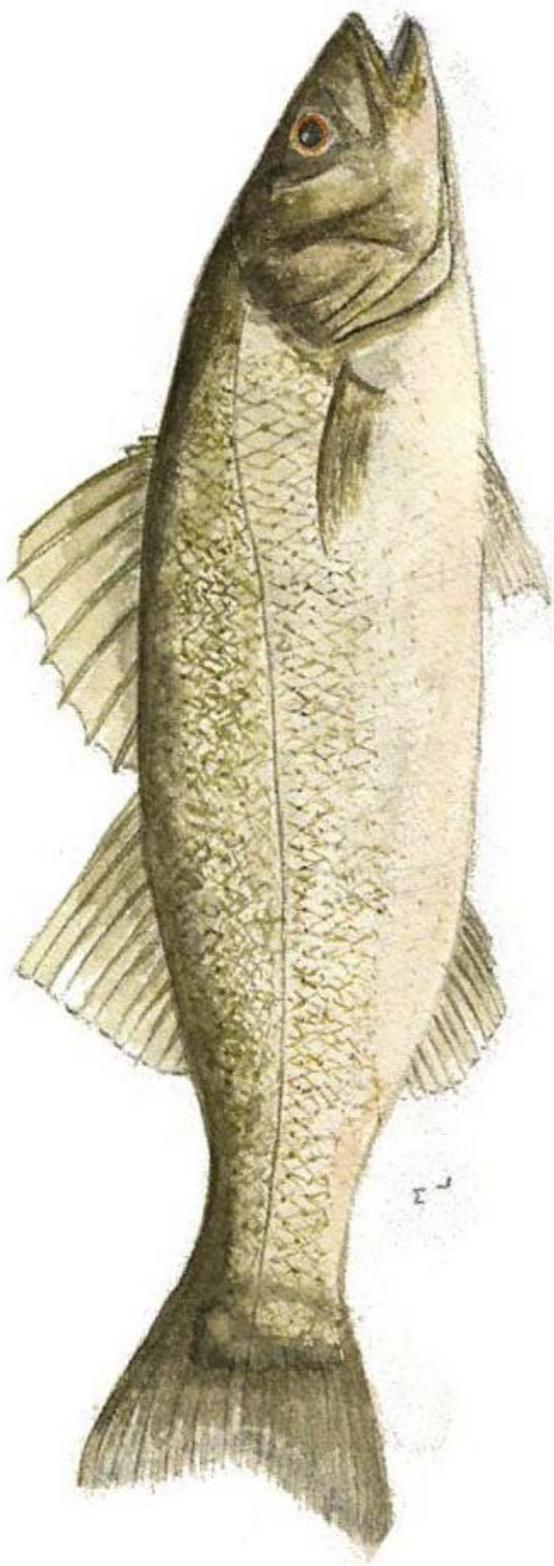


UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE
INSTITUT UNIVERSITAIRE EUROPÉEN DE LA MER
ÉCOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE LA MER
IFREMER



TRAITS
BIOLOGIQUES
ET EXPLOITATION
DU BAR COMMUN
*Dicentrarchus
labrax* (L.)
DANS LES
PÊCHERIES
FRANCAISES
DE LA
MANCHE
ET DU
GOLFE DE
GASCOGNE

Manon FRITSCH

Illustration de couverture :
aquarelle de bar commun *Dicentrarchus labrax* (L.), par Louis Marec

THÈSE

PRÉSENTÉE DEVANT

LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BREST

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE
option : OCÉANOLOGIE BIOLOGIQUE

PAR

Manon FRITSCH

**TRAITS BIOLOGIQUES ET
EXPLOITATION DU BAR COMMUN
DICENTRARCHUS LABRAX (L.) DANS LES
PÊCHERIES FRANÇAISES DE LA MANCHE
ET DU GOLFE DE GASCogne**

