.77E-04	1.66E-03	2.21E-03	1.92E-03	2.08E-03
Cardine à quatre tâches	4.86E-04	5.43E-04	9.59E-04	1.47E-04	4.86E-04	1.78E-03	3.77E-03
Cépole commune	6.05E-04	1.30E-03	8.65E-04	6.56E-04	6.25E-04	8.34E-04	2.02E-03
Motelle à quatre barbillons	2.99E-04	1.65E-04	1.62E-04	1.52E-04	1.11E-03	2.59E-03	1.06E-03
Raie torpille	4.86E-04	9.97E-04	3.31E-04	2.37E-04	4.76E-04	2.25E-04	3.85E-04
Céteau	2.98E-04	1.73E-03	3.58E-04	2.13E-04	6.67E-04	4.55E-04	4.86E-04
Gobie buhotte	3.25E-04	1.10E-03	1.95E-03	2.84E-04	2.89E-05	1.76E-05	1.02E-03
Fausse limande	2.45E-04	5.70E-04	2.72E-04	4.74E-05	1.52E-04	7.32E-04	9.88E-04
Petite sole jaune	2.83E-04	6.50E-04	3.05E-04	1.85E-04	9.06E-05	9.37E-05	6.34E-04
Petit dragonnet tacheté	2.90E-04	2.23E-04	1.41E-04	2.30E-04	9.26E-05	4.61E-04	1.84E-04
Petite vive	8.85E-05	1.90E-04	1.19E-04	9.47E-05	1.04E-04	1.41E-04	3.13E-04
Ombrine bronze	9.43E-04	7.33E-05	2.76E-04	4.03E-05	7.52E-05	3.90E-05	3.23E-04
Gobie de Fries	2.76E-04	5.00E-05	6.14E-06	8.53E-05	2.74E-04	8.78E-05	1.01E-04
Grondin morrude	2.90E-05	1.58E-04	4.91E-05	4.97E-05	1.45E-04	3.90E-05	3.91E-04
Motelle à trois barbillons	7.26E-05	1.47E-04	4.30E-05	2.49E-04	1.29E-04	7.81E-06	1.38E-04

## Annexe A.2.1

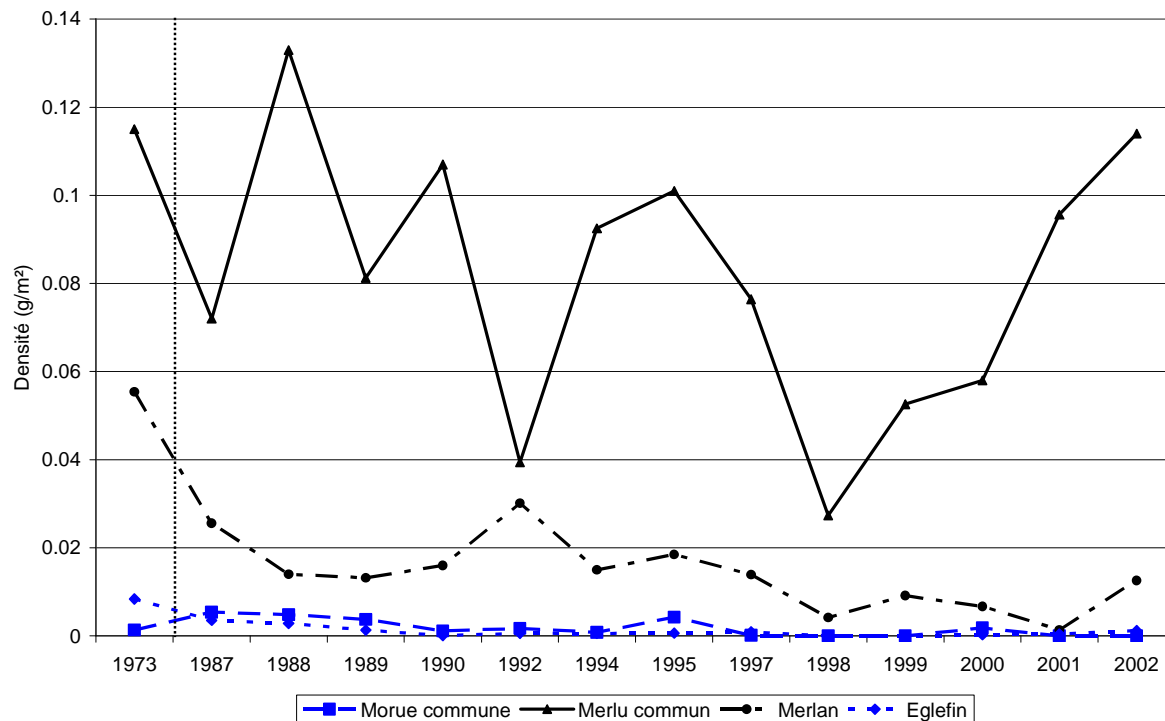
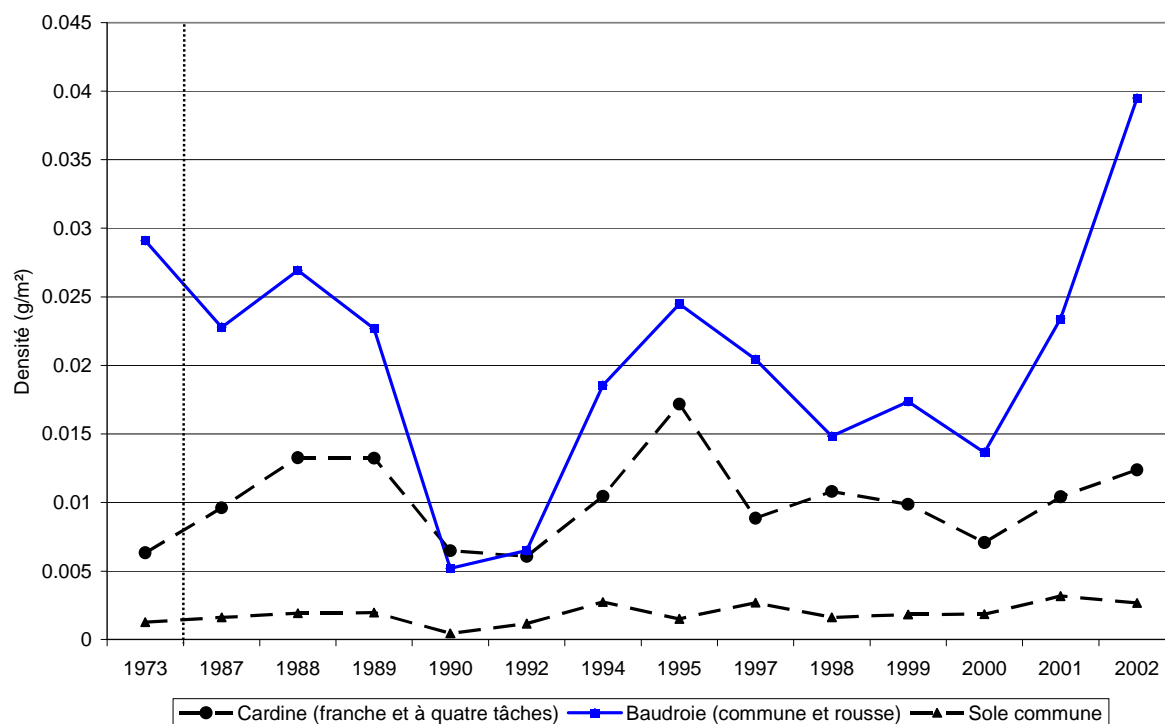
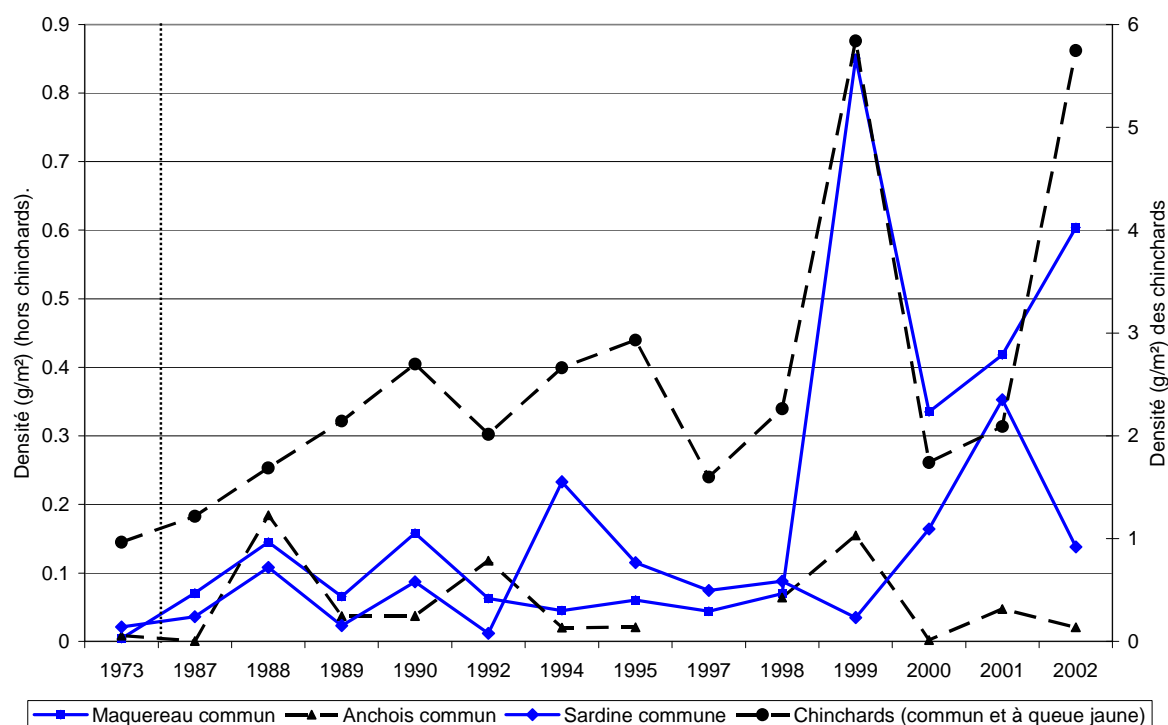
Figure A.2.1 : Densité ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) mesurées par les campagnes EVOHE pour une sélection de gadidés (merlu, merlan, morue et églefin)Figure A.2.2 : Densité ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) mesurées par les campagnes EVOHE pour une sélection de poissons plats (cardines, baudroie et sole)

Figure A.2.3 : Densité (g/m<sup>2</sup>) mesurées par les campagnes EVOHE pour une sélection de petits pélagiques (le maquereau, l'anchois la sardine et les chinchards)<sup>1</sup>



Source : Données EVOHE

### Annexe A.2.2

#### Evolution des grands métiers par classes de taille de navire

Les tableaux 2.2 à 2.4 récapitulent l'évolution du nombre de navires par classe de taille pour les trois grands métiers.

Tableau A.2.2 : Nombre de chalutiers par classe de taille entre 1990 et 2003 sur la façade du golfe

Année	<12 m	12-16 m	16-20 m	20-24 m	24-40 m	> 40 m	Total
1990	583	341	277	167	112	20	1500
1991	469	311	260	180	110	17	1347
1992	497	309	255	188	105	14	1368
1993	499	305	248	189	99	14	1354
1994	466	272	228	183	88	12	1249
1995	445	251	217	183	84	9	1189
1996	435	242	201	180	82	11	1151
1997	430	215	182	177	83	9	1096
1998	402	200	174	173	82	9	1040
1999	371	195	171	169	79	9	994
2000	342	184	164	168	79	9	946
2001	336	175	157	166	77	9	920
2002	327	165	146	163	71	7	879
2003	320	160	143	161	66	4	854

<sup>1</sup> La densité de l'anchois en 1997 était de 1.24 g/m<sup>2</sup>, valeur très importante que nous n'avons pas placé sur la courbe.

Tableau A.2.3 : Nombre de Dormants par classe de taille entre 1990 et 2003 sur la façade du golfe

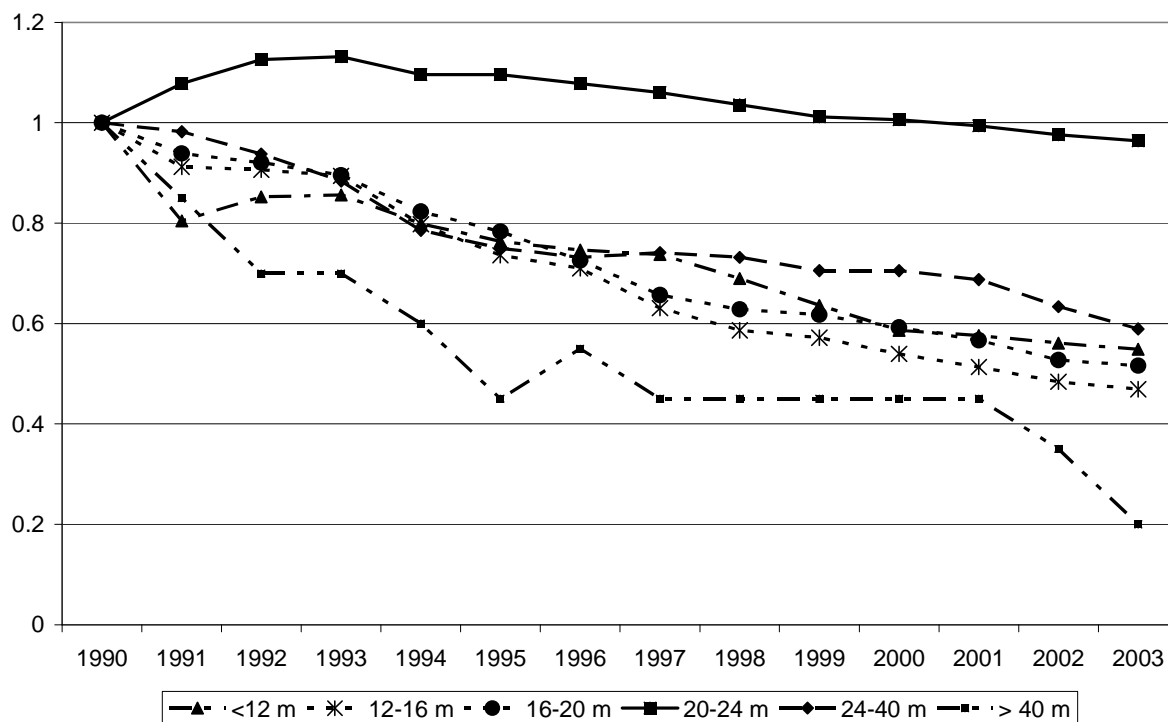
Année	<12 m	12-16 m	16-20 m	20-24 m	24-40 m	> 40 m	Total
1990	1718	98	57	25	3		1901
1991	1291	92	47	26			1456
1992	1205	91	42	30			1368
1993	1144	83	42	30	2		1301
1994	1043	73	41	30	3		1190
1995	977	71	38	30	4		1120
1996	877	64	40	31	6		1018
1997	809	61	36	35	8		949
1998	737	65	32	37	10		881
1999	698	65	26	38	12	1	840
2000	642	64	27	37	12	1	783
2001	586	59	25	37	11	2	720
2002	610	56	22	38	12	2	740
2003	598	56	21	36	17	1	729

Tableau A.2.4 : Nombre de dragueurs par classe de taille entre 1990 et 2003 sur la façade du golfe

Année	<12 m	12-16 m	16-20 m	Total
1990	108			108
1991	84			84
1992	105			105
1993	109			109
1994	126			126
1995	130	1		131
1996	138	1		139
1997	147	2	1	150
1998	142	1	2	145
1999	148	2		150
2000	151	2		153
2001	149	1		150
2002	125	1		126
2003	115	1		116

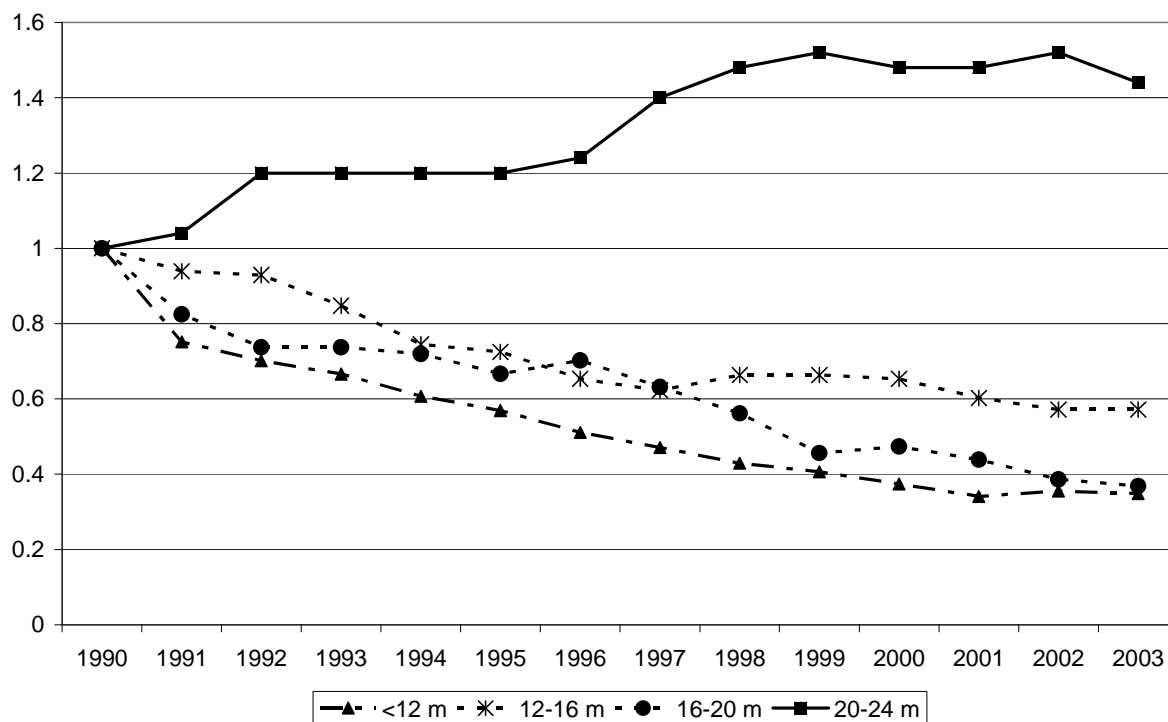
On constate pour le groupe de chalutiers que la baisse du nombre total de navire masque de grandes disparités : c'est la classe des moins de 12 mètres qui baisse le plus alors que la classe des 20-24 mètres reste stable sur la période, cela est mis en évidence par la courbe 2.20 qui récapitule les tendances relatives pour les différentes classes du groupe des chalutiers.

Figure A.2.4 : Evolution relative du nombre de chalutiers par classe de taille dans le Golfe de Gascogne



Le nombre de Dormants diminue en treize ans de 60 % de sa valeur passant de 1901 à 731 navires. Dans le groupe des navires pratiquant les arts dormants, les moins de 12 mètres constituent une classe prépondérante comme illustré dans le tableau 2.4. La figure 2.21 récapitule les évolutions par classe de taille des nombres de navires, la classe des 24-40 et des plus de 40 ne sont pas représentées sur la figure : les petits nombres de navires de ces deux classes fluctuent considérablement. Nous manquons d'éléments pour expliquer ces fortes variations.

Figure A.2.5 : Evolution relative du nombre de dormants par classe de taille dans le Golfe de Gascogne

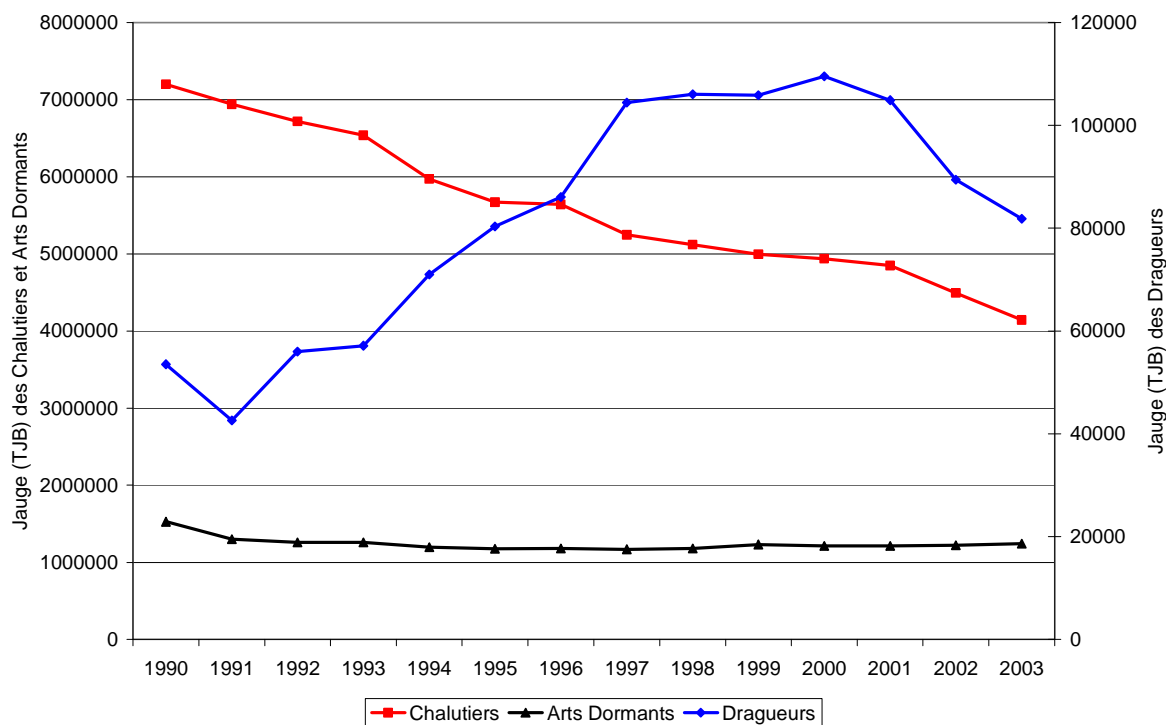


La classe des moins de 12 mètres est représentative dans la quasi-totalité des navires dans le métier des dragueurs, comme le montre le tableau 2.5.

#### Evolution des puissances motrices et des jauges par type de grands métiers :

L'évolution de la jauge totale par métier présentée sur la figure 2.22 montre de façon claire que le métier le plus important dans le golfe est le chalut. La jauge des chalutiers diminue en suivant la tendance de la baisse du nombre de navires sur la période en passant de 7,2 millions de TJB à 4,14 millions de TJB. Celle des dormants diminue également mais de façon plus modérée, en passant de 1,52 à 1,24 millions de TJB. La jauge des dragueurs augmente sur la période en suivant une courbe qui reproduit celle du nombre de navires.

Figure A.2.6 : Evolution de la jauge totale pour les navires de type chalutiers, arts dormants et dragueurs



L'évolution de la puissance totale par type de métier est similaire à celle des jauges totales comme le montre la figure 2.23.