SOUTENUE LE 25 NOVEMBRE 2005

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE

M. Guy DUHAMEL

Rapporteur

M. Guy FONTENELLE

Rapporteur

M. Raymond LAE

Rapporteur

M. Jacques CLAVIER

Président

M. Jean LAROCHE

Examineur

M. Jean BOUCHER

Directeur de thèse

M. Yvon MORIZUR

Responsable scientifique

REMERCIEMENTS

Je tiens, en premier lieu, à remercier les membres du jury qui ont accepté de juger ce travail : MM. Guy DUHAMEL, Guy FONTENELLE et Raymond LAE, mes rapporteurs ; MM. Jacques CLAVIER, président du jury, et Jean LAROCHE ; et bien sûr MM. Jean BOUCHER et Yvon MORIZUR.

Ma reconnaissance va à Jean BOUCHER, mon directeur de thèse, sans qui ce travail n'aurait pu avoir lieu, et surtout à Yvon, qui en est le principal instigateur : merci de m'avoir proposé un sujet de DEA, de l'avoir transformé en sujet de thèse, et de m'avoir soutenue et épaulée durant ces quatre années pour le mener à bien.

Plusieurs laboratoires m'ont accueillie au cours de cette thèse, et principalement le laboratoire Sciences et Technologies Halieutiques (anciennement laboratoire Ressources Halieutiques) du centre IFREMER de Brest. Un grand merci à tous les péchous : Jérôme pour ses coups de main sur le terrain et son sens de l'humour (qui n'appartient qu'à lui mais dont on ne saurait se passer !) ; Mathilde pour sa gentillesse et sa bonne humeur ; Sylvain pour ses dépannages express envers toutes sortes de sautes d'humeurs informatiques ; Spyros pour ses conseils et son aide précieuse (ah ! les statistiques !) ; sans oublier Marie-Michèle, Pierre, Carla, Pascal, Daniel, Gérard, Stéphane, Loïc, Mickael, Nicolas et tous les autres.

« La génétique du bar, c'est François BONHOMME ! ». Merci donc à François de m'avoir accueillie à la Station Méditerranéenne de l'Environnement Littoral de Sète, et à toute l'équipe du laboratoire Génome, Populations, Interactions, Adaptation, qui m'a beaucoup aidée au cours de mes séjours sètois. Je tiens tout particulièrement à remercier Emeline pour la mise en œuvre de mes différentes manipes, et surtout Bruno GUINAND, qui m'a constamment guidée dans mon travail, et m'a aidée à exploiter mes résultats avec toujours beaucoup de disponibilité et de patience.

L'équipe du LASAA (LABoratoire de Sclérochronologie des Animaux Aquatiques du centre IFREMER de Brest) m'a fait bénéficier de ses connaissances, et m'a permis d'utiliser un matériel optique de pointe très appréciable pour lire des écailles ou mesurer le diamètre des ovocytes. Merci à tous du coup de main ! Je voudrais également remercier Vincent BUCHET et Marc SUQUET pour m'avoir aidée à monter puis réaliser mon protocole « reproduction », ainsi qu'Abdesslam BENZINOU et Laëtitia DUVAL (laboratoire RESO de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Brest) dont le module de traitement d'images réduit à un simple « clic » le temps nécessaire à la mesure du diamètre de centaines d'ovocytes.

Je voudrais également remercier tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail : Graham D. PICKETT et Mike PAWSON du CEFAS (Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science ; Lowestoft, United Kingdom), dont la collaboration a toujours été fructueuse ; les régions Bretagne et Pays de la Loire, qui ont financé certaines études de ce travail ; l'institut BVA, qui a réalisé techniquement l'enquête « pêche récréative » ; le capitaine et l'équipage du chalutier pélagique « Morgane », qui m'ont permis d'embarquer le temps d'une marée ; les enquêteurs d'Oceanic Développement, qui ont réalisé les marquages de bar en mer ; S. LOREAU de l'Ecloserie Marine de Gravelines, pour les précieuses informations qu'il m'a apportées ; Louis QUINIOU, dont les commentaires m'ont aidée à finaliser la rédaction de mon manuscrit.