Figure A.2.7 : Evolution de la puissance totale pour les navires de type chalutiers, arts dormants et dragueurs

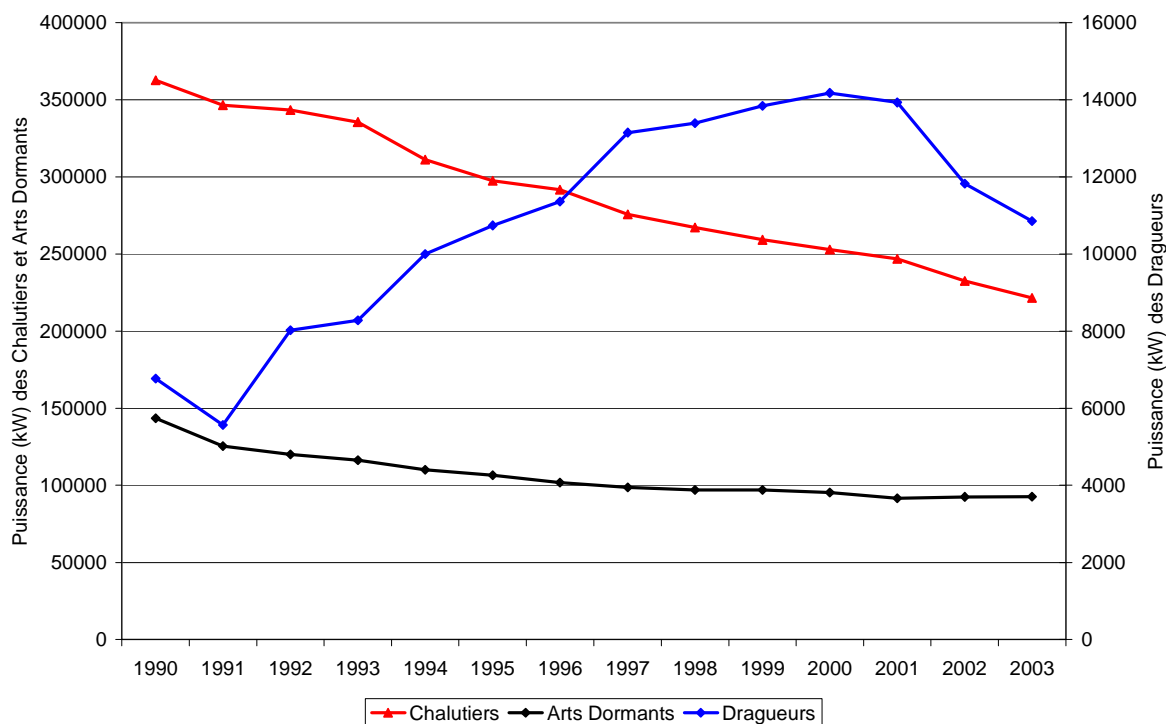
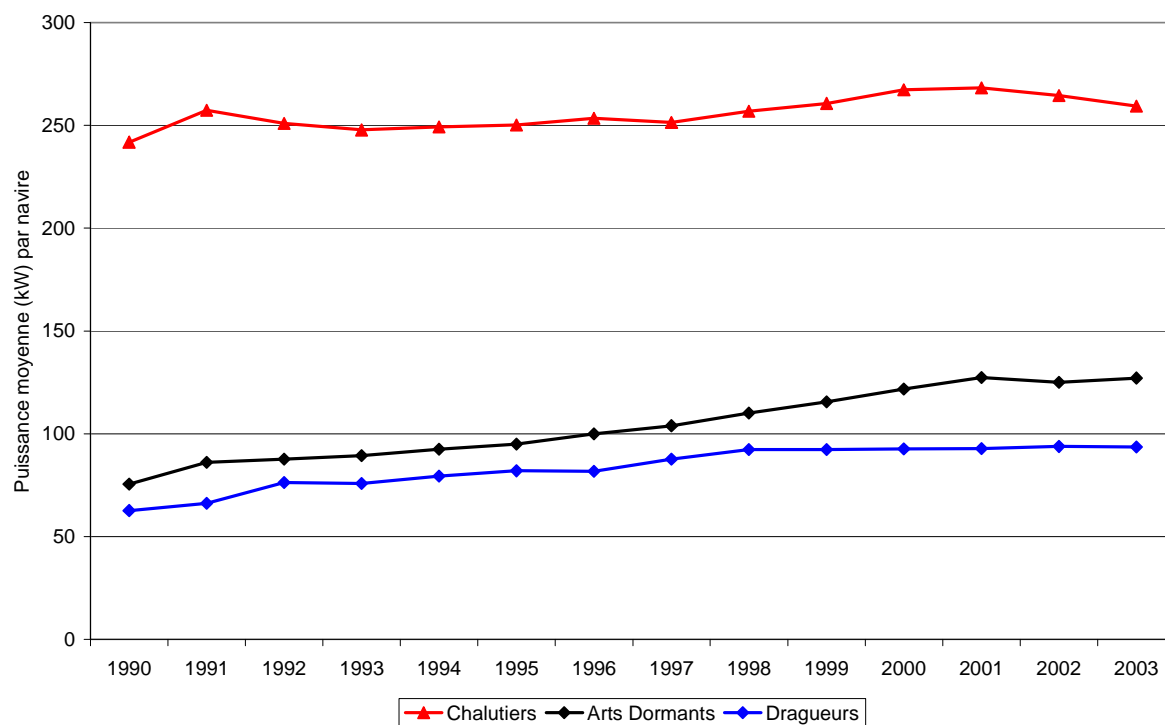




Figure A.2.8 : Evolution de la puissance par navire pour les navires de type chalutiers, arts dormants et dragueurs



La puissance moyenne des chalutiers reste de très loin la plus importante, et n'augmente que faiblement de 7 % en passant de 241 à 259 kW par navire sur la période. La puissance des navires dormants (resp. dragueurs) reste plus faible, mais augmente de 68 % (resp. 49 %) entre 1990 et 2003. La modification de la puissance par navire s'explique pour les dormants essentiellement par la baisse des navires de petite taille et le maintien de navires de grande taille comme l'illustre le tableau 2.3.

### Annexe A.2.3 : Les indices de volume et de prix :

On peut caractériser une série par sa moyenne, son écart-type, ou le tracé de sa courbe. Afin de synthétiser avec un seul indice une grandeur économique fluctuant dans le temps et dans l'espace, on utilise des indicateurs appelés indices élémentaires<sup>2</sup> qui facilitent la lecture de l'évolution des séries dans l'espace et le temps. On trouve également d'autres indicateurs (indices synthétiques<sup>3</sup>) qui décrivent l'évolution d'une grandeur agrégée à partir de grandeurs simples. Nous utilisons l'approche des indices développée par Irving Fisher, les autres approches sont décrites plus précisément dans l'annexe qui suit.

Les indices de prix  $P(p_0, p_t, q_0, q_t)$  et de quantité  $Q(p_0, p_t, q_0, q_t)$  sont des fonctions de vecteurs de prix et de quantités appartenant à deux périodes, où  $p_0, q_0, p_t, q_t$  : vecteurs prix et quantités à la période 0 et t.

#### L'indice de Laspeyres

L'indice de Laspeyres est obtenu en faisant la moyenne arithmétique pondérée en utilisant les poids de l'année de référence. Pour le calcul de l'indice de prix, le poids  $q_i$  de chaque prix est une constante, prise pour cet indice à la date de référence 0.

$$(A.3.1) \quad L_{t/0}^p = 100 \cdot \frac{\sum_i (p_{i,t} \cdot q_{i,0})}{\sum_i (p_{i,0} \cdot q_{i,0})} \quad \text{et pour les quantités :} \quad L_{t/0}^q = 100 \cdot \frac{\sum_i (p_{i,0} \cdot q_{i,t})}{\sum_i (p_{i,0} \cdot q_{i,0})}$$

Avec  $p_{i,t}$  : prix de l'individu  $i$  au temps  $t$ .

$q_{i,t}$  : quantité de l'individu  $i$  au temps  $t$ .

#### L'indice de Paasche

On peut procéder à une moyenne harmonique des indices élémentaires pour définir un autre indice synthétique, l'indice de Paasche. La différence principale entre cet indice et celui de Laspeyres consiste dans le fait que le poids  $q_i$  de chaque prix est pris à chaque date  $t$ . L'indice de Paasche pour les prix vaut :

$$(A.3.2) \quad P_{t/0}^p = 100 \cdot \frac{\sum_i (p_{i,t} \cdot q_{i,t})}{\sum_i (p_{i,0} \cdot q_{i,t})} \quad \text{et l'indice de Paasche pour les quantités :}$$

$$P_{t/0}^q = 100 \cdot \frac{\sum_i (p_{i,t} \cdot q_{i,t})}{\sum_i (p_{i,t} \cdot q_{i,0})}$$

avec  $p_{i,t}$  : prix de l'individu  $i$  au temps  $t$ .

$q_{i,t}$  : quantité de l'individu  $i$  au temps  $t$ .

<sup>2</sup>Les indices élémentaires :

Un indice élémentaire est un rapport entre deux valeurs d'une série à deux dates ou deux espaces différents.

<sup>3</sup> Les indices synthétiques :

Un indice synthétique est une grandeur composite qui résume un ensemble d'indices élémentaires représentant des évolutions de variables hétérogènes (prix ou quantité de deux espèces de poissons différents par exemple).

L'indice prix (resp. quantité) de Laspeyres comporte deux avantages, il est économe en données (on ne recalcule pas les poids q (resp. p)) et il varie en fonction de la variation des prix (resp. quantités) uniquement. Les indices prix de Paasche et de Laspeyres sont complémentaires, ce que Paasche sous-estime, Laspeyres le surestime.

### L'indice de Fisher

Fisher établit un indice composite, qu'il définit comme la moyenne géométrique des deux indices de Laspeyres et de Paasche.

$$(A.3.3) \text{ Pour les prix : } F_{t/0}^p = \sqrt{L_{t/0}^p \times P_{t/0}^p} \quad \text{Pour les quantités : } F_{t/0}^q = \sqrt{L_{t/0}^q \times P_{t/0}^q}$$

L'indice de Fisher possède la propriété de factorisation, ce qui signifie que l'indice de prix Fisher multiplié par l'indice de volume Fisher est égal à l'indice de valeur.

Pour les produits de la pêche, (Thébaud, 2005) préconise l'utilisation de l'indice de Fisher afin d'évaluer la contribution relative de changements dans les prix et les volumes au changement général dans la valeur.

### L'indice de Tornqvist

Cet indice, appelé également indice Translog est un indice symétrique important. Il attache un poids égal à deux périodes ou situations comparées.

$$(A.3.4) \text{ L'indice prix de Tornqvist vaut : } P_T = \prod_{i=1}^n \left( \frac{p_t}{p_0} \right)^{1/2(S_{i0}+S_{it})}$$

avec  $S_{i0} = \frac{V_{i0}}{\sum V_{j0}}$  et  $S_{it} = \frac{V_{it}}{\sum V_{jt}}$ , les parts de chiffre d'affaires d'un produit i à la période de référence 0 et à la période t courante.

Nous utiliserons par la suite ces quatre indices. L'indice de Laspeyres, de Paasche et de Fisher dans le chapitre 3 et 4, et l'indice de Tornqvist dans le chapitre 4, dans la section détaillant les rapports entre les quantités débarquées et les prix des marchés.

### Annexe A.2.4 : Éléments supplémentaires sur la théorie des indices :

Dans l'article « Essays in Index Number Theory », Diewert décrit trois approches dans la théorie des indices qui ont été initialement distinguées par (Frisch, 1936) :

1. L'approche statistique
2. L'approche test
3. L'approche fonctionnelle, également appelée approche du domaine de préférence

### L'approche statistique :

Pendant la période 1875-1925, Frisch a développé une des approches principales de la théorie des indices des nombres. Cette approche est appelée l'approche atomistique ou statistique. Elle suppose que tous les prix sont affectés d'une manière proportionnelle par l'expansion de

l'offre de monnaie. Cependant, il est peu important de savoir quel indice des prix a été utilisé pour mesurer le facteur commun de proportionnalité, tant que l'indice est calculé avec un nombre suffisant de ratio de prix statistiquement indépendants. Cette approche a été critiquée avec succès, notamment par Keynes.

Une approche néostatistique a ensuite été initiée par Theil. Dans le cas de deux observations, les meilleurs indices de prix et de quantité de Theil sont définis par les solutions d'un problème de moindres carrés ordinaires avec contrainte :

$$\min_{P_0, P_1, Q_0, Q_1, e_1, e_2, e_3, e_4} \sum_{i=1}^4 e_i^2 \text{ sous la contrainte :}$$

$$p^{0T} q^0 = P_0 Q_0 + e_1 ; p^{0T} q^1 = P_0 Q_1 + e_2 ; p^{1T} q^0 = P_1 Q_0 + e_3 ; p^{1T} q^1 = P_1 Q_1 + e_4$$

en intégrant une hypothèse de normalisation supplémentaire telle que  $P_0=1$

### **L'approche test :**

Une autre approche majeure dans la théorie des indices économiques est l'approche de « test » ou approche axiomatique, initiée par Irving Fisher. L'approche « test » suppose que les indices de prix  $P(p_0, p_1, q_0, q_1)$ <sup>4</sup> et de quantité  $Q(p_0, p_1, q_0, q_1)$  sont des fonctions de vecteurs de prix et de quantités appartenant à deux périodes.

Les « tests » sont des propriétés préalables raisonnables que les indices P et Q doivent posséder. En effet, dans le cas de statistiques multidimensionnelles, il n'existe généralement pas de test uniformément plus puissant ou même de test localement uniformément plus puissant<sup>5</sup>. Des tests optimaux ne peuvent alors être trouvés que dans des classes plus restreintes de fonctions de tests. Dans une structure de production en changement, il existe donc différentes alternatives aux méthodes de mesures de la productivité. Ainsi, la progression en volume de la production entre deux périodes peut être calculée en séparant l'effet prix de la valeur ajoutée réelle de différentes manières.

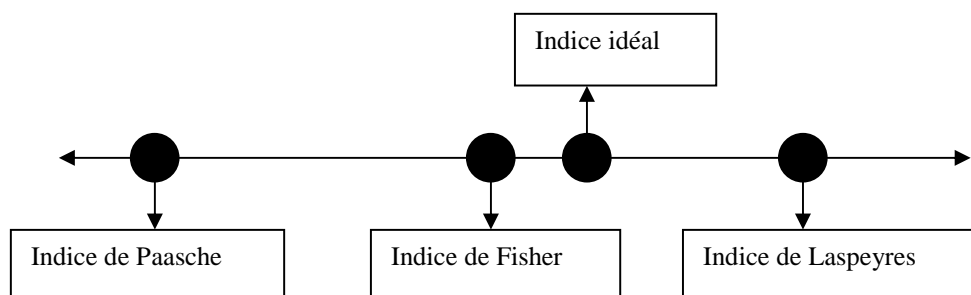
Deux types d'indices permettent de borner le facteur de l'inflation des prix ainsi que le facteur lié à la progression en volume. Ces indices sont les indices de Laspeyres et de Paasche. L'indice prix de Laspeyres pondère chaque prix par les quantités produites à la période de référence, alors que l'indice prix de Paasche pondère ces prix par les quantités produites à la période courante. L'indice de Fisher est la moyenne géométrique de ces deux indices, il se situe entre ces deux indices et possède la propriété d'être au plus proche de la valeur cible qui est l'indice idéal comme le montre la figure qui suit. L'indice de Tornqvist possède la même propriété que l'indice de Fisher : il est situé entre l'indice de Paasche et l'indice de Fisher.

En outre, les indices de Laspeyres, de Paasche et de Fisher offrent l'intérêt de représenter une valeur synthétique qui résume un ensemble d'indices basés sur des grandeurs hétérogènes, ne pouvant être additionnées.

<sup>4</sup>  $p_0, q_0, p_1, q_1$  : vecteurs prix et quantités à la période 0 et 1

<sup>5</sup> Un test est uniformément plus puissant (UPP ou UMP en anglais) s'il est le plus puissant dans une classe de tests donnée, pour toutes les valeurs alternatives du paramètre.

Ce type d'approche est particulièrement intéressant dans une méthode appliquée comme par exemple l'étude des effets prix et volume dans le chiffre d'affaires de la pêche sur la façade atlantique. Elle permet d'avoir, en un seul indice, un aperçu des variations des quantités et des prix.



### **L'approche fonctionnelle :**

L'approche fonctionnelle, s'appelle également approche du domaine de préférence, ou théorie économique des indices de nombre. Cette approche a le mérite de mettre en relation la théorie du consommateur et du producteur, en utilisant les fonctions d'utilité chez le consommateur et les fonctions de production chez le producteur, avec la création des indices de croissance des volumes et des prix.

### **L'indice de prix ou l'indice du coût de la vie de Köonus**

On suppose qu'un consommateur maximise une fonction d'utilité  $F(x)$  sujette à une contrainte de dépense  $p^T q = \sum_{i=1}^N p_i q_i \leq y$  avec  $q = (q_1, \dots, q_n)^T \geq 0_N$  un vecteur non nul des biens et  $p = (p_1, \dots, p_n)^T \geq 0_N$  un vecteur non nul des prix des biens.  $y > 0$  est le niveau de dépense disponible pour ces  $N$  biens.

On suppose également qu'un producteur maximise une fonction de production  $F(q)$  sujette à une contrainte de budget  $p^T q \leq y$  où  $q \geq 0_N$  est le vecteur des inputs et  $p \geq 0_N$  est le vecteur prix des inputs et  $y > 0$  est la dépense maximale allouée à ces inputs.

On appelle fonction d'agrégation la fonction d'utilité ou de production  $F$ , selon qu'on est dans une application de la théorie du consommateur ou du producteur.

D'après (Diewert, 1993), le problème de la maximisation de la fonction d'agrégation du consommateur (ou du producteur) peut se décomposer en deux étapes :

1. Dans une première étape, le consommateur tente de minimiser ses coûts afin d'atteindre une utilité donnée. (On suppose dans le raisonnement que le consommateur a un comportement de minimisation des coûts.)
2. Dans une seconde étape, il choisit un niveau d'utilité maximal qui est consistant<sup>6</sup> avec sa contrainte de budget.

<sup>6</sup> Consistance : On dit aussi qu'il y a consistance si et seulement si la solution exacte des équations aux dérivées partielles discrétisées tend vers la solution exacte des équations continues lorsque tous les pas de discrétisation ( $\Delta t$ ,  $\Delta x$ , etc.) à la fois tendent vers 0.

La solution de la première étape définit la fonction de coût du consommateur (ou producteur) :

$$C(u, p) = \min_x (p^T q : F(q) \geq u, q \geq 0_N)$$

On suppose que la fonction d'agrégation est définie sur un ensemble de variables non négatives, et ayant les propriétés suivantes : continuité, croissance et quasiconcavité.

On définit alors l'indice prix (de Köonus ici) :  $P_K(p_0, p_1, q) = \frac{C(F(q), p_1)}{C(F(q), p_0)}$  avec  $C(F(q), p_1)$

étant le coût de la production de valeur  $F(q)$  au prix  $p_1$ . Il existe une littérature extensive sur la mesure de l'output réel ou la valeur ajoutée réelle qui est analogue à la discussion sur les mesures de l'utilité ou de l'input réel.

L'indice peut donc aussi alternativement s'écrire :  $P_K(p_0, p_1, q) = \frac{C(u, p_1)}{C(u, p_0)}$  où  $u$  est le niveau d'utilité ou d'output de référence.

L'indice de prix dépend de trois ensembles de variables :  $p_0$  un vecteur à la période 0 ou la période de référence,  $p_1$  un vecteur prix à la période 1 ou période courante et  $x$  un vecteur des quantités de référence. Alors  $P_K$  est ratio du coût minimum pour atteindre le standard de vie indexée par  $q$  quand le consommateur est confronté aux prix de la période 1 par le coût minimum pour atteindre le standard de vie quand le consommateur est confronté aux prix à la période 0. Ainsi l'indice peut être interprété comme le niveau des prix à la période 1 relativement à un niveau des prix à la période 0. Il est naturel de supposer que l'on peut observer le choix des quantités du consommateur (ou du producteur). Ces choix sont faits pendant les périodes de référence et courante, ce qui est également le cas des prix pour les périodes concernées.

### **Les indices quantités (de Köonus, Allen ou Malmquist)**

Dans le cas d'un seul bien, un indice « quantité » peut être défini comme le ratio de la quantité à la période 1 par la quantité à la période 0. Ce ratio est également égal au ratio des dépenses  $\frac{p_1^1 x_1^1}{p_1^0 x_1^0}$  sur les deux périodes divisé par l'indice prix  $\frac{p_1^1}{p_1^0}$ . Dans le cas d'un ensemble à plusieurs biens, l'indice de quantité de Köonus peut être égal au ratio des dépenses déflaté grâce à l'indice prix. Il est défini par l'équation suivante :

$$Q_K(p_0, p_1, q) = \frac{C(F(q^1), p_1)}{C(F(q^1), p_0)} \bigg/ \frac{C(F(q), p_1)}{C(F(q), p_0)}$$

On définit grâce à ce type d'équation une classe d'indice quantité possible, variant selon le choix de  $q$ . Ainsi, on a par exemple le cas particulier de l'indice de Laspeyres-Köonus ou de

$$\text{Paasche-Allen : } Q_K(p_0, p_1, q_1, q_0) = \frac{C(F(q^1), p^1)}{C(F(q^0), p^1)} \text{ et le cas de l'indice de Paasche-Könus ou}$$

$$\text{de Laspeyres-Allen : } Q_K(p_0, p_1, q_1, q_0) = \frac{C(F(q^1), p^0)}{C(F(q^0), p^0)}$$

Il s'ensuit que l'approche économique et par test de la théorie des indices de prix peuvent être partiellement réconciliées. On peut notamment montrer que certaines formes fonctionnelles de fonction d'agrégation peuvent être associées avec certaines formes fonctionnelles de formules des indices.

### **Les indices et leurs applications en économie**

La théorie des indices et l'analyse du surplus du consommateur sont fortement liés. Ainsi l'indice quantité de Paasche-Allen est fortement lié à la variation compensée en revenu, et l'indice de quantité de Laspeyres-Allen est étroitement lié à la variation équivalente en revenu de Hicks.

La théorie des indices a également joué un rôle-clé dans une autre partie de l'économie qui possède une très large littérature qu'on appelle également la mesure de la productivité totale des facteurs. Nous pouvons citer quelque référence à cette littérature parmi lesquels dans la littérature des pêches des auteurs comme Squires, Asche, ...

Un autre domaine de recherche étroitement lié à la théorie des indices est la mesure des inégalités. Habituellement, les indices prix et quantité ne sont pas construits en une étape unique. Par exemple dans la construction de l'indice du coût de la vie, on construit des sous indices comme un poste pour l'alimentation, l'habillement, les transports... Les indices sont alors combinés pour former un indice unique du coût de la vie.

Les travaux de (Gorman, 1995) sont enfin à l'origine d'une forme polaire, dans un objectif de séparation des effets prix et revenu. Cette forme polaire se base sur des courbes d'utilité indirecte, du type :

$$v_i(p, w_i) = a_i(p) + b(p)w_i, \quad p : \text{prix}, w : \text{revenu}$$

Cette formulation sépare la fonction d'agrégation en un terme lié au choix des prix exclusivement et un autre intégrant le revenu. Ceci permet notamment de toujours représenter la demande agrégée grâce à un consommateur représentatif, pour lequel l'expansion de la demande est linéairement liée à l'expansion du revenu.