Et puis je voudrais saluer tous les thésards avec lesquels j'ai partagé les différentes phases plus ou moins difficiles de ces quatre ans : Sandie, Thomas, Bruno, Christophe, Anthony, Xavier, Marie, Audrey, Mathieu ... et tous les autres ...

Enfin, je n'oublie pas mes amis et mes proches, dont les encouragements m'ont toujours soutenue aux bons moments.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE **1**
CHAPITRE A : ÉLÉMENTS DE BIOLOGIE DU BAR COMMUN

I- PRÉSENTATION GÉNÉRALE	9
<hr/>	
I.1- POSITION SYSTÉMATIQUE	9
I.2- MORPHOLOGIE	11
I.3- RÉPARTITION SPATIALE	11
I.4- ÉCOLOGIE	12
I.4.1- Nutrition	12
I.4.2- Développement des œufs et larves	13
I.4.3- Croissance des adultes	13
I.4.4- Milieux colonisés	14
<i>I.4.4.1- Caractéristiques des nourriceries</i>	<i>14</i>
<i>I.4.4.2- Habitats occupés par les adultes</i>	<i>15</i>
I.4.5- Déplacements et migrations	15
II- ESTIMATION DE L'ÂGE	17
<hr/>	
II.1- PIÈCES BIOLOGIQUES UTILISÉES	17
II.1.1- Les écailles	17
II.1.2- Les otolithes	19
II.1.3- Comparaison écailles / otolithes	20
II.2- MARQUES DE CROISSANCE	21
II.3- FAUX ANNEAUX ET DIFFICULTÉS DE LECTURE	22
II.4- ESTIMATION DE L'ÂGE	26
II.5- PROTOCOLE DE LECTURE D'ÂGE RETENU	27
II.6- CLÉS TAILLE-ÂGE	28

CHAPITRE B : MATURATION SEXUELLE DES FEMELLES ET PÉRIODE DE PONTE AU COURS DE LA SAISON DE REPRODUCTION

I- INTRODUCTION	33
<hr/>	
II- MATÉRIELS ET MÉTHODES	35
<hr/>	
II.1- PRÉLÈVEMENT ET CONSERVATION DU MATÉRIEL BIOLOGIQUE	35
II.1.1- Biopsies	35
II.1.2- Conservation des ovocytes	37
II.2- CHOIX DU CONSERVATEUR	37
II.3- ÉCHANTILLONNAGE EN CRIÉE	38

II.4- MESURE DU DIAMÈTRE OVOCYTAIRE	39
II.4.1- Préparation des échantillons	39
II.4.2- Acquisition d'images numériques	40
II.4.3- Acquisition des mesures d'ovocytes	41
II.5- TRAITEMENT DES DONNÉES	43
II.5.1- Stades de maturité ovarienne	43
II.5.2- Détermination des stades individuels de maturité ovarienne	45
II.5.3- Evolutions temporelles ovocytaire et ovarienne	46
III- ANALYSE MÉTHODOLOGIQUE	47
<hr/>	
III.1- HOMOGENÉITÉ DE LA GONADE	47
III.1.1- Protocole	47
III.1.2- Résultats	48
III.1.3- Conclusions	49
III.2- INFLUENCE DE LA RÉFRIGÉRATION SUR LE DIAMÈTRE OVOCYTAIRE	49
III.2.1- Conservation des ovocytes sous glace	50
<i>III.2.1.1- Protocole</i>	<i>50</i>
<i>III.2.1.2- Résultats</i>	<i>51</i>
<i>III.2.1.3- Conclusions</i>	<i>52</i>
III.2.2- Conservation des ovocytes à l'intérieur d'individus glacés	53
<i>III.2.2.1- Protocole</i>	<i>53</i>
<i>III.2.2.2- Résultats</i>	<i>54</i>
<i>III.2.2.3- Conclusions</i>	<i>55</i>
III.2.3- Conclusions concernant l'influence de la réfrigération	56
III.3- INFLUENCE DU CONSERVATEUR SUR LE DIAMÈTRE OVOCYTAIRE	56
III.3.1- Cas du formol	56
<i>III.3.1.1- Protocole</i>	<i>56</i>
<i>III.3.1.2- Résultats</i>	<i>58</i>
<i>III.3.1.3- Conclusions</i>	<i>60</i>
III.3.2- Cas de l'EFA	60
<i>III.3.2.1- Protocole</i>	<i>60</i>
<i>III.3.2.2- Résultats</i>	<i>61</i>
<i>III.3.2.3- Conclusions</i>	<i>61</i>
III.3.3- Conclusions concernant l'influence du conservateur	62
III.4- CONCLUSION	62
IV- RÉSULTATS	63
<hr/>	
IV.1- ÉVOLUTION DES FRÉQUENCES DE TAILLES OVOCYTAIRES AU COURS DE LA SAISON DE REPRODUCTION	63
IV.1.1- Saison de reproduction 2002-2003	63
IV.1.2- Saison de reproduction 2003-2004	66
<i>IV.1.2.3- Conclusions</i>	<i>68</i>
IV.2- ÉVOLUTION DE LA MATURITÉ SEXUELLE MOYENNE AU COURS DE LA SAISON DE REPRODUCTION	69
IV.2.1- Description générale	69
IV.2.2- Evolution par classes de poids, de taille ou d'âge	71
<i>IV.2.2.1- Catégorie commerciale</i>	<i>71</i>
<i>IV.2.2.2- Evolution par classes de taille</i>	<i>72</i>
<i>IV.2.2.3- Evolution par classes d'âge</i>	<i>74</i>
IV.2.3- Conclusions	75
V- CONCLUSIONS – DISCUSSION	77
<hr/>	

CHAPITRE C : IDENTIFICATION ET DÉLIMITATION DES STOCKS

I- INTRODUCTION	83
<hr/>	
II- MATÉRIELS ET MÉTHODES	85
<hr/>	
II.1- ACQUISITIONS DES DONNÉES GÉNÉTIQUES	85
II.1.1- Échantillonnage	85
II.1.2- Extraction de l'ADN	87
II.1.3- Choix des marqueurs	87
II.1.4- Amplification et migration de l'ADN	88
II.1.5- Problème rencontré lors du génotypage du locus DLA0107	89
II.1.6- Analyse des données génétiques	89
II.2- MARQUAGES	90
II.2.1- Les différents types de marquages possibles	90
II.2.2- Marquages hauturiers	91
II.2.2.1- Type de marque	91
II.2.2.2- Déroulement du marquage	92
II.2.2.3- Publicité autour des campagnes de marquages	93
II.2.2.4- Biais d'échantillonnage	93
<hr/>	
III- RÉSULTATS	94
<hr/>	
III.1- MARQUEURS MICROSATELLITES	94
III.1.1- Structure génétique des échantillons	94
III.1.1.1- Diversité génétique	94
III.1.1.2- Différenciation génétique	96
III.1.1.2.1- Fst par locus	96
III.1.1.2.2- Fst par paire d'échantillons	97
III.1.2- Assignment	99
III.2- MARQUAGES	101
III.2.1- Composition en taille	103
III.2.2- Taux de recapture	103
III.2.3- Schémas migratoires	104
III.2.3.1- Cas général	104
III.2.3.2- Marquages en Manche et Mer Celtique	105
III.2.3.3- Marquages dans le golfe de Gascogne	106
<hr/>	
IV- CONCLUSIONS - DISCUSSION	107