## Annexe A.2.5 : Données de l'échantillon de chalutiers sud bretons (données OERP)

Tableau A.2.5 : Taille des échantillons des classes de navires

Classe de navire	Taille de l'échantillon*
[9-12 m[	18
[12-16 m[	67
[16-20 m[	55
[20-24 m[	69
[24-40 m[	9
Hauturier Pélagique 20.5/24 m	39
Hauturier Pélagique 19/20.5	22
Hauturier Pélagique 15/17.5	8
Hauturier Langoustiniers	28
Ch. Côtiers intermédiaires	26

Source : Observatoire économique régional des pêches de Bretagne

\*Les classes de navires [9-12 m[ à [24-40 m[ ne sont pas constantes, mais il était impossible de garder un échantillon constant. On donne les valeurs moyennes de la taille de l'échantillon sur la période.

Tableau A.2.6 : Evolution de la composition des coûts pour la classe des 12-16 m

Année	Carburant	Mat.Entr.Rép	Charges diverses	Charges personnel
1 993	13.6%	19.1%	16.3%	51.0%
1 994	12.7%	18.0%	17.3%	51.9%
1 995	11.6%	17.3%	17.1%	53.9%
1 996	12.3%	17.4%	17.2%	53.1%
1 997	12.5%	16.8%	17.0%	53.7%
1 998	9.7%	18.8%	16.5%	55.1%
1 999	11.0%	20.6%	15.5%	52.9%
2 000	17.9%	19.8%	14.9%	47.4%
2 001	16.1%	18.3%	13.8%	51.8%
2 002	13.4%	18.8%	15.9%	52.0%
2 003	14.7%	17.6%	16.0%	51.8%
2 004	16.1%	18.6%	15.1%	50.3%
2 005	20.9%	16.6%	15.4%	47.1%
2 006	23.8%	14.9%	16.2%	45.2%

Tableau A.2.7 : Evolution de la composition des coûts pour la classe des 24-40 m

Année	Carburant	Mat.Entr.Rép	Charges diverses	Charges personnel
1993	18.9%	20.4%	23.3%	37.4%
1994	16.3%	19.4%	23.5%	40.8%
1995	15.5%	17.5%	25.3%	41.7%
1996	17.1%	19.1%	24.5%	39.3%
1997	17.3%	18.8%	24.6%	39.2%
1998	14.4%	22.7%	22.3%	40.6%
1999	15.5%	20.8%	24.3%	39.4%
2000	25.4%	21.4%	22.2%	31.0%
2001	23.0%	17.5%	23.0%	36.5%
2002	20.4%	18.4%	22.6%	38.5%
2003	21.2%	18.9%	22.7%	37.1%
2004	23.2%	21.0%	21.9%	33.9%
2005	30.3%	14.5%	22.3%	32.9%
2006	32.5%	13.0%	23.0%	31.5%

Source : OERP



**Annexe A.3.1**

Tableau A.3.1 – Données sur les flottilles de chalutiers sud bretons immatriculés de Camaret à Vannes, sur la période 1990-2003

**Flottille [12-16m[**

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Nombre navires enregistrés	217	199	198	194	175	162	150	131	116	114	108	105	100	97
Nombre de navires dans la base des débarquements	209	198	197	192	174	160	148	130	115	114	108	105	100	97
Ratio des données débarquement / Navires enregistrés	96%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%

**Flottille [16-20m[**

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Nombre navires enregistrés	138	133	130	125	113	106	99	86	78	75	71	71	65	66
Nombre de navires dans la base des débarquements	134	132	127	125	111	105	97	85	77	75	71	71	65	66
Ratio des données débarquement / Navires enregistrés	97%	99%	98%	100%	98%	99%	98%	97%	99%	100%	100%	100%	100%	100%

**Flottille [20-24m[**

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Nombre navires enregistrés	117	121	125	122	118	115	111	112	113	116	115	116	113	108
Nombre de navires dans la base des débarquements	116	121	124	121	118	114	110	112	113	116	115	116	112	108
Ratio des données débarquement / Navires enregistrés	99%	100%	99%	99%	100%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	100%

Tableau A.3.2 – Moyennes des indicateurs économiques (en euros constant 2003 par navire)

## Flottille [12-16 m]

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Chiffre d'affaires	249 868	252 314	286 770	289 098	281 821	271 374	271 044	272 292	259 278	264 670
Coût de gasoil	23 877	22 284	27 121	27 484	20 513	22 784	36 758	34 086	29 336	30 529
Coût du travail	111 083	112 819	127 627	129 429	130 486	125 242	109 907	123 733	119 630	120 234
Equipment (Filets, ...)	15 218	11 755	12 556	13 288	13 362	14 675	15 241	11 969	13 079	12 700
Entretien	18 759	20 659	24 115	24 781	28 034	30 390	26 994	24 626	31 126	25 327
Autres coûts	35 508	36 061	40 678	41 559	40 839	37 310	36 219	33 221	33 328	37 290
EBE	45 423	48 737	54 673	52 557	48 587	40 973	45 926	44 657	32 780	38 589

## Flottille [16-20 m]

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Chiffre d'affaires	399 356	436 585	433 442	422 779	408 225	418 676	416 200	438 681	415 648	426 681
Coût de gasoil	41 395	41 838	48 565	48 404	38 895	43 465	71 662	68 121	61 142	59 294
Coût du travail	162 309	179 984	173 246	172 084	171 356	172 364	148 523	174 931	167 221	169 505
Equipment (Filets, ...)	21 499	17 117	18 928	19 066	22 667	19 617	20 572	21 763	17 605	17 856
Entretien	54 518	38 482	54 890	41 678	64 035	59 644	40 877	52 644	58 959	45 847
Autres coûts	72 193	89 754	82 263	88 907	71 855	79 777	84 499	89 336	86 692	87 767
EBE	47 443	69 410	55 551	52 640	39 417	43 809	50 066	31 887	24 028	46 412

## Flottille [20-25 m]

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Chiffre d'affaires	631 301	655 884	677 779	687 056	682 096	698 500	660 536	729 410	705 389	734 002
Coût de gasoil	69 036	67 094	80 338	83 135	64 951	78 093	128 780	119 054	100 320	106 007
Coût du travail	236 863	246 842	252 677	257 590	268 978	268 181	218 051	270 048	272 266	282 849
Equipment (Filets, ...)	31 081	29 605	29 140	28 259	31 463	32 076	30 779	32 804	30 887	28 129
Maintenance	59 529	51 460	60 907	66 999	60 596	58 819	64 375	61 810	77 086	59 659
Autres coûts	127 228	138 631	135 755	133 676	129 298	138 192	120 990	123 801	127 482	141 824
EBE	107 565	122 251	118 961	117 396	126 811	123 138	97 561	121 893	97 348	115 535

Source : Observatoire Economique Régional des Pêches de Bretagne

**Annexe A.3.2 : Le modèle à cinq facteurs**

$$GR_{TOT} = K \times E \times \sum_{i=1}^n p_i \frac{q_i}{B_i KE} B_i$$

avec E une mesure de l'activité totale de pêche (par exemple le nombre de jours en mer par unité de jauge), et KE la productivité apparente de l'effort nominal de pêche (excluant les effets d'abondance) mesurée en termes d'output par espèces par unité d'effort nominal de pêche (c'est-à-dire en tonnes par jour en mer et par unité de jauge), par unité de temps.

Dans le modèle à quatre facteurs, seul l'effort total de pêche est considéré. Si l'information sur l'allocation de l'effort de pêche par espèce est disponible, il serait en principe possible d'inclure l'effort par espèces plutôt que l'effort total dans l'analyse. Cela permettrait de prendre en compte une allocation de l'effort entre les différentes espèces, et de calculer les contributions au changement du chiffre d'affaires total de chacune. Le type d'information dont on a besoin pour une telle analyse est cependant actuellement indisponible pour les flottilles étudiées.

Les contributions pour ces deux modèles à deux et cinq facteurs sont détaillées dans (TECTAC, 2004). On utilise les mêmes méthodes que pour les modèles à trois et à quatre facteurs.

**Annexe A.3.4 : Démonstration de la décomposition de la croissance du chiffre d'affaires en ses différents facteurs selon la méthode de Divisia**

On rappelle l'équation qui décompose la fonction d'agrégation du chiffre d'affaires en un facteur de taille de flottille K, représenté par la jauge totale, ainsi que les prix, les quantités et

les indices de biomasse par espèce.  $GR_{TOT} = K \times \sum_{i=1}^n p_i \frac{q_i}{B_i K} B_i$

Par souci de simplification, on note par la suite :  $p^T(t)q(t) = \sum_{i=1}^N p_i(t)q_i(t)$

L'équation s'écrit alors :  $p^T(t)q(t) = \sum_{i=1}^N K p_i(t) \left( \frac{q}{KB} \right)_i(t) B_i(t)$

Pour connaître les croissances de cette fonction selon ses facteurs, on la dérive par rapport au temps :

$$\frac{\partial}{\partial t} (p^T(t)q(t)) = \frac{\partial}{\partial t} \left( \sum_{i=1}^N K(t) p_i(t) \left( \frac{q}{KB} \right)_i(t) B_i(t) \right)$$

On notera par la suite :  $\dot{X} = \frac{\partial X}{\partial t}$ , X variable quelconque.

En développant, on obtient :

$$\frac{\partial}{\partial t}(p^T(t)q(t)) = \sum_{i=1}^N \left( \dot{K}(t) \right) p_i(t) \left( \frac{q}{KB} \right)_i(t) B_i(t) + \sum_{i=1}^N K(t) \left( \dot{p}_i(t) \right) \left( \frac{q}{KB} \right)_i(t) B_i(t) +$$

$$\sum_{i=1}^N K(t) p_i(t) \left( \frac{\dot{q}_i}{KB_i} \right)(t) B_i(t) + \sum_{i=1}^N K(t) p_i(t) \left( \frac{q_i}{KB_i} \right) \dot{B}_i(t)$$

On divise chaque membre de l'équation par  $p^T(t)q(t)$ , et on utilise la relation  $\frac{\dot{X}}{X} = \frac{\partial \ln(X)}{\partial t}$  :

$$\frac{\partial}{\partial t} \ln(p^T(t)q(t)) = \frac{\dot{K}}{K}(t) + K(t) \left( \frac{\sum_{i=1}^N \left( \dot{p}_i(t) \right) \left( \frac{q}{KB} \right)_i(t) B_i(t)}{p^T(t)q(t)} + \frac{\sum_{i=1}^N p_i(t) \left( \frac{\dot{q}_i}{KB_i} \right)(t) B_i(t) + \sum_{i=1}^N p_i(t) \left( \frac{q_i}{KB_i} \right) \dot{B}_i(t)}{p^T(t)q(t)} \right)$$

En posant :  $S_i = \frac{p_i(t)q_i(t)}{\sum_{i=1}^N p_i(t)q_i(t)}$ ,  $S_i$  étant la part de chiffre d'affaires de l'espèce  $i$ , on obtient :

$$\frac{\partial}{\partial t} \ln(p^T(t)q(t)) = \frac{\dot{K}}{K}(t) + K(t) \left( \sum_{i=1}^N S_i(t) \frac{1}{K} \left( \frac{\dot{p}_i}{p_i} \right) + \sum_{i=1}^N S_i(t) \frac{1}{K} \frac{\left( \frac{\dot{q}_i}{KB_i} \right)}{\frac{q_i}{KB_i}} + \sum_{i=1}^N S_i(t) \frac{1}{K} \frac{\dot{B}_i}{B_i} \right)$$

Soit avec  $\frac{\dot{X}}{X} = \frac{\partial \ln(X)}{\partial t}$  :

$$\frac{\partial}{\partial t} \ln(p^T(t)q(t)) = \frac{\dot{K}}{K}(t) + \sum_{i=1}^N S_i(t) \left( \frac{\partial(\ln(p_i))}{\partial t} \right) + \sum_{i=1}^N S_i(t) \left( \frac{\partial(\ln(\frac{q_i}{KB_i}))}{\partial t} \right) + \sum_{i=1}^N S_i(t) \left( \frac{\partial(\ln(B_i))}{\partial t} \right)$$

On intègre chaque partie entre deux périodes, qu'on nomme 0 et 1 :

$$\ln \left( \frac{p^T(1)q(1)}{p^T(0)q(0)} \right) = \int_0^1 \frac{\dot{K}}{K}(t) dt + \int_0^1 \sum_{i=1}^N S_i(t) \left( \frac{\partial(\ln(p_i))}{\partial t} \right) dt + \int_0^1 \sum_{i=1}^N S_i(t) \left( \frac{\partial(\ln(\frac{q_i}{KB_i}))}{\partial t} \right) dt + \int_0^1 \sum_{i=1}^N S_i(t) \left( \frac{\partial(\ln(B_i))}{\partial t} \right) dt$$

En utilisant le théorème des accroissements finis :

$$\int_a^b u(t)v(t)dt = u(c) \int_a^b v(t)dt, \text{ avec } u, v \text{ continues sur le segment } [a, b], v \text{ ne s'annulant pas sur } [a, b]$$

et  $c$  appartenant  $]a, b[$ .

On prend  $c$  tel que :  $S_i(c) = \frac{1}{2}(S_i(0) + S_i(1))$  et ceci donne l'approximation de Tornqvist du logarithme de l'indice de chiffre d'affaires précédent :

$$\ln\left(\frac{p^T(1)q(1)}{p^T(0)q(0)}\right) = \ln\left(\frac{K(1)}{K(0)}\right) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N (S_i(0) + S_i(1)) \ln\left(\frac{p_i(1)}{p_i(0)}\right) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N (S_i(0) + S_i(1)) \ln\left(\frac{\frac{q_i(1)}{KB_i}}{\frac{q_i(0)}{KB_i}}\right) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N (S_i(0) + S_i(1)) \ln\left(\frac{B_i(1)}{B_i(0)}\right)$$

Cette méthode de décomposition donne la possibilité de mesurer la productivité totale des facteurs.

Nous avons écrit les formules de décomposition en indices de Paasche, Laspeyres, Fisher au chapitre 3, partie 1.2.

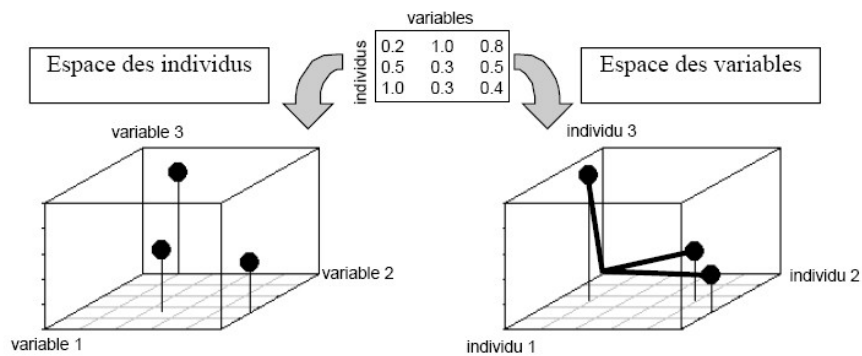
On peut mesurer intuitivement les variations de volume à travers le temps en prenant les prix disponibles à une période donnée et en multipliant les quantités des périodes suivantes par ces mêmes prix. Ce faisant, on enlève l'effet prix et on calcule l'indice de Laspeyres.

Pour décomposer l'indice de valeur en deux parties, on prend pour hypothèse le fait que les producteurs ont des comportements de maximisation de leur chiffre d'affaires au cours des deux périodes. Dans l'indice de Laspeyres, le producteur choisit sa stratégie de production en fonction des prix à la période de référence, dans l'indice de Paasche, ce choix a lieu à chaque période courante. Enfin, dans l'indice de Fisher, le choix de production est fait en prenant en compte la période de référence et actuelle.

**Annexe A.4.1 : Le schéma de dualité dans l'analyse de données**

**Schéma de dualité :**

Un schéma de dualité est constitué de trois éléments définissant un triplet (X, Q, D). X est une matrice de données qui peut être issue d'une transformation préalable de données brutes. X a n lignes (individus) et p colonnes (variables). Q est un produit scalaire de  $\mathbb{R}^p$  (matrice carrée symétrique) et D est un produit scalaire de  $\mathbb{R}^n$ . Les n lignes de X sont des vecteurs de  $\mathbb{R}^p$  et les p colonnes de X sont des vecteurs de  $\mathbb{R}^n$ . On a alors deux représentations euclidiennes de X :



Source : (Dray S., 2003)

Le schéma de dualité se définit comme suit :

$$\begin{array}{ccc}
 & \mathbb{R}^p & \xrightarrow{Q} & \mathbb{R}^{p*} \\
 (X, Q, D) \Leftrightarrow & X^t & \uparrow & \downarrow & X \\
 & & \mathbb{R}^{n*} & \xleftarrow{D} & \mathbb{R}^n
 \end{array}$$

$\mathbb{R}^{p*}$  est appelé dual de  $\mathbb{R}^p$  ( $\mathbb{R}^p$  : ensemble des applications linéaires de  $\mathbb{R}^p$  dans  $\mathbb{R}$ ) et  $\mathbb{R}^{n*}$  est le dual de  $\mathbb{R}^n$ .

Le triplet, par décomposition en valeurs singulières, donne des axes principaux, des composantes principales et des coordonnées lignes et colonnes qui sont des éléments ajoutés au triplet de départ.

**Valeurs propres :**

Quelle que soit la transformation préalable, on se retrouve avec un tableau X comportant n lignes et p colonnes. La géométrie du nuage des lignes est basée sur le produit scalaire :

$$\langle a|b \rangle_\omega = \omega_1 a_1 b_1 + \dots + \omega_p a_p b_p$$

et dans l'espace des colonnes :

$$\langle a|b \rangle_\pi = \pi_1 a_1 b_1 + \dots + \pi_p a_p b_p$$

Les  $w_j$  sont dits poids des colonnes et les  $\pi_i$  sont dits poids des lignes.

L'analyse est alors entièrement définie par le triplet  $(Y, Dw, D\pi)$  à deux métriques diagonales avec :

$$D_\omega = \begin{bmatrix} \omega_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \omega_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \omega_j & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \omega_p \end{bmatrix} \quad \text{et} \quad D_\pi = \begin{bmatrix} \pi_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \pi_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pi_j & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \pi_p \end{bmatrix}$$

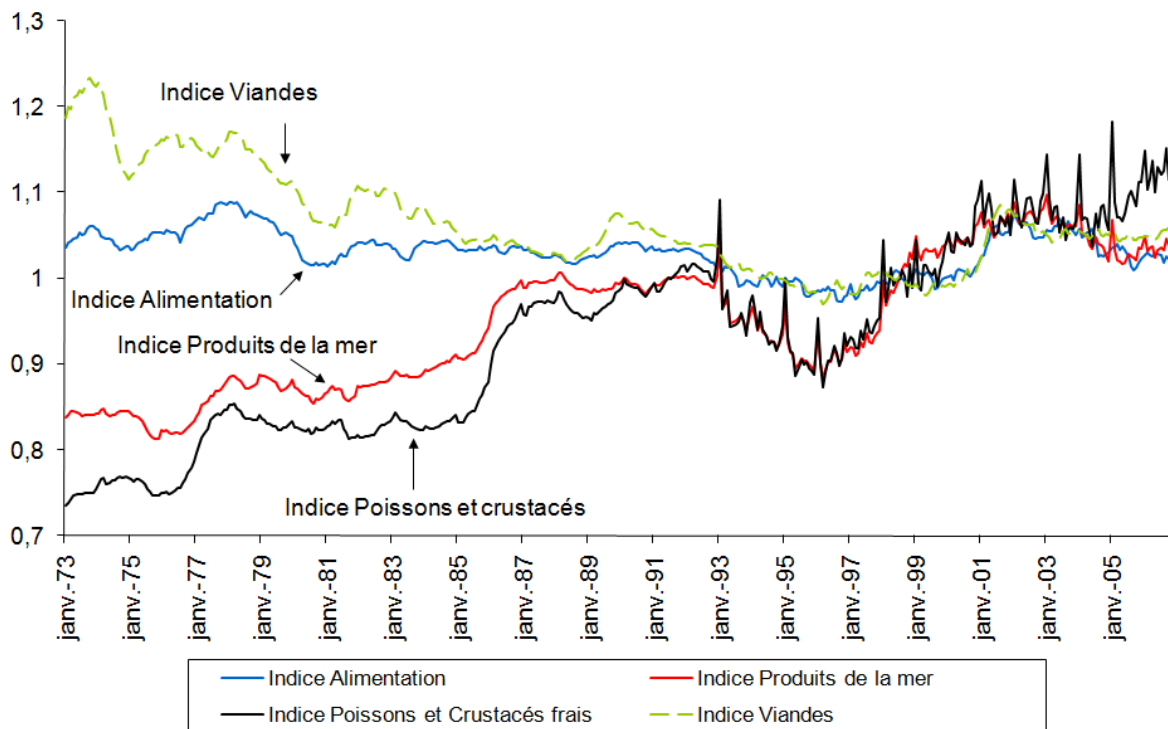
**Exemples de schémas de dualité :**

Il existe de nombreuses possibilités d'analyser un tableau correspondant à différents schémas de dualité. On peut citer par exemple :

- ACP sur données originales :  $X = [y_{ij}]$  ,  $Q = I_p$  (pondération identique des variables),  $D = \frac{1}{n} I_n$  (pondération uniforme des individus)
- ACP centrée par variable :  $X = [y_{ij} - \bar{y}_j]$  ,  $Q = I_p$ ,  $D = \frac{1}{n} I_n$  avec  $\bar{y}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{ij}$
- ACP centrée par individu  $X = [y_{ij} - \bar{y}_i]$  ,  $Q = I_p$ ,  $D = \frac{1}{n} I_n$  avec  $\bar{y}_i = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p y_{ij}$
- ACP normée-centrée par variable :  $X = [\frac{y_{ij} - \bar{y}_j}{\sigma_j}]$  ,  $Q = I_p$ ,  $D = \frac{1}{n} I_n$  avec 
$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_j)^2}$$
- AFC  $X = [\frac{y_{ij}}{y_{i+} y_{+j}} - 1]$  ,  $Q = \text{diag}(\frac{y_{+1}}{y_{++}}, \dots, \frac{y_{+p}}{y_{++}})$  ,  $D = \text{diag}(\frac{y_{1+}}{y_{++}}, \dots, \frac{y_{n+}}{y_{++}})$
- Etc.

**Annexe A.4.2 : Le schéma de dualité dans l'analyse de données**

Figure : Ratio indice par agrégat / indice des prix à la consommation (base 1998)



Source : cahiers INSEE sur la période 1973-2006



### Annexe A.4.3 : Relations entre les quantités débarquées et les prix des marchés

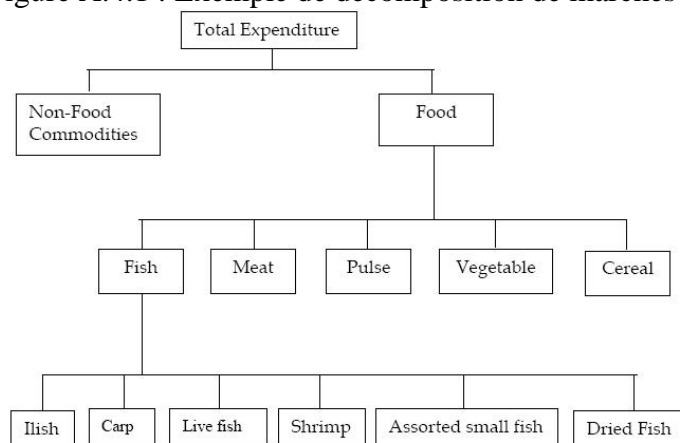
#### Le système de demande idéal

La mise en évidence de corrélations présentées ci-dessous doit se faire sans déductions hâtives dans l'analyse des résultats, en évitant d'interpréter les corrélations éventuelles en terme de causalité, car dans la pêche en particulier, les contraintes imposées aux quantités que l'on peut extraire d'un écosystème sont nombreuses. Malgré tout, la qualité de l'estimation de certaines quantités produites en fonction des prix des espèces supposées concurrentes donne de bonnes indications sur la structure de différents marchés et en particulier sur leurs sentiers d'évolution, ce qui est en soi l'une des causes des choix de stratégies des pêcheurs.