CHAPITRE D : LES USAGERS DE LA RESSOURCE BAR

I- INTRODUCTION	113
<hr/>	
II- PÊCHEURS PROFESSIONNELS	115
<hr/>	
II.1- PROVENANCE ET TRAITEMENT DES DONNÉES	115
II.2- LE POINT DE VUE DES NAVIRES	116
II.2.1- Méthodologie	116
II.2.1.1- Identification des navires débarquant du bar	116
II.2.1.2- Sélection des navires ciblant spécifiquement le bar	118
II.2.2- Effectifs des flottilles et répartition des débarquements de bar	119
II.2.3- Engins et combinaisons d'engins utilisés par flottilles et sous-flottilles	121
II.2.3.1- Chalutiers	121
II.2.3.2- Fileyeurs	123
II.2.3.3- Ligneurs	124
II.2.4- Caractéristiques techniques et géographiques des navires qui ciblent le bar	126
II.2.4.1- Caractéristiques techniques des flottilles	126
II.2.4.2- Répartition géographique des immatriculations	126
II.2.4.3- Répartition géographique des caractéristiques techniques	127
II.3- LE POINT DE VUE DES ENGINS	129
II.3.1- Méthodologie	129
II.3.2- Principaux engins utilisés	131
II.3.3- Efficacité des engins vis-à-vis des captures de bar	131
II.3.4- Calendriers d'activité	132
II.3.4.1- Caractéristiques générales	132
II.3.4.2- Ligne de traîne (LH _L)	134
II.3.4.3- Palangres (LLD, LLS et LL.)	134
II.3.4.4- Filets (GNS et GTR)	135
II.3.4.5- Chalutiers (PTM et OTB)	135
II.4- CONCLUSIONS	136
<hr/>	
III- PÊCHEURS RÉCRÉATIFS	137
<hr/>	
III.1- MÉTHODOLOGIE	138
III.1.1- Principes de l'enquête téléphonique	138
III.1.2- Conceptions des « questionnaires bar »	139
III.2- SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE 2003-2004	141
III.2.1- Pêcheurs en mer, pêcheurs de bar et saisonnalité en 2004	141
III.2.2- Profils des pêcheurs de bar en 2003	142
III.2.3- Zones de pêches fréquentées sur l'ensemble de l'année 2004	143
III.2.4- Modes de pêche pratiqués et engins utilisés en 2004	143
III.2.5- Nombre de pêcheurs de bar et prélèvements de cette espèce en 2003	144
III.2.5.1- Estimation du nombre de pêcheurs récréatifs de bar	144
III.2.5.2- Poids de bar prélevé annuellement par les pêcheurs récréatifs	145
<hr/>	
IV- CONCLUSIONS - DISCUSSION	146

CHAPITRE E : L'EXPLOITATION DU BAR

I- INTRODUCTION	151
II- LES STATISTIQUES OFFICIELLES	153
II.1- MATÉRIELS ET MÉTHODES	153
II.1.1- Provenance des données	153
II.1.2- Métiers étudiés	153
II.1.3- Traitements des données	155
<i>II.1.3.1- Ventes renseignées par le RIC</i>	<i>155</i>
<i>II.1.3.2- Débarquements renseignés dans la base « Marées »</i>	<i>156</i>
II.1.3.3- Calcul des CPUE	157
II.1.3.3.1- Sélection préalable des données	157
II.1.3.3.2- Méthodes de calcul	158
II.1.3.4- Différents types d'analyse de CPUE	159
II.1.3.4.1- Tendances évolutives par sous-zone CIEM	159
II.1.3.4.2- Spatialisation	159
II.1.3.4.3- Cartographie	159
II.2- VENTES ET DÉBARQUEMENTS	161
II.2.1- Les ventes en criées	161
II.2.1.1- Evolution annuelle	161
II.2.1.2- Evolution par catégorie commerciale	161
II.2.2- Les débarquements renseignés	163
II.2.2.1- Evolution annuelle	163
II.2.2.2- Evolution des débarquements par métier	163
II.2.2.3- Evolution des débarquements par sous-zones CIEM	164
II.2.3- Provenance des captures des principaux métiers	165
II.3- ÉVOLUTION TEMPORELLE DES INDICES D'ABONDANCE	169
II.4- SPATIALISATION DES CPUE SELON LA LATITUDE	171
II.4.1- Chalutage pélagique en bœuf	171
II.4.2- Chalutage de fond 1 navire	173
II.4.3- Filet	173
II.4.4- Ligne	174
II.5- CARTOGRAPHIE DES CPUE	175
II.5.1- Chalutage pélagique en bœuf	175
II.5.2- Chalutage de fond	179
II.5.3- Filet	181
II.5.4- Ligne	184
II.6- CONCLUSIONS	187
III- CAS PARTICULIERS	190
III.1- MATÉRIEL ET MÉTHODES	190
III.2- RÉSULTATS	191
III.2.1- Cpue	191
III.2.2- Indice de désaisonnalisation	194
III.2.3- Poids moyens	195
III.3- CONCLUSIONS	197
IV- CONCLUSIONS – DISCUSSION	198