La première condition d'existence d'agrégat de biens composites a été formulée par (Hicks, 1936) et (Leontief, 1936). Le théorème des biens composites affirme que si un groupe de prix évolue en parallèle, alors ces biens peuvent être traités comme un bien unique (voir l'approche statistique dans la théorie des indices de prix). Le théorème des biens composites généralisé (Lewbel, 1996) montre que les déviations dans les ratios de prix peuvent ne pas être importantes pour l'agrégation de produit. Ceci a été fait en posant le fait que les ratios de prix peuvent varier entre observations tant que les distributions des ratios des prix des biens par le prix du groupe sont indépendantes de l'indice de prix du groupe. Une manière de tester l'agrégation de produit est explicitée par (Lewbel, 1996) et (Asche, 1999). On testera donc par la suite le théorème des biens composites généralisé par un test de stationnarité des ratios des prix, soit un test de Dickey-Fuller augmenté qui vérifie si les résidus sont stationnaires.

A partir du moment où on suppose que deux marchés agrégés ne sont liés que par des effets de substitution liés à leur taille totale et non pas par leur structure, cette modélisation permet de segmenter l'étude des demandes agrégées par grand poste de dépense.

Figure A.4.1 : Exemple de décomposition de marchés :



Source : Deaton et Muelbauer, 1980

On observe deux choix de segmentation possibles, le premier illustré par Deaton et Muelbauer consiste à différencier d'abord par type de conditionnement (frais ou congelé), puis par type

d'espèce de poisson. L'autre différenciation consiste à supposer que le consommateur choisit d'abord l'espèce de poisson puis le conditionnement. (Asche, 1999) identifie notamment des produits de saumon congelés et frais et trouve des élasticités significatives sur un moyen – long terme entre ces différents produits.

Nous avons choisi d'analyser par la suite le marché selon les espèces. Les phénomènes de substitution entre type de produits (entre frais et congelé) plutôt qu'entre espèces pour un même produit sont envisageables, ils sont peut être plus significatifs sur un plus long terme.

Dans notre modèle, proposé par Deaton et Muellbauer, on suppose que les courbes de Engel  $q(p, \omega)$  ( $q$  fonction donnant les quantités de chaque bien consommés,  $p$  vecteur des prix,  $\omega$  budget) sont de la forme :

$$\omega_i = \alpha_i + \beta_i \log(p) , \text{ où } \omega_i \text{ est la part du budget consacré au bien } i.$$

On souhaite obtenir un système qui permet d'analyser les parts de dépense totale  $\omega_i$  en séparant les effets prix des effets croissance de la dépense totale, c'est-à-dire avec un modèle de la forme :

$$\omega_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \log(p_j) + \beta_i \log\left(\frac{W}{P}\right)$$

où  $P$  est l'indice prix global et  $W$  la dépense totale du marché.

$$W = \sum_{i=1}^n p_i q_i ; \text{ avec } \omega_i = \frac{p_i q_i}{W}$$

On utilise par exemple pour  $P$  l'indice de prix de Stone défini par :

$$\log(P) = \sum_k \omega_k \log(p_k)$$

D'après Asche, cet indice peut être également identifié grâce à un indice de Fisher ou de Tornqvist, nous nous servons d'un indice prix de Tornqvist par la suite, on calcule alors avec un tel indice un modèle LA/AIDS.

Afin de trouver une solution aux paramètres  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$ ,  $\gamma_{ij}$ , on minimise les résidus  $u_{it}$  du système d'équations suivantes à l'aide d'une régression SUR (Seemingly Unrelated Regression) :

$$\omega_{it} = \alpha_{it} + \sum_j \gamma_{ijt} \log(p_{jt}) + \beta_{it} \log\left(\frac{W}{P}\right) + u_{it}$$

On force l'homogénéité et la symétrie dans l'estimation de la régression SUR. Pour imposer l'homogénéité, c'est-à-dire l'absence d'illusion monétaire, on pose :

$$\sum_{j=1}^n \gamma_{ij} = 0$$

Ceci signifie que si tous les prix augmentent de 1%, on reste indifférent à l'augmentation de prix.

La symétrie amène les relations suivantes :  $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$

Avec ces restrictions, le modèle LA/AIDS devient alors :

$$\omega_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^{n-1} \gamma_{ij} \ln\left(\frac{P_j}{P_n}\right) + \beta_i \ln(W / P)$$

On impose en plus des conditions d'additivité :  $\sum_i \alpha_i = 1$ ,  $\sum_i \gamma_{ij} = 0$ ,  $\sum_i \beta_i = 0$

Pour éviter les problèmes d'inconsistance, on utilise un indice de Tornqvist à la place de l'indice de Stone, puisque les prix ne sont pas colinéaires.

On donne enfin les relations entre les paramètres de l'AIDS et les élasticités : (formule utilisée par Chalfant, 1987)

Les élasticités non compensés sont données par:

Pour le modèle AIDS :

$$\varepsilon_{ijt} = -\delta + \left(\frac{\gamma_{ij}}{w_{it}}\right) - \left(\frac{\beta_i}{w_{it}}\right)w_{jt}$$

Avec  $\delta$  delta de Kronecker, le paramètre vaut 1 pour  $i=j$ , 0 sinon

Les élasticités compensées sont données par la relation :

$$\varepsilon_{ik} = \varepsilon_{ik}^* - \varepsilon_i w_k$$

Les élasticités de dépense sont données par la relation :

Pour le modèle AIDS :

$$\eta_{it} = 1 + \frac{\beta_i}{w_{it}}$$

On évalue la variance des élasticités calculées. Toutes les élasticités sont calculées avec la part de budget moyen de l'échantillon dans cette méthode.

Les équivalences entre les variances valent pour le modèle AIDS :

$$Var(\varepsilon_{ij}) = \frac{1}{w_i^2} Var(\gamma_{ij}) + \left(\frac{w_j}{w_i}\right)^2 Var(\beta_i) - 2\left(\frac{w_j}{w_i}\right)^2 Cov(\gamma_{ij}, \beta_i)$$

$$Var(\varepsilon_{ij}^*) = \frac{1}{w_i^2} Var(\gamma_{ij})$$

$$Var(\eta_i) = \frac{1}{w_i^2} Var(\beta_i)$$

Ces équations permettent notamment de calculer les intervalles de confiance des élasticités de dépense totale et des élasticités de substitution.

## Hypothèses du SUR

On peut appliquer une estimation SUR (Seemingly Unrelated Regression) avec les hypothèses suivantes :

### A.1 Linéarité

$$y_i = \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_K x_{iK} + \varepsilon_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

Cette hypothèse n'est pas très restrictive puisque nous utilisons une transformation log linéaire.

### A.2 Stationnarité ergodique

Stationnarité : un processus  $\{z_i\}$  est stationnaire si pour tout entier fini  $r$  et pour un ensemble d'indices  $i_1, \dots, i_r$ , la distribution jointe  $(z_{i_1}, \dots, z_{i_r})$  dépend seulement de  $i_1 - i, i_2 - i, \dots, i_r - i$  mais pas de  $i$ .

Ergodicité : indépendance asymptotique de  $n$  importe quelle variable de la séquence.

### A.3 Conditions d'orthogonalité

Les variables sont indépendantes entre elles.

### A.4 Condition de rang pour l'identification

La matrice  $E(x_i x_i')$  est non singulière. Le rang de la matrice des données  $X$ , est  $K$  avec une probabilité de 1. Aucune des  $K$  colonnes ne peut être exprimée comme la combinaison linéaire d'autres colonnes de  $X$ .

A.5  $g_i$  est une séquence de différence de martingale avec des seconds moments finis

Une condition suffisante facile à interpréter est  $E(\varepsilon_i | \varepsilon_{i-1}, \varepsilon_{i-2}, \dots, \varepsilon_1, x_i, x_{i-1}, \dots, x_1) = 0$

Le terme d'erreur n'est corrélé avec aucun terme d'erreur présent ou passé ni aucune variable présente ou passée.

### A.6 Homoskedasticité inconditionnelle

Le terme d'erreur  $\varepsilon_i$  est stationnaire et le second moment inconditionnel,  $E(\varepsilon_i^2)$ , ne dépend pas du temps d'observation  $i$ .

Homoskedasticité :  $E(\varepsilon_i^2 | X) = \sigma^2 > 0$

## Méthode d'approximation linéaire LA/AIDS avec l'indice de Tornquist <sup>7</sup>

Nous étudions des demandes avec des systèmes d'équations. On a donc utilisé des techniques Seemingly Unrelated Regressions (SUR), qui sont employées quand les perturbations dans l'équation de régression considérée peut être corrélée avec la perturbation dans une autre équation du modèle.

<sup>7</sup> LA/AIDS : Linearly Approximated Almost Ideal Demand System

Le modèle LA/AIDS (Blanciforti, Green, 1983) permet de donner une estimation des effets de substitution pour les consommateurs français entre différents produits, avec des variables stationnaires et des résidus non corrélés.

Dans ce modèle, les modifications de prix relatif sont perçues à travers le paramètre  $\gamma_{ij}$ . Il représente l'effet sur la  $i^{\text{ème}}$  part du budget d'un accroissement de 1% dans le  $j^{\text{ème}}$  prix (avec  $x/P^*$  constant) et il synthétise l'effet de substitution résultant d'une variation de prix du  $i^{\text{ème}}$  bien sur les autres. Les changements au niveau de la dépense réelle sont visibles grâce au paramètre  $\beta_i$ . Ils sont positifs pour les biens normaux et supérieurs, négatifs dans le cas de biens inférieurs. Ces paramètres recueillent l'effet revenu, les relations entre ces paramètres et les élasticités dépenses sont données ci-après.

### Tests

Test de racine unitaire de Dickey – Fuller<sup>8</sup>

Ce test est utile pour connaître la stationnarité des résidus et tester l'hypothèse de la validité du choix d'agrégation des produits.

### Fonction de demande AIDS restreinte

Quand on impose l'homogénéité (absence d'illusion monétaire) ( $\sum_{k=1}^n \gamma_{ij} = 0$ ), l'équation devient :

$$w_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^{n-1} \gamma_{ij} \ln\left(\frac{P_j}{P_n}\right) + \beta_i \ln(X / P), \text{ P: Indice de prix de Tornqvist}$$

En forçant l'homogénéité et la symétrie dans l'estimation de la régression SUR, on restreint le système.

Conditions d'additivité imposées :  $\sum_i \alpha_i = 1, \sum_i \gamma_{ij} = 0, \sum_i \beta_i = 0$

Pour éviter les problèmes d'inconsistance, on utilise un indice de Tornqvist à la place de l'indice de Stone, puisque les prix ne sont pas colinéaires.

<sup>8</sup> Le modèle de Dickey-Fuller est le suivant :

$$y_t = a_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

H0 : On estime que  $a_1$  a une valeur nulle. (le processus suit une marche aléatoire)

H1 : On estime que  $a_1$  a une valeur non nulle. (le processus suit un modèle AR(1))

## Annexe A.4.4 :

Tableau A.4.2 : Elasticités prix de substitution hicksiennes (compensées) sur le marché français des poissons blancs

## Période 1

Effet du prix sur la part de marché	Saumon I	Merlu FR	Morue FR	Merlan FR	Merlu I	Lieu jaune FR	Morue I	Lieu Alaska et jaune I	Eglefin FR	Merlan I
Saumon I	<b>-0.095</b> ++	0.038	0.038	0.036	0.005	0.005	-0.002	0.001	-0.001	-0.024
Merlu FR	0.295	<b>-1.250</b>	0.119	0.157	0.100	0.128	0.117	0.071	0.129	0.135
Morue FR	0.753	0.302	<b>-2.342</b> ++	0.167	0.075	0.604	0.167	0.162	0.100	0.013
Merlan FR	0.785	0.438	0.184	<b>-1.580</b> ++	0.045	-0.168	-0.103	0.311	0.202	-0.114
Merlu I	0.187	0.509	0.150	0.083	<b>0.879</b> -	-0.311	0.119	0.037	-0.094	0.199
Lieu jaune FR	0.231	0.729	1.353	-0.341	0.346	<b>-1.909</b> -	0.351	-0.558	0.488	0.001
Morue I	-0.095	0.700	0.396	-0.222	0.140	0.372	<b>-1.113</b> ++	-0.095	-0.250	0.166
Lieu Alaska et jaune I	0.073	0.485	0.438	0.760	0.049	-0.673	-0.109	<b>-1.202</b> ++	-0.016	0.195
Eglefin FR	-0.081	0.927	0.284	0.521	0.132	0.619	-0.300	-0.017	<b>-1.808</b> -	-0.013
Merlan I	-1.698 ++	1.198 ++	0.046	-0.363	0.346	0.001	0.246	0.254	-0.016	<b>-0.014</b> +

- + (resp. ++)  
Indique la significativité à 10 % (resp. 5 %) du coefficient  $\mathcal{Y}_{ij}$

## Période 2

Effet du prix sur la part de marché	Saumon I	Merlu FR	Morue FR	Merlan FR	Merlu I	Lieu jaune FR	Morue I	Lieu Alaska et jaune I	Eglefin FR	Merlan I
Saumon I	<b>-0.257</b> ++	0.091	0.076	0.029	0.042	0.012	0.001	0.004	0.015	-0.015
Merlu FR	0.560	<b>-1.090</b>	0.064	0.021	-0.063	0.101	0.026	0.078	0.062	0.241
Morue FR	1.950 ++	0.267	<b>-2.347</b> ++	0.126	0.214	0.687	-0.340	0.127	-0.065	-0.618
Merlan FR	0.758	0.088	0.127	<b>-1.084</b> +	0.018	-0.114	0.042	-0.001	0.234	-0.068
Merlu I	1.667 +	-0.408	0.331	0.028	<b>-0.873</b> +	0.424	-0.944	-0.121	-0.057	-0.046
Lieu jaune FR	0.501	0.663	1.084	-0.179	0.433	<b>-4.112</b> ++	0.089	-0.132	0.489	0.163
Morue I	0.027	0.144	-0.445	0.055	-0.799	0.074	<b>1.082</b> ++	0.037	-0.566	0.392
Lieu Alaska et jaune I	0.214	0.665	0.259	-0.001	-0.161	-0.171	0.058	<b>-1.131</b> ++	0.029	0.238
Eglefin FR	0.656	0.429	-0.108	0.385	-0.061	0.514	-0.718	0.024	<b>-1.356</b> ++	0.236
Merlan I	-0.857	2.260 ++	-1.387 ++	-0.152	-0.067	0.232	0.672	0.261	0.320	<b>-1.281</b>

- + (resp. ++)  
Indique la significativité à 10 % (resp. 5 %) du coefficient  $\mathcal{Y}_{ij}$

Tableau A.4.3 : Elasticités prix hicksiennes (compensées) sur le marché français des petits pélagiques

Période 1								
Effet du prix sur la part de marché	Anchois FR	Anchois I	Chincharde FR	Chincharde I	Maquereau FR	Maquereau I	Sardine FR	Sardine I
Anchois FR	<b>-0.208</b>	-0.016	-0.146	0.102	0.110	0.166	0.032	-0.040
	++		++	++				++
Anchois I	-0.331	<b>-0.474</b>	0.505	-0.518	-0.154	0.852	-0.347	0.468
				++		+		
Chincharde FR	-0.313	0.053	<b>0.201</b>	-0.062	-0.129	0.072	-0.069	0.248
	++		++		++			
Chincharde I	1.178	-0.291	-0.336	<b>-1.611</b>	0.480	-0.227	0.541	0.267
	++	++	++	++	++			
Maquereau FR	0.621	-0.042	-0.341	0.234	<b>-1.620</b>	0.078	0.425	0.645
			++	++	++			++
Maquereau I	0.542	0.135	0.109	-0.064	0.045	<b>-1.565</b>	1.160	-0.362
		+				++	++	++
Sardine FR	0.079	-0.041	-0.079	0.115	0.185	0.878	<b>-1.519</b>	0.382
						++	++	++
Sardine I	-0.166	0.094	0.479	0.096	0.472	-0.460	0.642	<b>-1.157</b>
					++	++	++	

Période 2								
Effet du prix sur la part de marché	Anchois FR	Anchois I	Chincharde FR	Chincharde I	Maquereau FR	Maquereau I	Sardine FR	Sardine I
Anchois FR	<b>-0.325</b>	0.007	-0.048	0.108	0.035	0.356	-0.121	-0.011
	++		++				++	
Anchois I	0.096	<b>-0.380</b>	-0.182	0.149	-0.087	0.307	0.036	0.061
Chincharde FR	-0.082	-0.022	<b>0.236</b>	-0.101	-0.110	0.549	-0.190	-0.281
	++		++		++	++	++	+
Chincharde I	0.760	0.073	-0.417	<b>-2.046</b>	0.456	-0.216	1.251	0.138
				++	+		++	
Maquereau FR	0.109	-0.019	-0.204	0.204	<b>-1.312</b>	-0.254	0.756	0.720
			++	+	++	++	++	++
Maquereau I	0.514	0.031	0.464	-0.044	-0.116	<b>-1.373</b>	0.569	-0.044
			++		++	++	++	
Sardine FR	-0.191	0.004	-0.175	0.279	0.376	0.622	<b>-1.365</b>	0.451
	++		++	++	++	++	++	++
Sardine I	-0.034	0.014	-0.536	0.064	0.740	-0.100	0.931	<b>-1.078</b>
			+		++		++	

- + (resp. ++ ) Indique la significativité à 10 % (resp. 5 %) du coefficient  $\gamma_{ij}$

Tableau A.4.4 : Tests de racine unitaire standard de Dickey-Fuller sur les résidus à l'ordre 0 des équations des coefficients budgétaires (modèle avec tendance et constante), pour le marché des poissons blancs

Résidus des coefficients budgétaires :	Statistique A.D.F.	p-value
Période 1		
Saumon I	-4.80	0.027
Merlu FR	-4.89	0.022
Morue FR	-4.38	0.071
Merlan FR	-4.95	0.020
Merlu merluccius I	-4.57	0.046
Lieu jaune FR	-5.47	<0.01
Morue I	-4.07	0.0155
Lieu Alaska et jaune I	-5.21	<0.01
Eglefin FR	-5.48	<0.01
Merlan I	-4.99	<0.01
Période 2		
Saumon I	-4.56	<0.01
Merlu FR	-4.75	<0.01
Morue FR	-4.85	0.02363
Merlan FR	-4.76	<0.01
Merlu merluccius I	-5.02	<0.01
Lieu jaune FR	-4.77	<0.01
Morue I	-5.29	<0.01
Lieu Alaska et jaune I	-4.32	<0.01
Eglefin FR	-5.26	<0.01
Merlan I	-5.16	<0.01

L'hypothèse de stationnarité des résidus est validée à 5 % pour les produits à l'exception de la morue française sur la période 1, ce qui coïncide avec le peu de significativité des paramètres estimés pour cet agrégat.



Tableau A.4.5 : Tests de racine unitaire standard de Dickey-Fuller sur les résidus à l'ordre 0 des équations des coefficients budgétaires (modèle avec tendance et constante), pour le marché des petits pélagiques

Résidus des coefficients budgétaires :	Statistique A.D.F.	p-value
Période 1		
Anchois FR	-4.69	<0.01
Anchois I	-8.42	<0.01
Chinchard FR	-5.39	<0.01
Chinchard I	-5.45	<0.01
Maquereau FR	-5.43	<0.01
Maquereau I	-4.86	0.023
Sardine FR	-4.56	<0.01
Sardine I	-4.37	<0.01
Période 2		
Anchois FR	-5.05	<0.01
Anchois I	-4.80	<0.01
Chinchard FR	-5.01	<0.01
Chinchard I	-6.90	<0.01
Maquereau FR	-4.65	<0.01
Maquereau I	-6.13	<0.01
Sardine FR	-4.76	0.030
Sardine I	-4.99	<0.01

L'hypothèse de stationnarité des résidus est validée à 5 % pour tous les produits.

**Annexe 5.1 :**

**Modèle à une espèce : Résolution de l'équilibre en accès régulé :**

La solution à l'équilibre en accès régulé s'obtient en cherchant le maximum des profits individuels.

$$\max_{E_i} \pi_i \text{ sous la contrainte } \sum E_i \leq E_{\max} \text{ et } \pi_i \geq 0$$

Ceci peut alors s'écrire en développant le profit avec l'équation (5.6) :

$$\max_{E_i} pqE_i K \left(1 - \frac{q}{r} \left(\sum_{j=1}^{N-1} E_j + E_i\right)\right) - cE_i \text{ sous la contrainte } \sum E_i \leq E_{\max} \text{ et } \pi_i \geq 0$$

Le lagrangien (noté L) s'écrit alors :

$$L = pqE_i K \left(1 - \frac{q}{r} \left(\sum_{j=1}^{N-1} E_j + E_i\right)\right) - cE_i - \lambda \left(\sum_{j=1}^{N-1} E_j + E_i - E_{\max}\right)$$

Conditions du premier ordre :

$$\frac{\partial L}{\partial E_i} = 0 = pqK \left(1 - \frac{q}{r} \left(\sum_{j=1}^{N-1} E_j + E_i\right)\right) - c - \lambda + pqKE_i \left(-\frac{q}{r} E_i\right)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = 0 \text{ donc } \sum E_i = E_{\max} \text{ ou } \lambda = 0$$

Comme les pêcheurs sont identiques, si la contrainte est saturée, on a :  $E_i = \frac{E_{\max}}{N}$  et la première condition du premier ordre permet de définir  $\lambda$ . On note que si la contrainte d'effort maximal disparaît, on arrive à un équilibre d'accès régulé avec la première condition du premier ordre et  $\lambda = 0$ .

La solution de l'équilibre d'accès régulé est donnée par la condition de premier ordre :

$$E_i = \frac{pqK \left(1 - \frac{q}{r} (N-1)E_i\right) - c}{2 \frac{pq^2}{r} K} \text{ sous la contrainte } \pi_i \geq 0$$

Soit :

$$E_i \left(p \frac{q^2}{r} K (2 + N - 1)\right) = pqK - c$$

Ce qui est équivalent à :

$$E_i = \frac{pqK - c}{p \frac{q^2}{r} K (N + 1)}, \text{ sous la réserve que le profit soit positif}$$

**Annexe 5.2 :**

**Modèle à une espèce : effets des variations de paramètres sur la fonction d'offre :**

La différentielle de la fonction d'offre  $p$  s'écrit :

$$dp = \frac{\partial p}{\partial c} dc + \frac{\partial p}{\partial q} dq + \frac{\partial p}{\partial r} dr + \frac{\partial p}{\partial K} dK + \frac{\partial p}{\partial L} dL$$

Dans les paragraphes suivants, on calcule à l'aide de cette expression les effets des variations de différents paramètres sur la fonction d'offre.

**Effets de variation des paramètres de coût  $c$  et de capturabilité  $q$  sur la fonction d'offre :**

La fonction d'offre est une fonction de  $c$  et de  $q$ , mais on pourrait synthétiser ceci en un effet  $c/q$  étant donné la forme de cette fonction.

On déduit pour le paramètre  $c$  et  $q$  :

$$\frac{\partial p}{\partial c} = \frac{2A-1 \pm \sqrt{\left(1 - \frac{4}{rK}L\right)}}{2L \frac{q}{Ar} + qK \left(1 - \frac{1}{A}\right)} ; \frac{\partial p}{\partial q} = -\frac{c}{q^2} \frac{2A-1 \pm \sqrt{\left(1 - \frac{4}{rK}L\right)}}{\frac{2L}{Ar} + K \left(1 - \frac{1}{A}\right)}$$

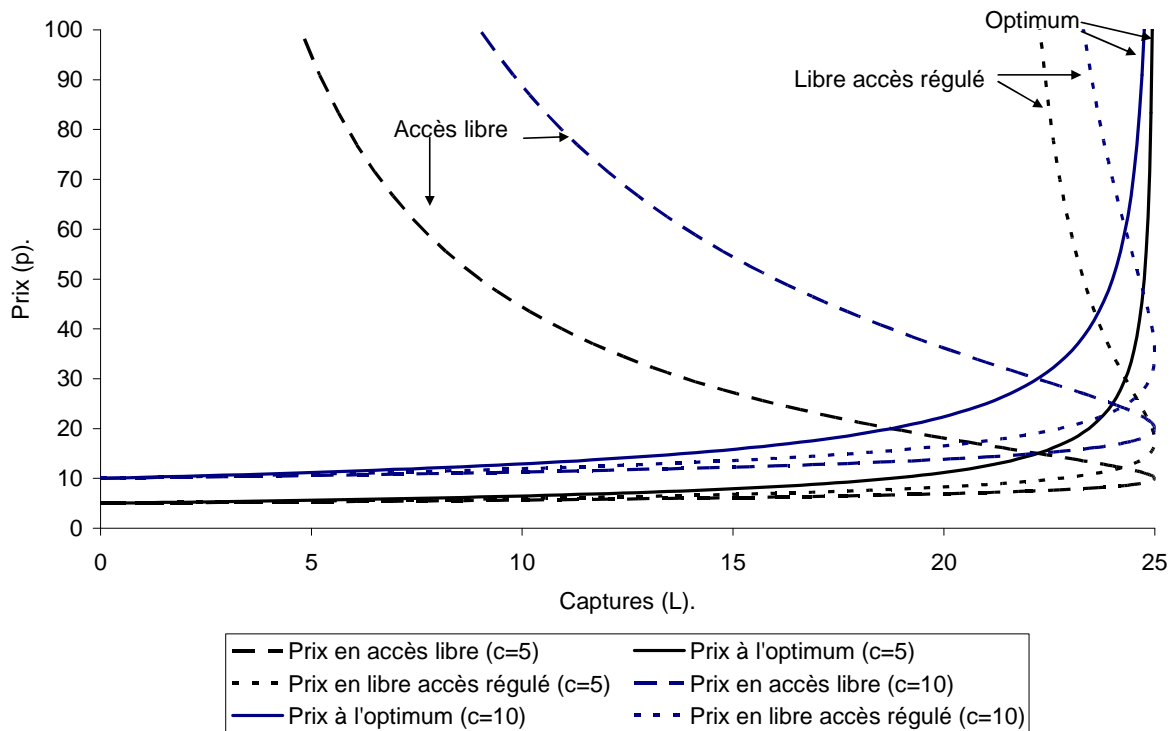
En accès libre,

$$\frac{\partial p}{\partial c} = \frac{1 \pm \sqrt{\left(1 - \frac{4}{rK}L\right)}}{2L \frac{q}{r}} > 0 ; \frac{\partial p}{\partial q} = -\frac{cr}{q^2} \frac{1 \pm \sqrt{\left(1 - \frac{4}{rK}L\right)}}{2L} < 0$$

Une augmentation du coût de l'effort  $c$  (resp.  $q$ ) de  $dc$  (resp.  $dq$ ) (voir équation 5.6) fait monter (resp. descendre) la fonction d'offre de  $\frac{\partial p}{\partial c} dc > 0$  (resp.  $\frac{\partial p}{\partial q} dq < 0$ ), au-dessous ou au-dessus du niveau de rendement maximum soutenable.

Le graphique suivant montre l'effet sur l'offre d'une modification du paramètre  $c$  dans les trois régimes.

Figure 5.2a : Incidence du changement de c sur l'offre dans les trois régimes



Si le coût (resp. la capturabilité) augmente de 1%, le prix augmente (resp. diminue) de 1% (resp.  $\frac{1}{q^2}$  %) pour tous les régimes.

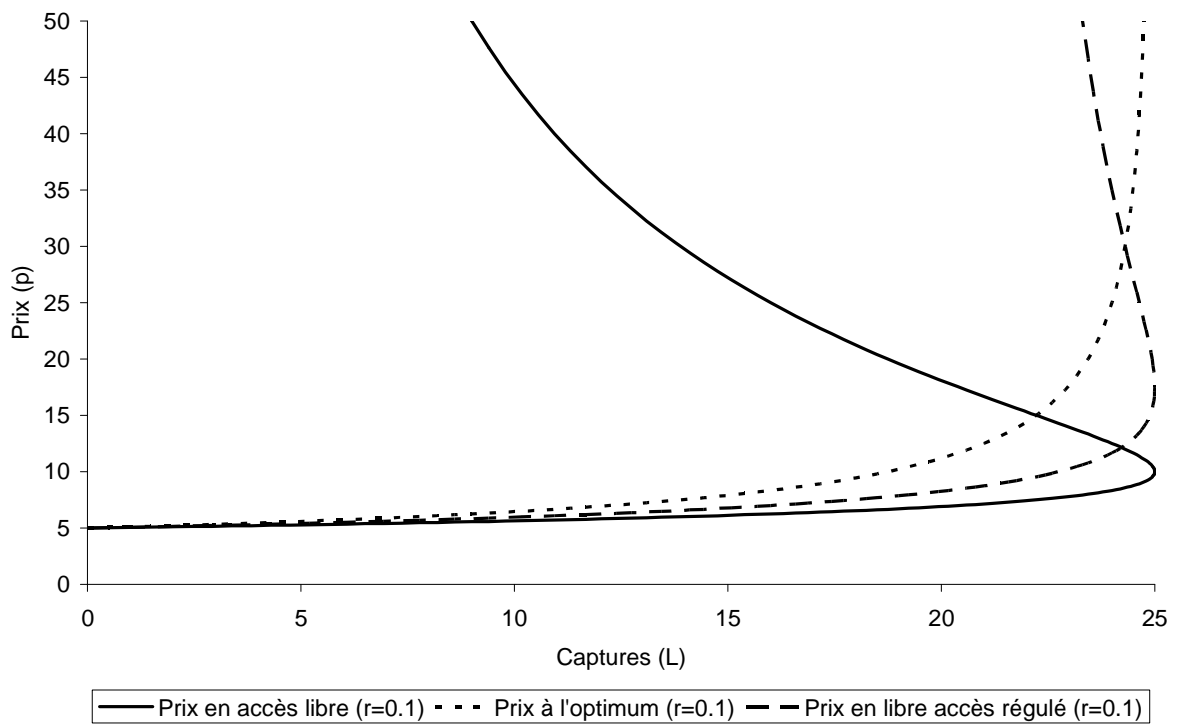
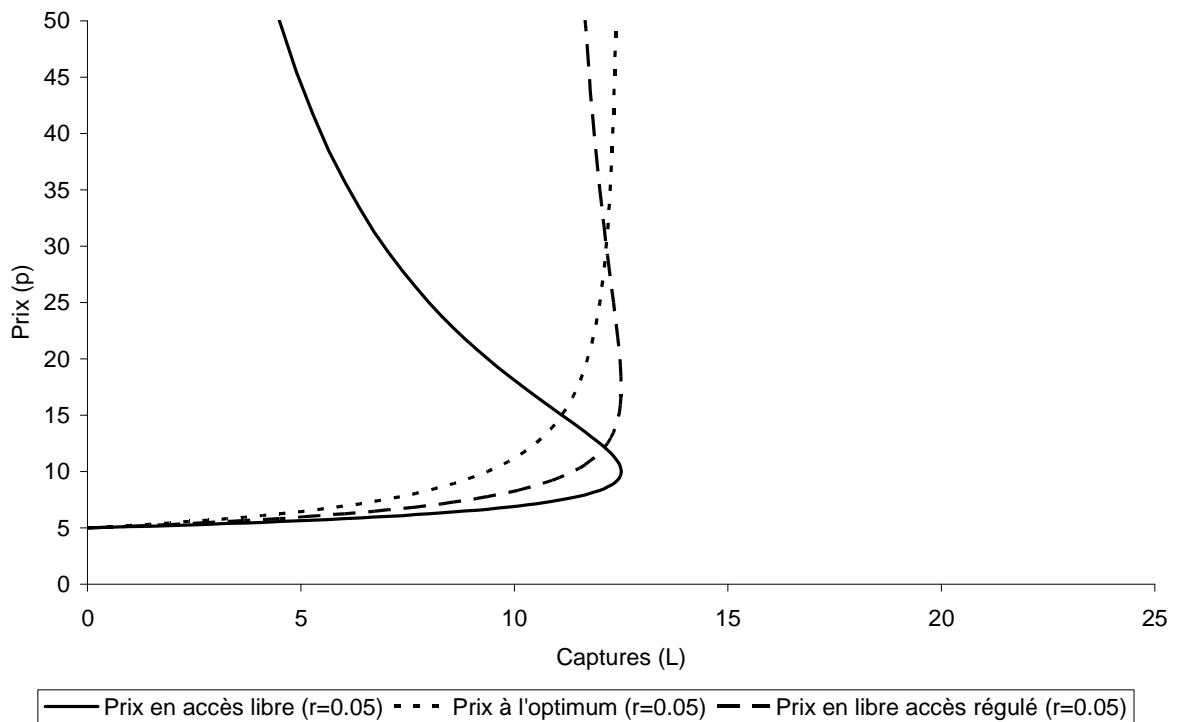
### Effets d'une variation de paramètres biologiques, le taux de croissance $r$ , et la capacité de charge $K$ , en statique comparative, sur la courbe d'offre

Les paramètres biologiques peuvent varier sous l'effet d'une variation climatique ou sous l'effet de modifications de l'écosystème comme l'upwelling par exemple.

La différentielle de la fonction d'offre vaut :

$$\frac{\partial p}{\partial r} = \frac{\partial}{\partial r} \left[ c \frac{2A - 1 \pm \sqrt{\left(1 - \frac{4}{rK}L\right)}}{2L \frac{q}{Ar} + qK \left(1 - \frac{1}{A}\right)} \right]$$

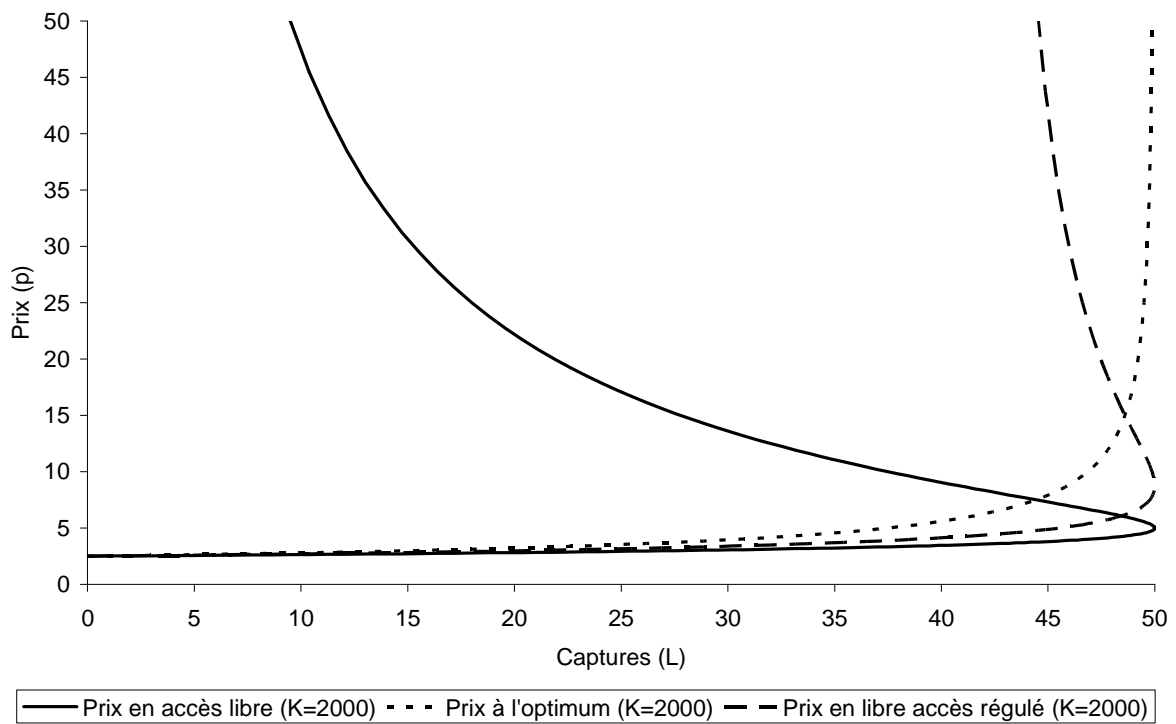
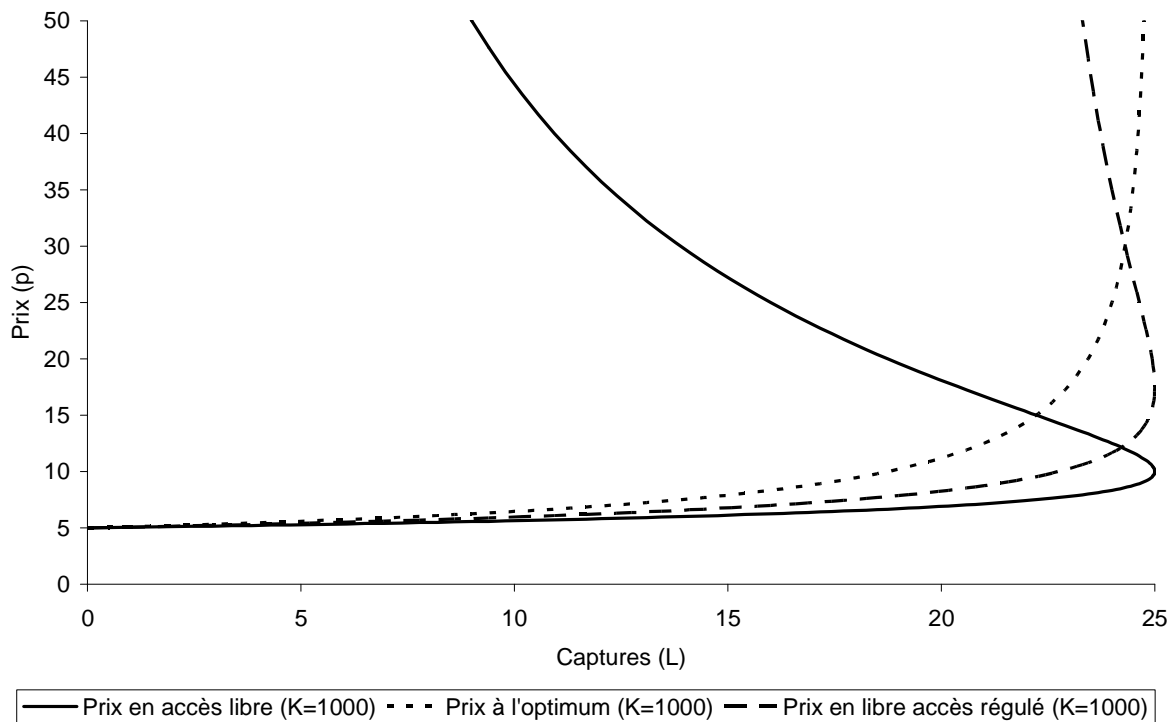
En accès libre, on illustre sur la figure 5.1b l'augmentation du taux de renouvellement de la ressource  $r$  et son effet sur la fonction d'offre  $p(L)$ .

Figure 5.2b : Incidence du changement de  $r$  sur l'offre

Quand la vitesse de renouvellement de l'espèce  $r$  double, la maximum des captures double mais la valeur du prix pour ce point de change pas.

La figure 5.2c illustre l'effet d'une variation de  $K$  sur la fonction d'offre  $p(L)$  quand la capacité de charge double (dans la simulation,  $K$  passe de 1000 à 2000).

Figure 5.2c : Incidence du changement de K sur l'offre



Un doublement de la capacité de charge fait doubler le niveau des captures maximales et divise par deux le prix pour cette valeur de L au MSY.

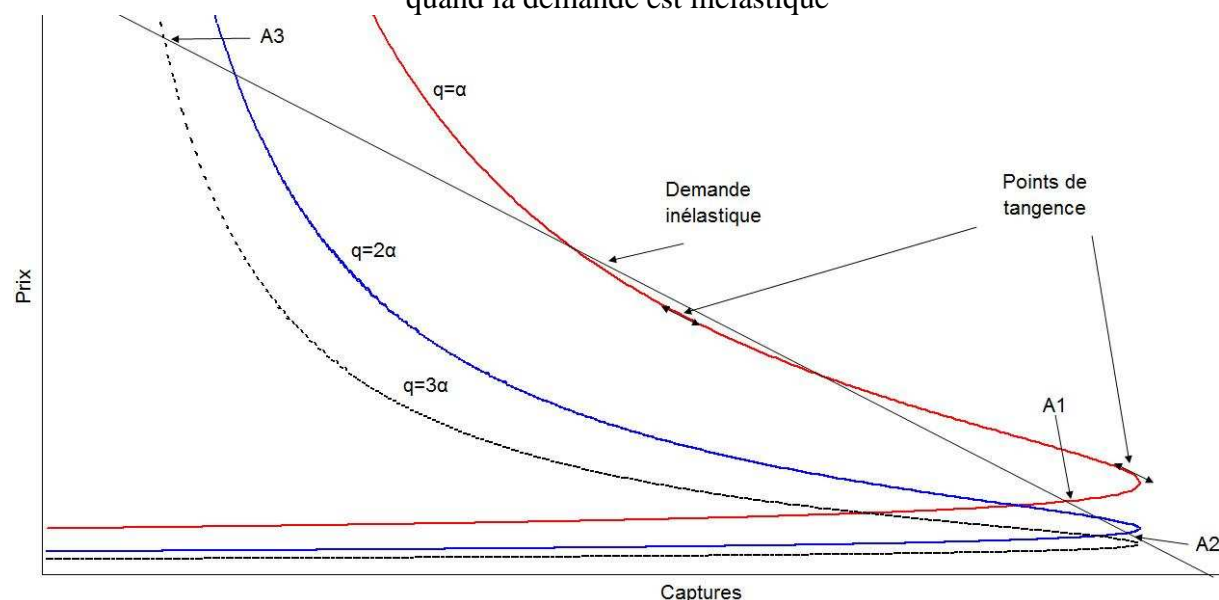
## Annexe 5.3 :

## Effets d'une variation de paramètres d'offre et de demande sur l'équilibre de marché

## Variation de la capturabilité :

Afin d'étudier l'influence d'un changement technique qui améliore la capturabilité sur l'équilibre du marché, nous avons simulé une augmentation de celle-ci. Lorsque la demande est élastique, sous l'effet d'une augmentation de la capturabilité, le niveau des captures augmente si l'effort à l'équilibre est en dessous de  $E_{msy}$ . Il diminue sous l'effet de l'augmentation de la capturabilité quand l'effort à l'équilibre est au-dessus de  $E_{msy}$ . Dans le cadre d'une demande inélastique, l'effet de la variation de la capturabilité sur l'équilibre de marché est présenté sur la figure 5.5.

Figure 5.5 : Les effets d'une augmentation du coefficient de capturabilité  $q$  en accès libre quand la demande est inélastique



Lorsque la demande est suffisamment inélastique, une augmentation de la capturabilité fait d'abord augmenter les captures (passage du point  $A_1$  au point  $A_2$ ), puis celles-ci diminuent avec un saut illustré par le passage de  $A_2$  à  $A_3$ . Ce saut se produit au point où la dérivée du prix d'offre est égale à la dérivée du prix de demande. On décrit ce point à l'aide de l'équation suivante :

$$(5.23) \quad \frac{\partial P_s(L)}{\partial L} = \frac{\partial P_d(L)}{\partial L},$$

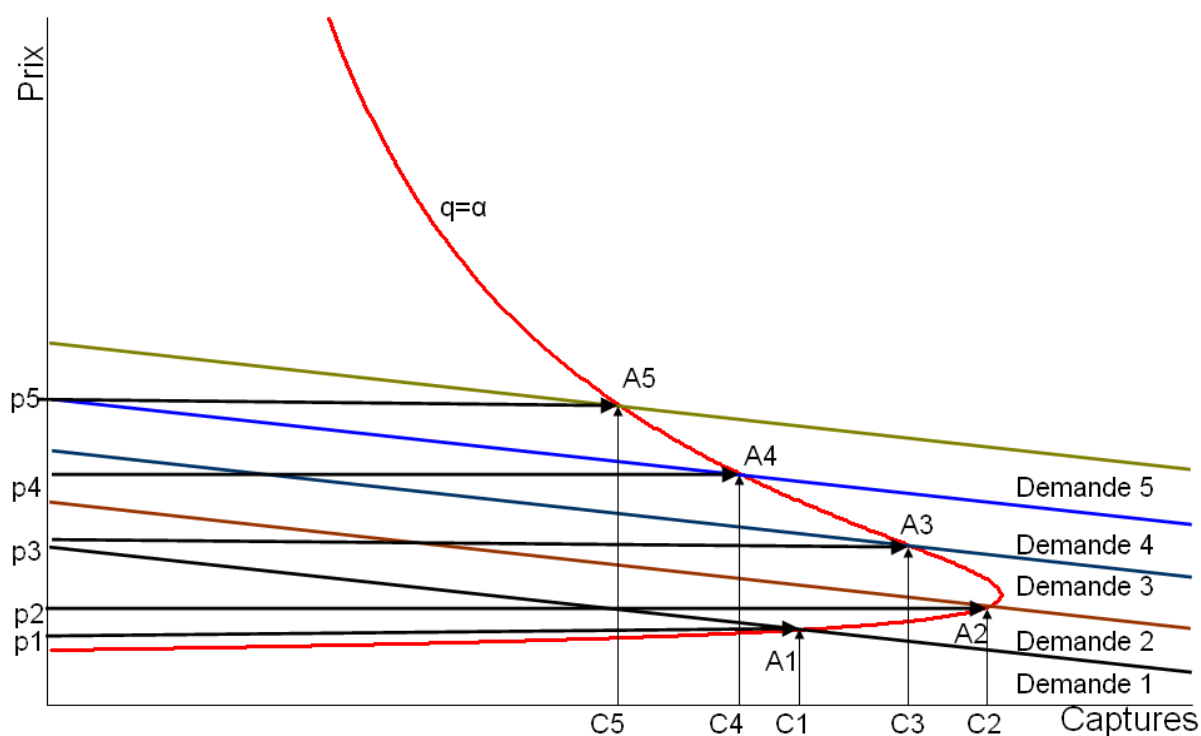
avec  $P_s(L)$  prix d'offre et  $P_d(L)$  prix de demande

Il existe deux points de tangence, notés sur la figure 5.5, pour lesquels cette condition est respectée. Ces deux points évoluent quand la capturabilité change. Si, à l'équilibre de marché ( $P_s(L) = P_d(L)$ ), la condition (5.23) est vérifiée, alors on peut observer une discontinuité. Lorsque la capturabilité augmente, il y a un saut au niveau du point  $A_2$  (passage de  $A_2$  à  $A_3$ , figure 5.5) ; lorsque la capturabilité diminue, ce saut se produit au niveau du point de tangence le plus à gauche. Le sentier d'évolution est asymétrique : les sauts se produisent en des points différents selon qu'on augmente ou qu'on diminue la capturabilité. On observe également de tels changements dans les variations des captures dans un équilibre d'accès régulé, ceci est lié à la caractéristique spécifique de la courbe d'offre qui présente un point de rebroussement.

### Variation de la demande :

Afin d'étudier les effets de variation de demande dans le cas d'une demande linéaire élastique, nous simulons les effets d'une variation du paramètre  $b$  (ordonnée à l'origine) de la fonction de demande. La figure 5.6 montre les variations de l'équilibre de marché dans ce cas.

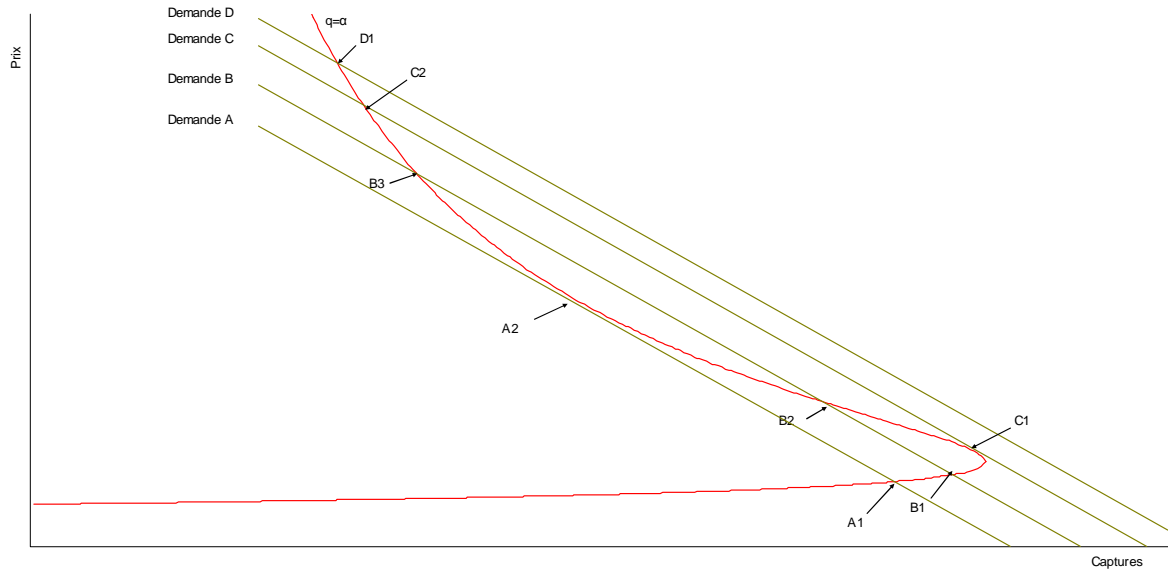
Figure 5.6 : Effets de l'augmentation d'une demande élastique en accès libre



Sous l'effet d'une augmentation du paramètre  $b$  de la fonction de demande linéaire, l'équilibre de marché passe successivement par les points  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ . La figure 5.6 présente les équilibres de marché et leurs variations quand la demande est suffisamment inélastique, c'est-à-dire quand la condition énoncée par (5.23) a lieu pour un équilibre de marché.



Figure 5.7 : Effets de l'augmentation d'une demande inélastique en accès libre



Quand la demande est inélastique, la courbe de demande peut couper la courbe d'offre en trois points au plus comme le montre la figure 5.7. Le point intermédiaire  $B_2$  est toujours un équilibre instable car un faible changement dans les débarquements va conduire à un des équilibres stables,  $B_1$  ou  $B_3$ . Il y aura deux types de discontinuité, selon que l'équilibre est initialement à un niveau d'effort élevé et qu'il diminue ou qu'il est à un niveau initial faible et qu'il augmente. Dans le premier cas, les changements de demande présenteront une discontinuité pour la demande A, en passant de  $A_2$  à  $A_1$ . Dans le second cas, la discontinuité arrivera pour la demande C, en passant du point  $C_1$  au point  $C_2$ .

**Annexe 5.4 :**

**Ecriture du profit sous forme matricielle :**

Remarque : On peut retrouver la fonction du chiffre d'affaires dans l'expression du profit en posant  $c_1=c_2=0$ .

On déduit l'expression des profits à partir de l'équation 5.30 donnant les niveaux de débarquement à l'équilibre :

$$\pi = \begin{pmatrix} p_1 q_1 E_1 & p_2 q_2 E_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{-K_1 q_1 r_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} & \frac{a_1 K_1 K_2 q_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \\ \frac{a_2 K_1 K_2 q_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} & \frac{-K_2 q_2 r_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p_1 q_1 \frac{K_1 r_2 (r_1 - a_1 K_2)}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - c_1 \\ p_2 q_2 \frac{K_2 r_1 (r_2 - a_2 K_1)}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - c_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix}$$

Le profit vaut donc :

$$\pi(E_1, E_2) = \begin{pmatrix} E_1 & E_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_1 q_1 \frac{-K_1 q_1 r_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} & p_1 q_1 \frac{a_1 K_1 K_2 q_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \\ p_2 q_2 \frac{a_2 K_1 K_2 q_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} & p_2 q_2 \frac{-K_2 q_2 r_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p_1 q_1 \frac{K_1 r_2 (r_1 - a_1 K_2)}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - c_1 \\ p_2 q_2 \frac{K_2 r_1 (r_2 - a_2 K_1)}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - c_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix}$$

Il est également possible de normaliser ces systèmes d'équations en ne faisant apparaître que les variables réduites  $\varepsilon_1$  et  $\varepsilon_2$ .

La fonction de profit contient une partie quadratique et une partie linéaire. La partie

quadratique de l'équation sera notée par la suite :  $(E_1 \ E_2) \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix}$

Dans la partie quadratique, les termes b, c de la deuxième diagonale représentent les interactions entre les espèces, ils sont nuls si ces espèces sont indépendantes. La surface représentant le chiffre d'affaires sera représentée par une quadrique. On fait ici le choix d'exprimer le système avec les variables de contrôle, les efforts  $E_1$  et  $E_2$  plutôt qu'avec les biomasses. Le problème d'optimisation qu'on traitera dans un second temps se fera en dérivant les variables d'effort, il est donc nécessaire de les isoler. Cela nous permettra de définir un point  $(E_1, E_2)$  correspondant au profit total, qui sera nul en situation de libre accès et maximal à l'optimum économique.

La partie linéaire de l'équation sera notée comme suit :  $(e \ f) \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix}$

La forme de la surface correspondant au profit est une conique, dont la nature dépend de l'excentricité que l'on peut calculer à partir de la forme quadratique. L'excentricité est représentée par l'expression  $4ad - (b + c)^2$  ; le signe de celle-ci détermine la nature de la surface.

Si  $4ad - (b + c)^2 > 0$ , la partie quadratique est une ellipse.

Si  $4ad - (b + c)^2 < 0$ , la partie quadratique est une hyperbole.

Si  $4ad - (b + c)^2 = 0$ , la partie quadratique est une parabole.

On peut développer l'excentricité :

$$4ad - (b + c)^2 = 4p_1q_1 \frac{K_1q_1r_2}{r_1r_2 - a_1a_2K_1K_2} \times p_2q_2 \frac{K_2q_2r_1}{r_1r_2 - a_1a_2K_1K_2} - \left( p_2 \frac{a_2K_1K_2q_1q_2}{r_1r_2 - a_1a_2K_1K_2} + p_1 \frac{a_1K_1K_2q_1q_2}{r_1r_2 - a_1a_2K_1K_2} \right)^2$$

La forme de la conique sera une ellipse quand la condition suivante sera respectée. Dans le cas contraire, on aura une hyperbole.

$$4p_1p_2r_1r_2 > K_1K_2(a_1p_1 + a_2p_2)^2$$

Cela est équivalent à :

$$\frac{4p_1p_2r_1r_2}{K_1K_2} > (a_1p_1 + a_2p_2)^2, \text{ ou encore à l'expression suivante :}$$

$$(5.32) \quad \frac{r_1}{a_1K_2} \frac{r_2}{a_2K_1} > \left( \frac{1}{2} \sqrt{\frac{a_1p_1}{a_2p_2}} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{a_2p_2}{a_1p_1}} \right)^2$$

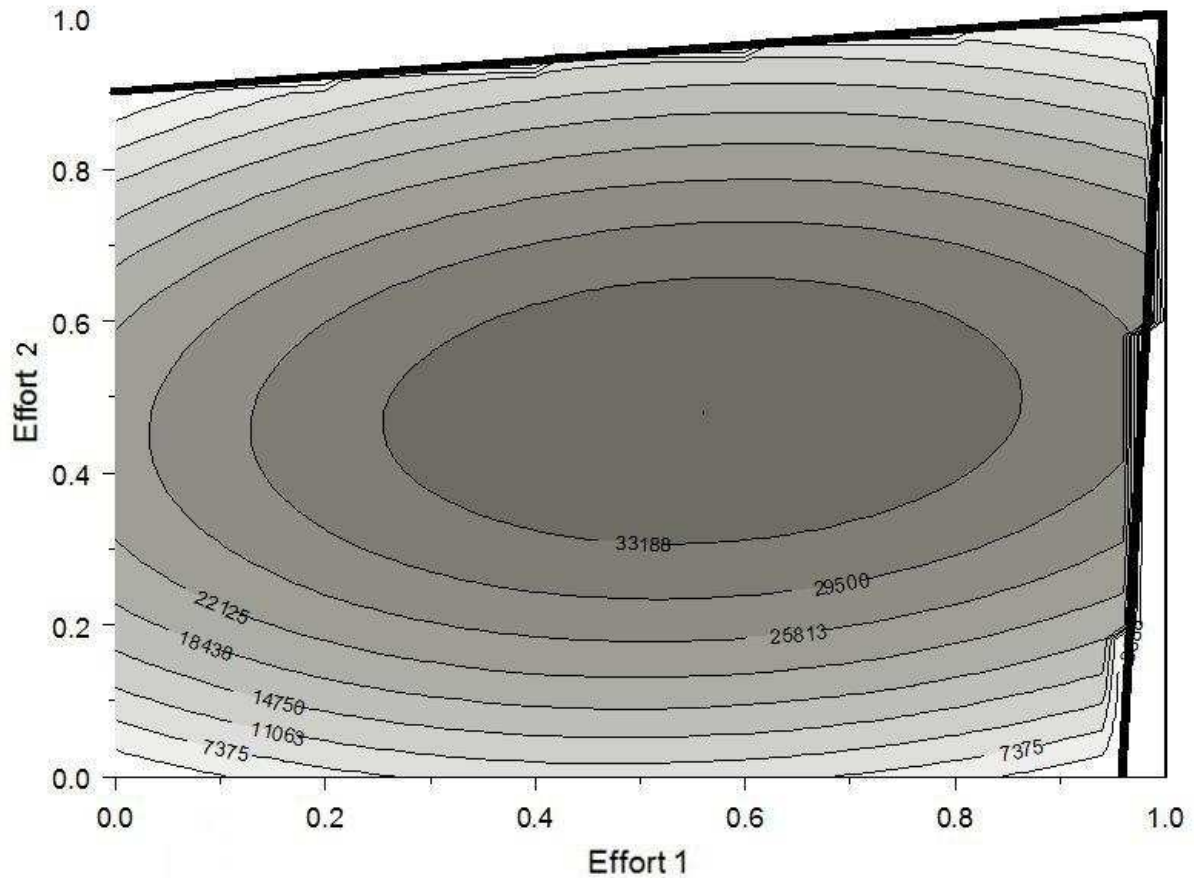
$$\text{On a toujours (comme le montre la figure 5.8) : } \frac{r_1}{a_1K_2} \frac{r_2}{a_2K_1} > 1$$

En règle générale, la forme du profit sera une quadrique de type ellipsoïde, sauf dans le cas où le rapport  $\frac{a_1p_1}{a_2p_2}$  est très différent de 1 et conduit à inverser l'inégalité. Dans ce cas, l'espèce la

moins rentable est suffisamment nuisible par rapport à l'espèce rentable pour que la stratégie de pêche conduise à l'éliminer. En absence de compétition,  $a_1=a_2=0$ , on retrouve bien une forme d'ellipse pour la surface des profits ou du chiffre d'affaires.

Dans l'exemple de la figure 5.9a, l'inégalité (5.32) est satisfaite ( $200 > 2,04$ ), la forme de la surface est une ellipse limitée par le domaine de définition.

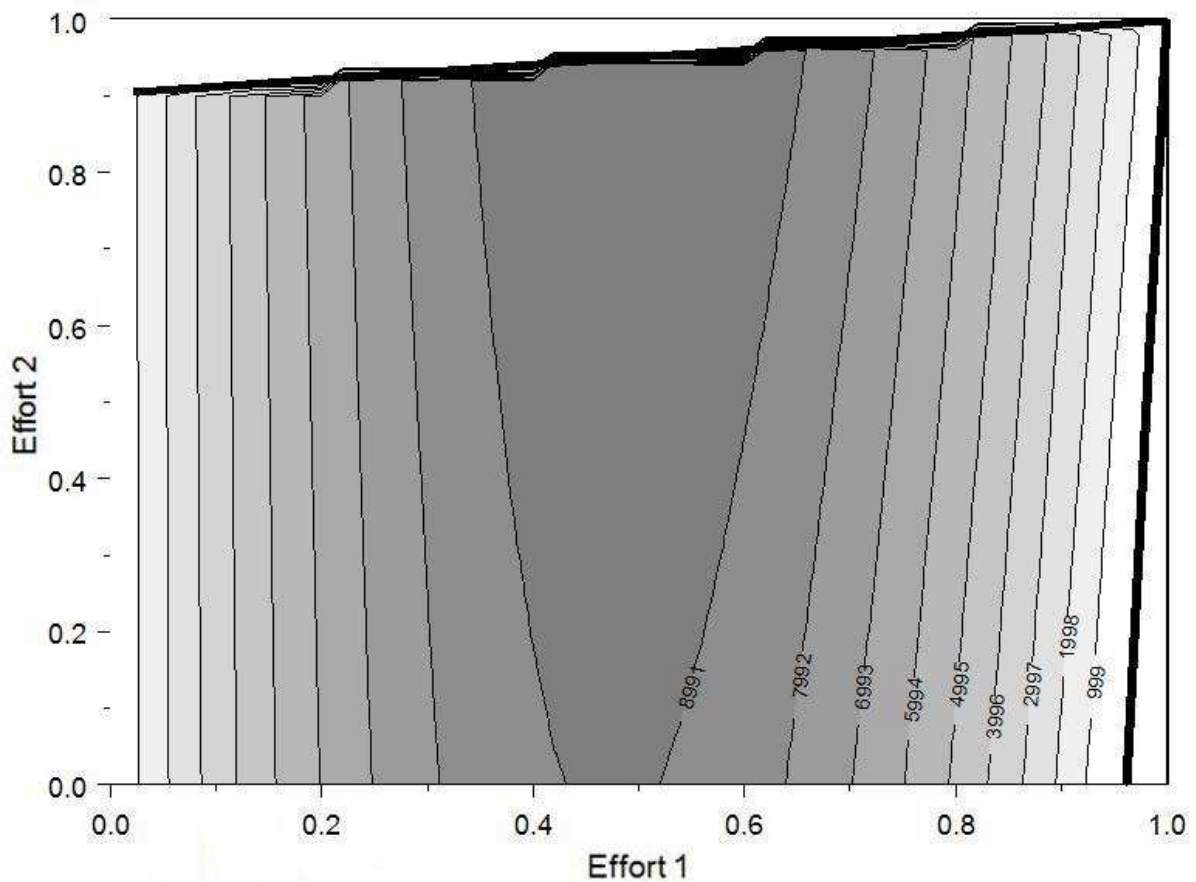
Figure 5.9a : Chiffre d'affaires dans le cas d'une ellipse



$$r_1=1, r_2=2, q_1=0.02, q_2=0.004, K_1=1000, K_2=5000, p_1=40, p_2=12, a_1=0.00001, a_2=0.0002$$

Lorsque le niveau de compétition augmente jusqu'à inverser le signe de l'expression 5.32, la surface se transforme en parabole, puis en hyperbole. Le cas de l'hyperbole peut être observé dans le cas d'une espèce peu rentable qui envahit fortement l'espace de l'espèce rentable.

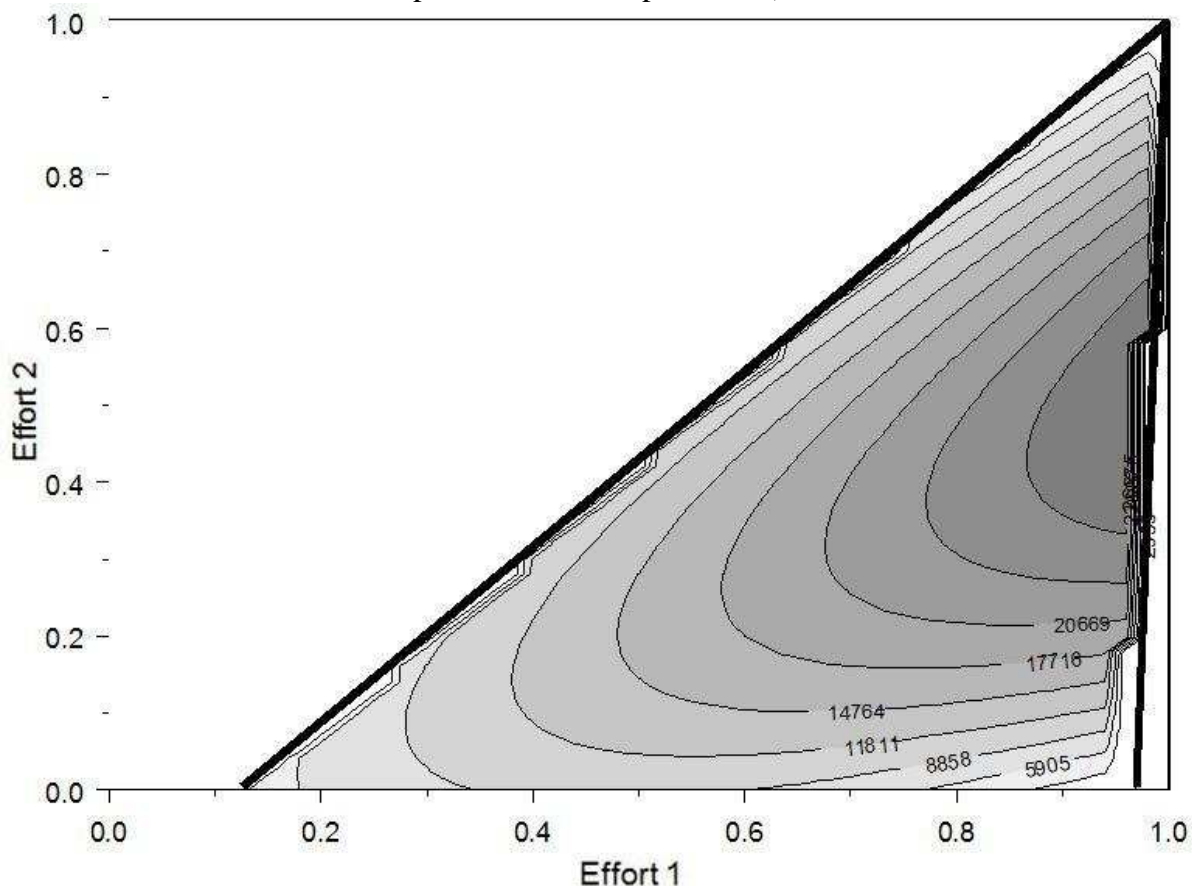
On passe à une forme hyperboloïde en modifiant le rapport des prix, cela afin de conserver le même domaine de définition que dans l'exemple de la figure 5.9a. Dans ce cas, avec un prix très faible pour l'espèce 2, l'inégalité 5.32 n'est plus satisfaite ( $200 < 500,5$ ) ; l'espèce 2 a un prix quasi nul, mais elle reste un compétiteur important de l'espèce 1, il devient préférable de l'éliminer en maintenant une situation d'accès libre, même à l'optimum.

Figure 5.9b : Chiffre d'affaires dans le cas d'une hyperbole (cas d'un changement de prix  $p_2$ )

$r_1=1, r_2=2, q_1=0.02, q_2=0.004, K_1=1000, K_2=5000, p_1=40, p_2=0.001, a_1=0.00001, a_2=0.0002$

Quand on augmente de façon sensible le paramètre de compétition  $a_2$ , comme le montre la figure 5.9c, on obtient également un hyperboloïde. L'espèce 1 est cette fois à un prix correct (40 euros/kg), mais extrêmement nuisible pour l'espèce 2. L'exploitation de l'espèce 2 devient de plus en plus intéressante au fur et à mesure que l'on exploite l'espèce 1. La situation devient optimale lorsque la pêche de l'espèce 1 est en accès libre.

Figure 5.9c : Chiffre d'affaires dans le cas d'une hyperbole (cas d'un changement du paramètre de compétition  $a_2$ )



$r_1=1, r_2=2, q_1=0.02, q_2=0.004, K_1=1000, K_2=5000, p_1=40, p_2=12, a_1=0.00001, a_2=0.00232558$

### Niveaux d'efforts à l'équilibre pour des types de régulation particuliers

Lorsqu'on définit un type de régulation dans les deux pêcheries, on obtient un point à l'équilibre dans l'espace des efforts, défini précédemment.

#### En accès libre :

Lorsque le marché est en accès libre et sans interaction technique (les exploitations sont séparées :  $\pi_1 = 0, \pi_2 = 0$ ), les efforts  $E_1$  et  $E_2$  sont calculés grâce à l'expression suivante :

$$0 = \begin{pmatrix} E_1 & E_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_1 q_1 \frac{-K_1 q_1 r_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} & p_1 q_1 \frac{a_1 K_1 K_2 q_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \\ p_2 q_2 \frac{a_2 K_1 K_2 q_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} & p_2 q_2 \frac{-K_2 q_2 r_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p_1 q_1 \frac{K_1 r_2 (r_1 - a_1 K_2)}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - c_1 \\ p_2 q_2 \frac{K_2 r_1 (r_2 - a_2 K_1)}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - c_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix}$$

La résolution du système est faite en annexe 5.3, on obtient pour  $E_1$  et  $E_2$  la solution suivante :

$$(5.33) \begin{cases} E_1 = \frac{1}{q_1} \left[ -\frac{c_1 r_1}{p_1 q_1 K_1} + r_1 - \frac{c_2 a_1}{p_2 q_2} \right] \\ E_2 = \frac{1}{q_2} \left[ -\frac{c_2 r_2}{p_2 q_2 K_2} + r_2 - \frac{c_1 a_2}{p_1 q_1} \right] \end{cases}$$

Ceci est valable sous la condition que l'une des deux espèces ne soit pas éteinte et qu'on ne se situe pas en dehors des limites biologiques des espèces exprimées ci-dessus.

### A l'optimum :

Pour déterminer le niveau maximal de profit, il suffit de déterminer le centre de la conique qui correspond au niveau maximal du profit. Ce point correspond à l'équation :

$$\frac{d\pi(E_1, E_2)}{dE_i} = 0 \text{ avec } i=1,2$$

Ceci est vérifié lorsque nous sommes dans le cas d'une courbe de forme ellipsoïde. Lorsqu'on a un hyperboloïde, on arrête l'exploitation quand on arrive aux limites du domaine pour l'espèce la plus gênante ou la moins rentable.

Le profit maximal ( $E_1^*$ ,  $E_2^*$ ) est obtenu en dérivant l'expression du profit (5.31) par rapport à  $E_1$  et à  $E_2$  et en cherchant les points où cette dérivée est nulle.

( $E_1$ ,  $E_2$ ) est solution si et seulement si :

$$\begin{pmatrix} 2a & b+c \\ b+c & 2d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ avec } 4ad - (b+c)^2 \text{ strictement positif et } E_1, E_2 \text{ positifs}$$

strictement.

On a alors comme solution pour ( $E_1$ ,  $E_2$ ) à l'optimum :

$$\begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{-2de + f(b+c)}{4ad - (b+c)^2} \\ \frac{-2af + e(b+c)}{4ad - (b+c)^2} \end{pmatrix}$$

### A l'équilibre en accès régulé :

Dans ce modèle, on a  $N_1$  pêcheurs dans la première pêcherie, et  $N_2$  dans la seconde,  $N_1$  et  $N_2$  pouvant varier avec le type de régulation de la pêcherie. On utilise les variables d'intensité de compétition entre pêcheurs avec  $A_1=N_1/(N_1+1)$  et  $A_2=N_2/(N_2+1)$ . Dans cette situation, chaque pêcheur  $i$  cherche à maximiser son profit grâce à son effort individuel, ceci dans chaque

pêcherie. On utilise les relations de biomasse en compétition pour trouver la solution à l'équilibre.

On doit ici résoudre le système :  $\frac{d\pi_i(E_1, E_2)}{dE_i} = 0$ , avec  $i=1,2$ , soit en accès régulé :

$$(5.34) \max_{E_1} (p_1 q_1 E_1 \frac{K_1 r_2 (-q_1 (\sum_{j=1}^{N_1-1} E_j + E_1)) + r_1 - a_1 \frac{K_2}{r_2} (r_2 - q_2 (\sum_{k=1}^{N_2-1} E_k + E_2)))}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - c_1 E_1)$$

$$\text{s.t.} \max_{E_2} (p_2 q_2 E_2 \frac{K_2 r_1 (-q_2 (\sum_{k=1}^{N_2-1} E_k + E_2)) + r_2 - a_2 \frac{K_1}{r_1} (r_1 - q_1 (\sum_{j=1}^{N_1-1} E_j + E_1)))}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - c_2 E_2)$$

La résolution de ce système est détaillée à l'annexe 5.3. On obtient l'expression de  $E_1$ , puis de  $E_2$  par permutation circulaire.

(5.35)

$$E_1 = \frac{(a_1 a_2 K_1 K_2 - r_1 r_2) \left( -\frac{c_1 r_1}{p_1 q_1 K_1} - \frac{c_2 A_2 a_1}{p_2 q_2} \right) + r_1 (A_2 a_1 a_2 K_1 K_2 - r_1 r_2 + (1 - A_2) a_1 r_2 K_2)}{q_1 \left( a_1 a_2 K_1 K_2 A_2 - \frac{r_1 r_2}{A_1} \right)}$$

$$E_2 = \frac{(a_1 a_2 K_1 K_2 - r_1 r_2) \left( -\frac{c_2 r_2}{p_2 q_2 K_2} - \frac{c_1 A_1 a_2}{p_1 q_1} \right) + r_2 (A_1 a_1 a_2 K_1 K_2 - r_1 r_2 + (1 - A_1) a_2 r_1 K_1)}{q_2 \left( a_1 a_2 K_1 K_2 A_1 - \frac{r_1 r_2}{A_2} \right)}$$

On rappelle que  $r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2$  est positif.

On vérifie qu'on a bien l'expression généralisée en remplaçant  $A_1$  et  $A_2$  par 1 en accès libre, exprimée par l'équation 5.33. De la même manière, on obtient l'expression sans interaction avec  $a_1=a_2=0$ .

Comme les espèces sont en compétition, on ne retrouve plus la solution de l'optimum avec la solution optimale en accès régulé. Le jeu des pêcheurs entre les deux pêcheries, même régulé d'une manière optimale, mais d'une manière séparée n'amène plus à l'optimum des profits.

### Scénario lié à un changement de capturabilité



Rappelons que lorsqu'on modifie les paramètres de compétition, le domaine de définition de la fonction change. On peut observer un changement de la forme de la quadrique, pouvant à l'extrême amener un passage d'un ellipsoïde à un hyperboloïde.

Les deux espèces en compétition sont l'une abondante de valeur marchande faible, l'autre moins abondante et d'une valeur économique plus forte. On suppose que les deux espèces luttent pour la même nourriture, et l'espèce la plus chère se développe plus lentement, mais gêne également l'autre plus fortement. La situation initiale est décrite sur le graphique 5.10.

Le scénario simulé correspond à une augmentation de la capturabilité globale de 50%. Comme dans le cas avec une seule espèce, l'augmentation de la capturabilité amène à une augmentation de l'effort pour chaque espèce, en accès libre comme à l'optimum. Les figures 5.10 et 5.11 représentent les courbes d'isoprofit des deux espèces. La somme de ces deux profits donne ici également un ellipsoïde comme présenté à la figure 5.9a. La figure 5.12 montre le changement du domaine de définition et le déplacement des équilibres en accès libre et à l'optimum quand le paramètre de capturabilité a changé.

Etat initial :  $r_1=2$ ,  $r_2=1$ ,  $q_1=0.004$ ,  $q_2=0.02$ ,  $K_1=5000$ ,  $K_2=1000$ ,  $p_1=12$ ,  $p_2=40$ ,  $a_1=0.0002$ ,  $a_2=0.00001$ ,  $c_1=100$ ,  $c_2=200$

Etat final :  $q_1=0.006$ ,  $q_2=0.03$

Figure 5.10 : Profits des deux espèces en compétition biologique et équilibre à l'optimum et en libre accès pour l'état initial

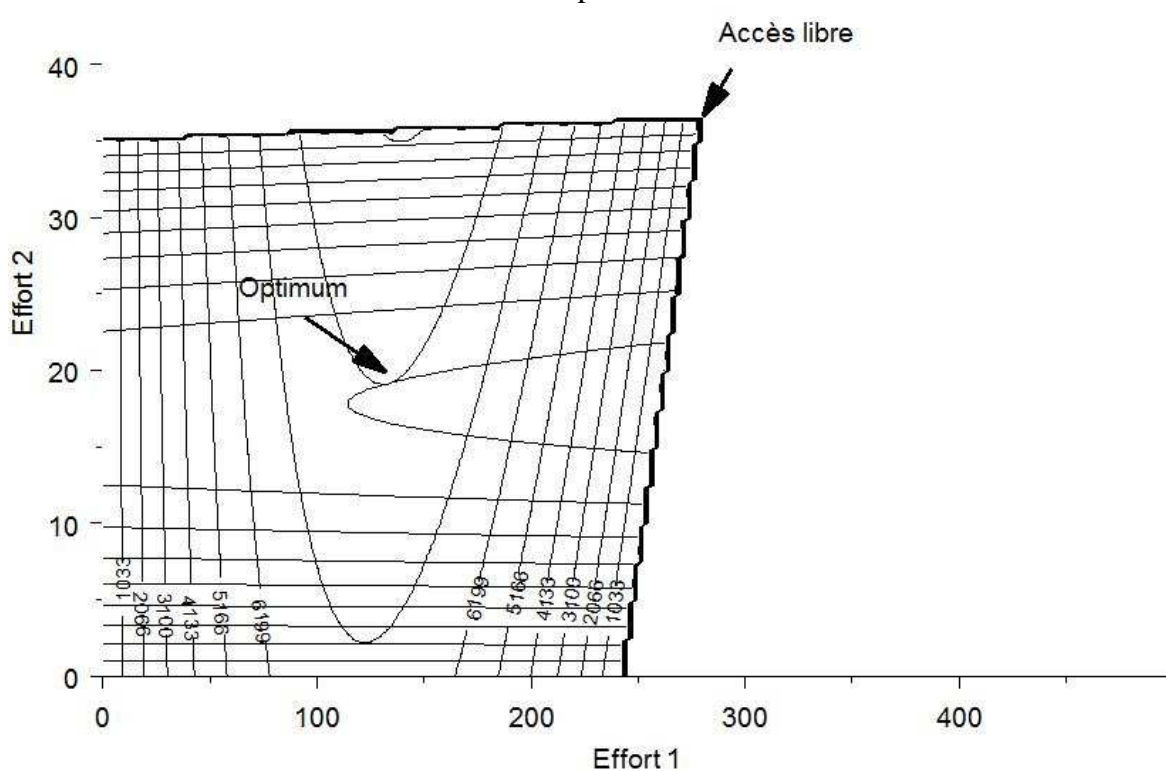


Figure 5.11 : Profits des deux espèces en compétition biologique et équilibre à l'optimum et en libre accès pour l'état final après une augmentation de la capturabilité

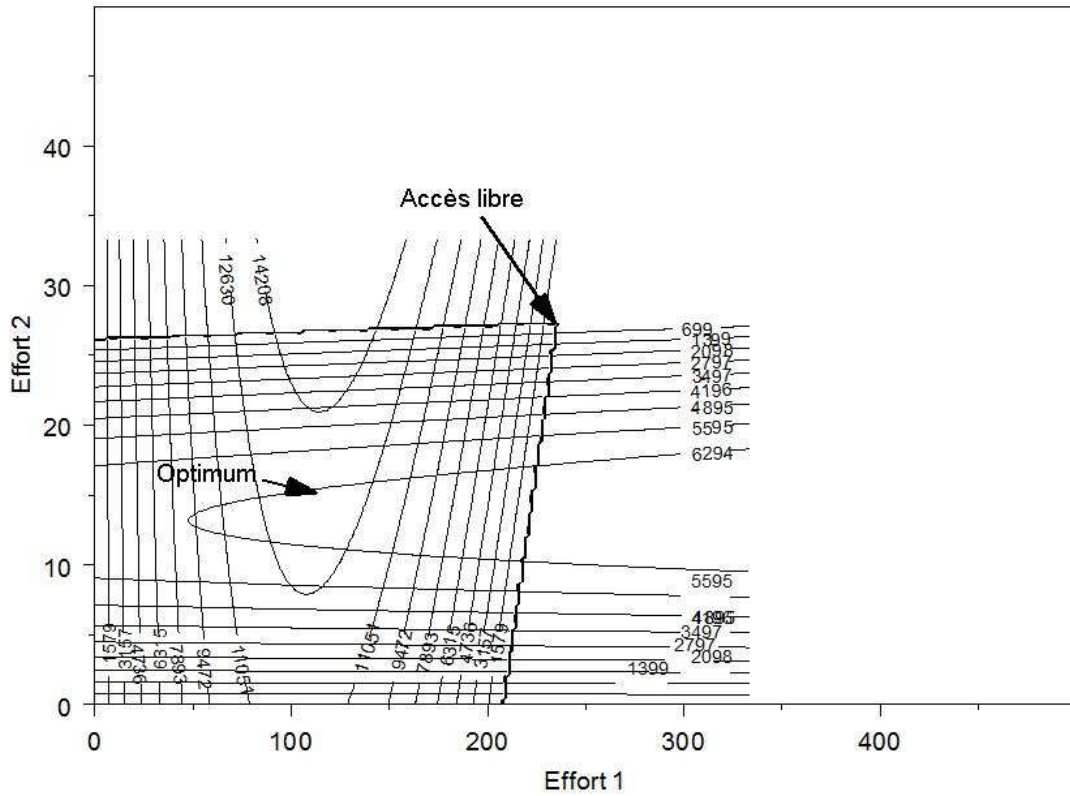
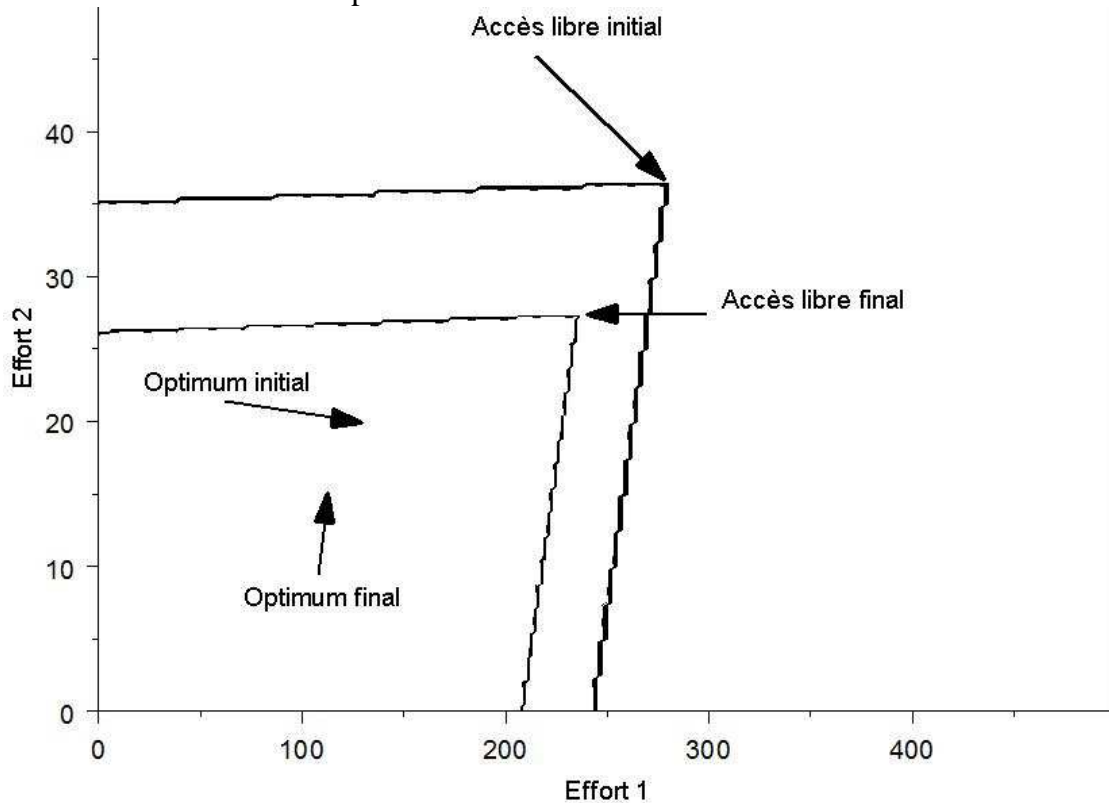


Figure 5.12 : Changement du domaine de définition, de l'optimum et du libre accès quand on passe de l'état initial à l'état final



Le tableau 5.3 récapitule l'évolution des variables clés dans le cas de l'augmentation de la capturabilité.

Tableau 5.3 : Récapitulatif des états

Régime	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	Profit total	L <sub>2</sub> /L <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> /B <sub>1</sub>
<b>Initial</b>									
Accès libre	280	36.5	2 324	182	2075	249	0	0.078	0.120
Optimum	132.5	19.75	1 796	226	3 389	571	13 380	0.126	0.168
<b>Final</b>									
Accès libre	235.5	27.17	1 941	136	1367	166	0	0.071	0.121
Optimum	113.33	15	2 067	234	3 040	520	19 827	0.113	0.171

Comme dans une situation sans interaction, une augmentation de la capturabilité qu'on peut assimiler à l'efficacité de pêche ou au progrès technique a amené à une diminution de l'effort, ceci pour tout type de régulation.

En situation d'accès libre, les effets sont les plus importants : le stock de biomasse baisse très fortement, surtout sur l'espèce 1, en raison d'un important report de l'effort sur cette espèce. La structure des débarquements reste assez stable, avec une légère augmentation de la proportion de l'espèce la moins chère.

### Scénario lié à un changement de prix

Dans le cas d'une diminution du prix de 25 % de l'espèce la plus noble, on observe l'évolution entre la figure 5.10 et 5.13 que les efforts ont baissé pour l'espèce noble, contribuant à une baisse des profits à l'optimum.

Etat initial :  $r_1=2$ ,  $r_2=1$ ,  $q_1=0.004$ ,  $q_2=0.02$ ,  $K_1=5000$ ,  $K_2=1000$ ,  $p_1=12$ ,  $p_2=40$ ,  $a_1=0.0002$ ,  $a_2=0.00001$ ,  $c_1=20$ ,  $c_2=10$

Etat final :  $p_2=30$

Figure 5.13 : Profits des deux espèces en compétition biologique et équilibre à l'optimum et en libre accès pour l'état final après la baisse de prix de l'espèce 2

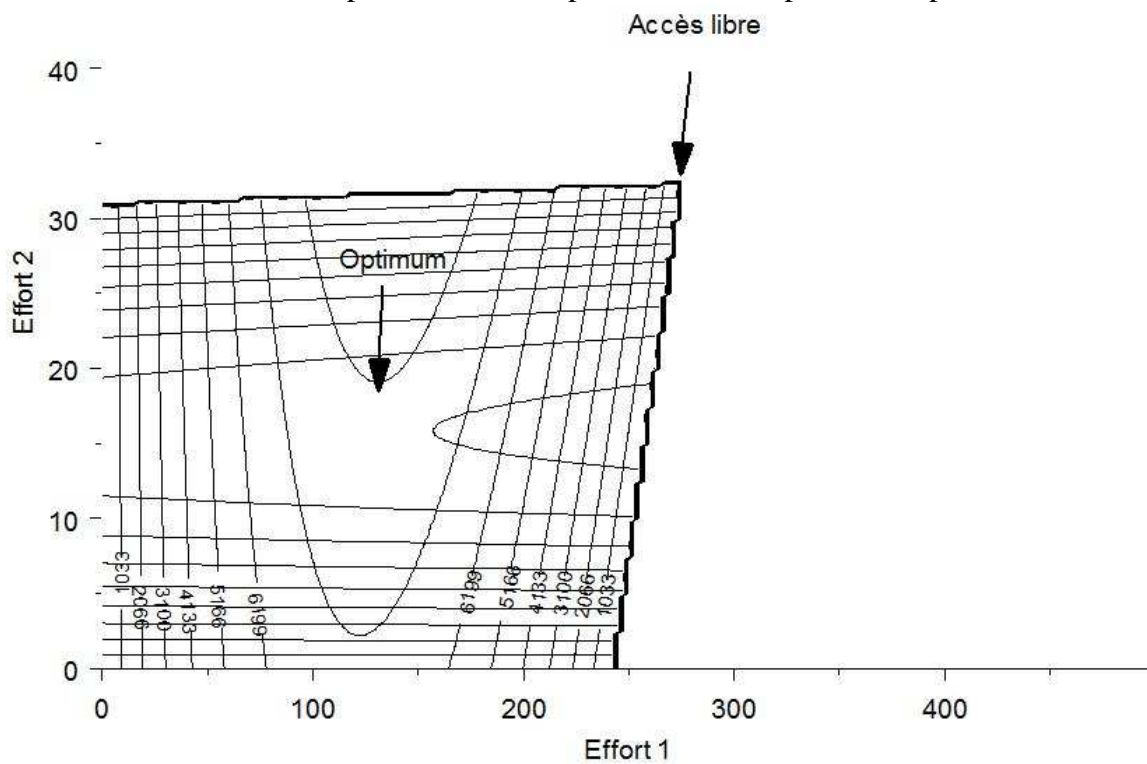
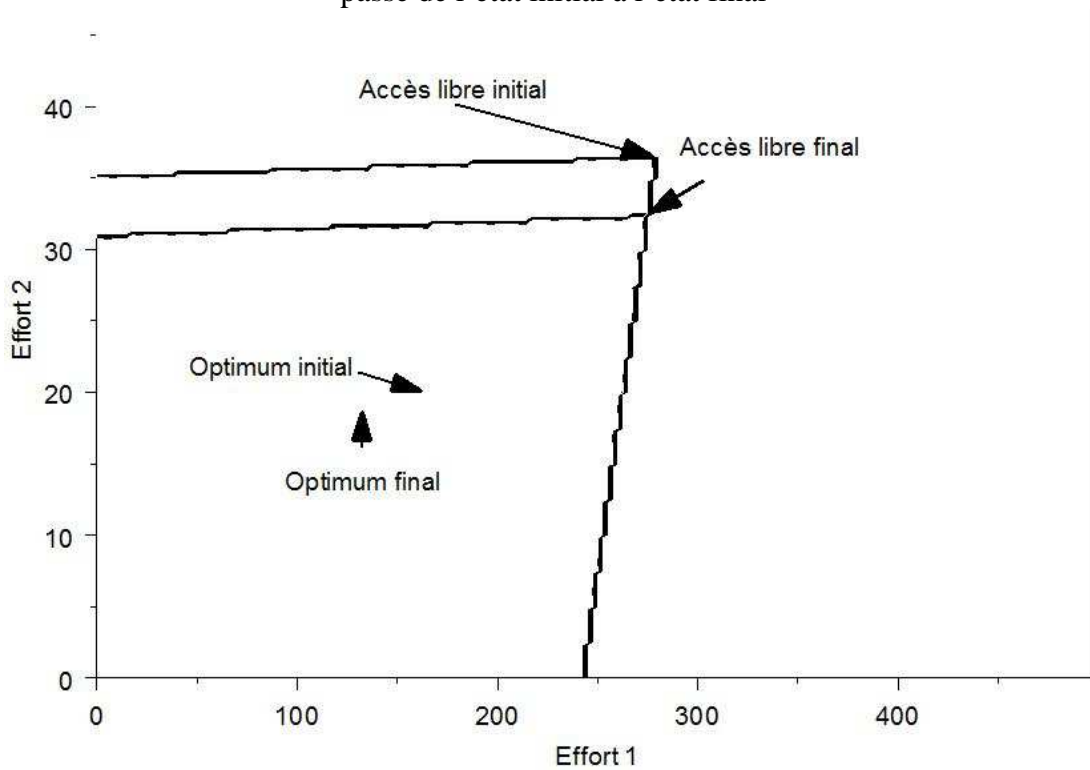


Figure 5.14 : Changement du domaine de définition, de l'optimum et du libre accès quand on passe de l'état initial à l'état final



Le tableau 5.4 montre l'évolution des équilibres. On observe une stabilité sur les débarquements de l'espèce 1, et une augmentation en accès libre des débarquements pour l'espèce noble. Le stock de poissons nobles se reconstitue plus fortement en libre accès.

Tableau 5.4 : Récapitulatif des états

Régime	$E_1$	$E_2$	$L_1$	$L_2$	$B_1$	$B_2$	Profit total	$L_2/L_1$	$B_2/B_1$
<b>Initial</b>									
Accès libre	280	36.5	2 324	182	2075	249	0	0.078	0.120
Optimum	132.5	19.75	1 796	226	3 389	571	13 380	0.126	0.168
<b>Final</b>									
Accès libre	275	32.5	2294	214	2085	329	0	0.093	0.158
Optimum	132.5	18.5	1 790	221	3 377	596	11 145	0.123	0.176

Annexe 5.5 :

**Modèles à deux espèces : résolution de l'effort en accès libre :**

On a le système suivant :

$$0 = (E_1 \quad E_2) \begin{pmatrix} p_1 q_1 \frac{-K_1 q_1 r_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} & p_1 q_1 \frac{a_1 K_1 K_2 q_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \\ p_2 q_2 \frac{a_2 K_1 K_2 q_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} & p_2 q_2 \frac{-K_2 q_2 r_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p_1 q_1 \frac{K_1 r_2 (r_1 - a_1 K_2)}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - c_1 \\ p_2 q_2 \frac{K_2 r_1 (r_2 - a_2 K_1)}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - c_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix}$$

Comme il n'y a pas d'interaction technique, les exploitations sont séparées :  $\pi_1 = 0$ ,  $\pi_2 = 0$

Soit :  $p_1 L_1 - c_1 E_1 = 0$  et  $p_2 L_2 - c_2 E_2 = 0$

On a alors, en simplifiant par  $E_i$  :

$$\begin{cases} p_1 \frac{q_1 K_1 r_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} (-q_1 E_1 + r_1 - a_1 K_2 + a_1 K_2 \frac{q_2}{r_2} E_2) - c_1 = 0 \\ p_2 \frac{q_2 K_2 r_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} (-q_2 E_2 + r_2 - a_2 K_1 + a_2 K_1 \frac{q_1}{r_1} E_1) - c_2 = 0 \end{cases}$$

Ce qui est équivalent à :

$$\begin{cases} -q_1 E_1 = \frac{c_1}{p_1 q_1 K_1 r_2} (r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2) - r_1 + a_1 K_2 - a_1 K_2 \frac{q_2}{r_2} E_2 \\ -q_2 E_2 = \frac{c_2}{p_2 q_2 K_2 r_1} (r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2) - r_2 + a_2 K_1 - a_2 K_1 \frac{q_1}{r_1} E_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_1 = -\frac{1}{q_1} \left[ \frac{c_1}{p_1 q_1 K_1 r_2} (r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2) - r_1 + a_1 K_2 - a_1 K_2 \frac{q_2}{r_2} E_2 \right] \\ E_2 = -\frac{1}{q_2} \left[ \frac{c_2}{p_2 q_2 K_2 r_1} (r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2) - r_2 + a_2 K_1 - a_2 K_1 \frac{q_1}{r_1} E_1 \right] \end{cases}$$

En substituant la seconde dans la première équation :

$$E_1 = -\frac{c_1 (r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2)}{p_1 q_1^2 K_1 r_2} + \frac{r_1}{q_1} - \frac{a_1}{q_1} K_2 - \frac{a_1 K_2}{r_2 q_1} \left[ \frac{c_2 (r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2)}{p_2 q_2 K_2 r_1} - r_2 + a_2 K_1 - a_2 K_1 \frac{q_1}{r_1} E_1 \right]$$

$$E_1 \left( 1 - \frac{a_1 a_2 K_1 K_2}{r_1 r_2} \right) = -\frac{c_1 (r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2)}{p_1 q_1^2 K_1 r_2} + \frac{r_1}{q_1} - \frac{a_1}{q_1} K_2 - \frac{a_1 K_2}{r_2 q_1} \left[ \frac{c_2 (r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2)}{p_2 q_2 K_2 r_1} - r_2 + a_2 K_1 \right]$$

$$E_1 \left( \frac{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2}{r_1 r_2} \right) = -\frac{c_1 (r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2)}{p_1 q_1^2 K_1 r_2} + \frac{r_1}{q_1} - \frac{a_1 K_2}{r_2 q_1} \left[ \frac{c_2 (r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2)}{p_2 q_2 K_2 r_1} + a_2 K_1 \right]$$

$$E_1 = -\frac{r_1 c_1}{p_1 q_1^2 K_1} + \frac{r_1}{q_1} \frac{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - \frac{c_2 a_1}{p_2 q_1 q_2}$$

$$E_1 = \frac{1}{q_1} \left[ -\frac{r_1 c_1}{p_1 q_1 K_1} + r_1 - \frac{c_2 a_1}{p_2 q_2} \right]$$

Par permutation circulaire, on trouve la relation pour l'effort en accès libre suivante :

$$\begin{cases} E_1 = \frac{1}{q_1} \left[ -\frac{c_1 r_1}{p_1 q_1 K_1} + r_1 - \frac{c_2 a_1}{p_2 q_2} \right] \\ E_2 = \frac{1}{q_2} \left[ -\frac{c_2 r_2}{p_2 q_2 K_2} + r_2 - \frac{c_1 a_2}{p_1 q_1} \right] \end{cases}$$

**Modèles à deux espèces : résolution de l'équilibre des profits en accès régulé :**

On pose le système :

$$\begin{aligned} & \max_{E_1} (p_1 q_1 E_1 \frac{K_1 r_2 (-q_1 (\sum_{j=1}^{N_1-1} E_j + E_1)) + r_1 - a_1 \frac{K_2}{r_2} (r_2 - q_2 (\sum_{k=1}^{N_2-1} E_k + E_2))}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - c_1 E_1; 0) \\ & \text{slc } \max_{E_2} (p_2 q_2 E_2 \frac{K_2 r_1 (-q_2 (\sum_{k=1}^{N_2-1} E_k + E_2)) + r_2 - a_2 \frac{K_1}{r_1} (r_1 - q_1 (\sum_{j=1}^{N_1-1} E_j + E_1))}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} - c_2 E_2; 0) \end{aligned}$$

Conditions du premier ordre :

$$\begin{aligned} & \frac{p_1 q_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \left( K_1 r_2 (-q_1 (\sum_{j=1}^{N_1-1} E_j + 2E_1)) + r_1 - a_1 \frac{K_2}{r_2} (r_2 - q_2 (\sum_{k=1}^{N_2-1} E_k + E_1)) \right) - c_1 = 0 \\ & \frac{p_2 q_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \left( K_2 r_1 (-q_2 (\sum_{k=1}^{N_2-1} E_k + 2E_2)) + r_2 - a_2 \frac{K_1}{r_1} (r_1 - q_1 (\sum_{j=1}^{N_1-1} E_j + E_2)) \right) - c_2 = 0 \end{aligned}$$

Soit :

$$\begin{aligned} & \frac{p_1 q_1}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \left( K_1 r_2 (-q_1 ((N_1 + 1)E_1)) + r_1 - a_1 \frac{K_2}{r_2} (r_2 - q_2 ((N_2)E_2)) \right) - c_1 = 0 \\ & \frac{p_2 q_2}{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2} \left( K_2 r_1 (-q_2 ((N_2 + 1)E_2)) + r_2 - a_2 \frac{K_1}{r_1} (r_1 - q_1 ((N_1)E_1)) \right) - c_2 = 0 \end{aligned}$$

Ou encore :

$$\begin{cases} E_1 = -\frac{1}{q_1 (N_1 + 1)} \left( c_1 \frac{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2}{p_1 q_1 K_1 r_2} - r_1 + a_1 \frac{K_2}{r_2} (r_2 - q_2 (N_2 E_2)) \right) \\ E_2 = -\frac{1}{q_2 (N_2 + 1)} \left( c_2 \frac{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2}{p_2 q_2 K_2 r_1} - r_2 + a_2 \frac{K_1}{r_1} (r_1 - q_1 (N_1 E_1)) \right) \end{cases}$$

Soit en substituant :

$$\begin{aligned} & -q_1 (N_1 + 1) E_1 = \\ & \left( c_1 \frac{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2}{p_1 q_1 K_1 r_2} - r_1 + a_1 \frac{K_2}{r_2} \left( r_2 + \frac{N_2}{N_2 + 1} \left( c_2 \frac{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2}{p_2 q_2 K_2 r_1} - r_2 + a_2 \frac{K_1}{r_1} (r_1 - q_1 N_1 E_1) \right) \right) \right) \end{aligned}$$

ou :

$$\left( -q_1(N_1 + 1) + q_1 a_1 a_2 \frac{K_1}{r_1} \frac{K_2}{r_2} N_1 \frac{N_2}{(N_2 + 1)} \right) E i_1 =$$

$$\left( c_1 \frac{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2}{p_1 q_1 K_1 r_2} - r_1 + a_1 K_2 + \frac{N_2}{(N_2 + 1)} a_1 \frac{K_2}{r_2} \left( c_2 \frac{r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2}{p_2 q_2 K_2 r_1} - r_2 + a_2 K_1 \right) \right)$$

Ce qui est équivalent à :

$$\left( a_1 a_2 \frac{K_1}{r_1} \frac{K_2}{r_2} N_1 \frac{N_2}{N_2 + 1} - (N_1 + 1) \right) q_1 E i_1 =$$

$$(r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2) \left( \frac{c_1}{p_1 q_1 K_1 r_2} + c_2 \frac{N_2}{N_2 + 1} a_1 \frac{K_2}{r_2} \frac{1}{p_2 q_2 K_2 r_1} \right) - r_1 + a_1 K_2 + (-r_2 + a_2 K_1) \frac{N_2}{N_2 + 1} a_1 \frac{K_2}{r_2}$$

L'effort total vaut donc, en remplaçant  $N_1$  et  $N_2$  par les paramètres de concurrence  $A_1$  et  $A_2$  :

$$\left( a_1 a_2 K_1 K_2 A_2 - \frac{r_1 r_2}{A_1} \right) \frac{q_1}{r_1 r_2} E_1 =$$

$$(r_1 r_2 - a_1 a_2 K_1 K_2) \left( \frac{c_1}{p_1 q_1 K_1 r_2} + c_2 A_2 a_1 \frac{K_2}{r_2} \frac{1}{p_2 q_2 K_2 r_1} \right) - r_1 + a_1 K_2 + (-r_2 + a_2 K_1) A_2 a_1 \frac{K_2}{r_2}$$

ou encore, en multipliant par  $r_1$  et  $r_2$  :

$$\left( a_1 a_2 K_1 K_2 A_2 - \frac{r_1 r_2}{A_1} \right) q_1 E_1 =$$

$$(a_1 a_2 K_1 K_2 - r_1 r_2) \left( -\frac{c_1 r_1}{p_1 q_1 K_1} - \frac{c_2 A_2 a_1}{p_2 q_2} \right) + r_1 (-r_1 r_2 + a_1 r_2 K_2 - (r_2 - a_2 K_1) A_2 a_1 K_2)$$

On obtient l'expression de  $E_1$  suivante, puis de  $E_2$  : par permutation circulaire.

$$E_1 = \frac{(a_1 a_2 K_1 K_2 - r_1 r_2) \left( -\frac{c_1 r_1}{p_1 q_1 K_1} - \frac{c_2 A_2 a_1}{p_2 q_2} \right) + r_1 (A_2 a_1 a_2 K_1 K_2 - r_1 r_2 + (1 - A_2) a_1 r_2 K_2)}{q_1 \left( a_1 a_2 K_1 K_2 A_2 - \frac{r_1 r_2}{A_1} \right)}$$

$$E_2 = \frac{(a_1 a_2 K_1 K_2 - r_1 r_2) \left( -\frac{c_2 r_2}{p_2 q_2 K_2} - \frac{c_1 A_1 a_2}{p_1 q_1} \right) + r_2 (A_1 a_1 a_2 K_1 K_2 - r_1 r_2 + (1 - A_1) a_2 r_1 K_1)}{q_2 \left( a_1 a_2 K_1 K_2 A_1 - \frac{r_1 r_2}{A_2} \right)}$$

### Le modèle proie prédateur : Résolution de l'équilibre en accès libre :

On rappelle :

$$\left\{ \begin{array}{l} \pi_1 = p_1 K r_1 \varepsilon_1 \frac{1 - \varepsilon_1}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} - c_1 \frac{r_1}{q_1} \varepsilon_1 \\ \pi_2 = p_2 K r_2 \varepsilon_2 (1 - \varepsilon_2) \alpha \frac{1 - \varepsilon_1}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} - c_2 \frac{r_2}{q_2} \varepsilon_2 \end{array} \right.$$



En accès libre, les profits sont nuls :  $\begin{cases} \pi_1 = 0 \\ \pi_2 = 0 \end{cases}$

On a une solution évidente en (0,0), on divise ensuite les équations 1 et 2 respectivement par  $\varepsilon_1$  et  $\varepsilon_2$ .

$$\begin{cases} p_1 K r_1 \frac{1 - \varepsilon_1}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} = c_1 \frac{r_1}{q_1} \\ p_2 K r_2 (1 - \varepsilon_2) \alpha \frac{1 - \varepsilon_1}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} = c_2 \frac{r_2}{q_2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1 - \varepsilon_1 = \frac{c_1}{p_1} \frac{1}{q_1 K} \left( \frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1 \right) \\ (1 - \varepsilon_1)(1 - \varepsilon_2) = \frac{c_2}{p_2} \frac{1}{q_2 K \alpha} \left( \frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1 \right) \end{cases}$$

$$\varepsilon_1 = 1 - \frac{c_1}{p_1} \frac{1}{q_1 K} \left( \frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1 \right)$$

On substitue la première équation dans la seconde :

$$1 - \varepsilon_2 = \frac{c_2}{p_2} \frac{1}{q_2 K \alpha} \frac{1}{\frac{c_1}{p_1} \frac{1}{q_1 K} \frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1}$$

Soit :

$$\varepsilon_2 = 1 - \frac{p_1}{c_1} \frac{c_2}{p_2} \frac{q_1}{q_2} \frac{1}{\alpha}$$

On a alors pour 1 :

$$\varepsilon_1 = 1 - \frac{c_1}{p_1} \frac{1}{q_1 K} \left( \frac{a}{r_1} K \left( \frac{p_1}{c_1} \frac{c_2}{p_2} \frac{q_1}{q_2} \frac{1}{\alpha} \right) \alpha + 1 \right)$$

$$\varepsilon_1 = 1 - \frac{c_2}{p_2} \frac{a}{q_2 r_1} - \frac{c_1}{p_1} \frac{1}{q_1 K}$$

La solution en accès libre est alors :

$$\begin{cases} \varepsilon_1 = 1 - \frac{c_2}{p_2} \frac{a}{q_2 r_1} - \frac{c_1}{p_1} \frac{1}{q_1 K} \\ \varepsilon_2 = 1 - \frac{p_1}{c_1} \frac{c_2}{p_2} \frac{q_1}{q_2} \frac{1}{\alpha} \end{cases}$$

### Le modèle proie-prédateur : Résolution de l'équilibre en accès régulé:

Résolution de l'équilibre des profits en accès régulé :

$$\max_{\varepsilon_1} p_1 K r_1 \varepsilon_1 \frac{1 - \sum_{j=1}^{n-1} \varepsilon_{j1} - \varepsilon_1}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} - c_1 \frac{r_1}{q_1} \varepsilon_1$$

$$\text{sic } \max_{\varepsilon_{j_2}} \varepsilon_{j_2} \left[ p_2 \frac{r_2 r_1}{a} \left[ 1 - \varepsilon_1 - \frac{r_1}{a} \frac{1 - \varepsilon_1}{K \alpha \left( 1 - \sum_{k=1}^{m-1} \varepsilon_{k2} - \varepsilon_{j_2} \right) + \frac{r_1}{a}} \right] - c_2 \frac{r_2}{q_2} \right]$$

Conditions du premier ordre :

Pour le profit de l'espèce proie :

$$\frac{d\pi_1}{d\varepsilon_{i1}} = p_1 K r_1 \frac{1 - \sum_{j=1}^{n-1} \varepsilon_{j1} - \varepsilon_{i1}}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} - c_1 \frac{r_1}{q_1} - \varepsilon_{i1} p_1 K r_1 \frac{\varepsilon_{i1}}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} = 0$$

$$\Leftrightarrow p_1 K r_1 \frac{1 - (n-1)\varepsilon_{j1} - \varepsilon_{i1} - \varepsilon_{i1}^2}{\frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1} = c_1 \frac{r_1}{q_1}$$

En supposant que les pêcheurs ont une réponse identique ( $\varepsilon_{j1} = \varepsilon_{i1}$ ) :

$$\Leftrightarrow 1 - n\varepsilon_{i1} - \varepsilon_{i1}^2 = \frac{c_1}{p_1 q_1 K} \left( \frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1 \right)$$

Ou encore avec  $\varepsilon_1 = n\varepsilon_{i1}$  :

$$\Leftrightarrow 1 - \varepsilon_1 - \frac{\varepsilon_1^2}{n^2} = \frac{c_1}{p_1 q_1 K} \left( \frac{a}{r_1} K (1 - \varepsilon_2) \alpha + 1 \right)$$

Soit :

$$\Leftrightarrow \varepsilon_2 = \frac{1}{K\alpha} \left[ K\alpha + \frac{r_1}{a} - \left( 1 - \varepsilon_1 - \frac{\varepsilon_1^2}{n^2} \right) \frac{r_1}{a} \frac{p_1 q_1 K}{c_1} \right] \quad (1)$$

Pour le profit de l'espèce prédatrice :

$$\frac{d\pi_2}{d\varepsilon_{j_2}} = p_2 \frac{r_2 r_1}{a} \left[ 1 - \varepsilon_1 - \frac{r_1}{a} \frac{1 - \varepsilon_1}{K\alpha(1 - m\varepsilon_{j_2}) + \frac{r_1}{a}} \right] - c_2 \frac{r_2}{q_2} + \varepsilon_{j_2} p_2 \frac{r_2 r_1}{a} \left[ \frac{r_1}{a} (1 - \varepsilon_1) \frac{K\alpha}{\left( K\alpha(1 - m\varepsilon_{j_2}) + \frac{r_1}{a} \right)^2} \right] = 0$$

$$\Leftrightarrow \left[ 1 - \varepsilon_1 - \frac{r_1}{a} \frac{1 - \varepsilon_1}{K\alpha(1 - m\varepsilon_{j_2}) + \frac{r_1}{a}} \right] + \varepsilon_{j_2} \left[ \frac{r_1}{a} (1 - \varepsilon_1) \frac{K\alpha}{\left( K\alpha(1 - m\varepsilon_{j_2}) + \frac{r_1}{a} \right)^2} \right] = c_2 \frac{r_2}{q_2} \frac{a}{p_2 r_2 r_1}$$

$$\Leftrightarrow 1 - \frac{r_1}{a} \frac{1}{K\alpha(1-\varepsilon_2) + \frac{r_1}{a}} + \frac{\varepsilon_2 r_1}{m a} \frac{K\alpha}{\left(K\alpha(1-\varepsilon_2) + \frac{r_1}{a}\right)^2} = c_2 \frac{r_2}{q_2} \frac{a}{p_2 r_2 r_1} \frac{1}{1-\varepsilon_1} \quad (2)$$

On substitue (1) dans (2) :

$$1 - \frac{r_1}{a} \frac{1}{D} + \frac{1}{m a} \frac{r_1}{a} \frac{K\alpha + \frac{r_1}{a} - D}{D^2} = c_2 \frac{r_2}{q_2} \frac{a}{p_2 r_2 r_1} \frac{1}{1-\varepsilon_1}$$

$$\text{En posant : } D = \left(1 - \varepsilon_1 - \frac{\varepsilon_1^2}{n^2}\right) \frac{r_1}{a} \frac{p_1 q_1 K}{c_1}$$

On obtient la forme implicite suivante :

$$-\frac{r_1}{a} \left(1 + \frac{1}{m}\right) D(1-\varepsilon_1) + (1-\varepsilon_1) \frac{1}{m a} \frac{r_1}{a} \left(K\alpha + \frac{r_1}{a}\right) = D^2 \left(\frac{c_2}{p_2} \frac{a}{r_1 q_2} - (1-\varepsilon_1)\right)$$

$$\text{avec : } D = \left(1 - \varepsilon_1 - \frac{\varepsilon_1^2}{n^2}\right) \frac{r_1}{a} \frac{p_1 q_1 K}{c_1}$$

## **Les déterminants de la trajectoire économique d'une pêcherie complexe : cas de la pêche française dans le Golfe de Gascogne**

Le niveau trophique moyen des espèces débarquées par les flottilles françaises du Golfe de Gascogne a baissé depuis 30 ans suivant en cela les observations de Daniel Pauly au niveau mondial. Les effets des déterminants écosystémiques, institutionnels et économiques de cette baisse sont étudiés par deux approches complémentaires d'analyse de séries temporelles et d'interprétation des phénomènes grâce à un modèle bio-économique. Les grands facteurs susceptibles d'interagir avec l'exploitation de 1973 à nos jours ont été analysés. L'étude à court terme des productions et de la productivité de trois grandes flottilles de chalutiers sud bretonnes a montré que celles-ci s'adaptent selon leurs spécificités aux contraintes imposées par les stocks ou les prix. Dans le cadre plus global de l'analyse agrégée des débarquements provenant de la zone maritime du golfe ou de la façade de l'Atlantique Nord-est, on met en évidence les liens entre l'évolution de la structure des débarquements et celle des facteurs biologiques ou économiques, révélant notamment l'augmentation des débarquements d'espèces pélagiques. On observe qu'il existe un lien entre les prix des importations et celui des débarquements français, ce lien dépendant du type de marché de poisson étudié. Un modèle bio-économique, basé sur les hypothèses de Gordon Schaefer élargies à un système proie prédateur ou de compétition, montre les effets à long terme produits par les changements du progrès technique, du type de régulation et du prix d'équilibre sur la structure des débarquements, certains d'entre eux expliquant le changement structurel des débarquements observé dans le Golfe.

### **The determining key factors of the economic path of a complex fishery: the case study of the French commercial fishing in the Bay of Biscay**

The average trophic level of the landings of the species landed by the french fleets in the Bay of Biscay is dropping since 30 years, according to the worldwide range observations of Daniel Pauly. The effects of the ecosystemic, institutional and economic factors of this drop are studied with two complementary approaches, a time series analysis and the interpretation of the phenomenons thanks to a bio-economic model. The major factors which could interact with the exploitation from 1973 to nowadays have been analysed. The short term study of the productions and the productivity of tree large trawler fleets from south brittany showed that they adapted according to their specificities to the constraints enforced by the stocks or the prices. At the larger case of the aggregated landings coming from the maritime area of the Bay of Biscay or the North-East Atlantic, we put in a obvious place the links between the evolution of the landing's structure and of the biologic or economic factors, revealing particularly the rise of the pelagic landings. We observe that there is a relation between the price of imports and french landings prices, this link depending on the kind of fish market studied. A bio-economic model, based on the Gordon-Schaefer hypothesis enlarged to a predator-prey or competition system, shows the long term effects produced by the changes of technical progress, the regulation mode and the equilibrium price on the landings structure, some of these changes explaining the structural change of the landings observed in the Bay.

Mots clés : Economie des ressources naturelles renouvelables, modélisation bioéconomique, théorie du producteur et du consommateur, approche éco-systémique, théorie des indices, analyse de données, chaîne trophique, pêche fraîche française, Golfe de Gascogne