CHAPITRE F : ÉVALUATION DES STOCKS

I- INTRODUCTION	205
II- MATÉRIELS ET MÉTHODES	207
II.1- ÉLABORATION DES STRUCTURES DÉMOGRAPHIQUES DES CAPTURES	207
II.1.1- La pêche professionnelle française	207
II.1.1.1- Données de production	207
II.1.1.2- Données d'échantillonnage	208
II.1.1.3- Cas des données d'échantillonnage manquantes	209
II.1.1.4- Principes des extrapolations	210
II.1.1.5- Passage des structures en taille aux structures en âge	211
II.1.2- La pêche récréative française	213
II.1.2.1- Données de production	213
II.1.2.2- Structures de taille	213
II.1.2.3- Passage des structures en taille aux structures en âge	214
II.1.3- La pêche anglaise en Manche	215
II.2- PARAMÈTRES DÉMOGRAPHIQUES	216
II.2.1- Matrice de transition	216
II.2.2- Mortalité naturelle M	217
II.2.3- Fécondité relative par groupe d'âge	218
II.2.4- Choix du taux d'exploitation terminal E(15+) et estimation du nombre de survivants du groupe d'âge 2 ans correspondant	219
II.2.5- Mortalités par pêche aux âges selon différents scénarios de captures	220
II.2.6- Survie par groupe d'âge	220
III- RÉSULTATS	221
III.1- STRUCTURES DÉMOGRAPHIQUES	221
III.1.1- La pêche professionnelle française	221
III.1.1.1- Chalutiers pélagiques en bœuf	221
III.1.1.2- Chalutiers de fond	223
III.1.1.3- Fileyeurs	223
III.1.1.4- Ligneurs	224
III.1.1.5- « Divers »	224
III.1.2- La pêche récréative française	225
III.1.3- La pêche anglaise en Manche	226
III.2- SCÉNARIOS DE GESTION	229
III.2.1- Les différents scénarios envisagés	229
III.2.1.1- Paramètres initiaux et situations initiales	229
III.2.1.2- Taux d'exploitation terminaux et mortalités par pêche	229
III.2.1.3- nombre de survivants du groupe d'âge 2 ans et première valeur propre λ de la matrice de Leslie	230
III.2.2- Évolution des différents scénarios	231
III.2.3- Cas du chalutage pélagique	234
III.2.4- Impact de la mortalité naturelle	235
IV- CONCLUSIONS - DISCUSSION	237

CONCLUSION GÉNÉRALE **239**

BIBLIOGRAPHIE **249**

ANNEXES **259**

INTRODUCTION GÉNÉRALE

En France et dans les pays anglo-saxons, la réputation du bar commun *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758) n'est plus à faire. Exploité depuis une vingtaine à une trentaine d'année, il est actuellement de plus en plus ciblé par les pêcheries professionnelles, en raison notamment de sa forte valeur ajoutée (le prix de vente du kilo de bar estampillé « bar de ligne » peut dépasser vingt euros en criée). Ainsi pour la France (le principal pays européen à exploiter cette ressource), où le bar se classe à la cinquième place en valeur des espèces commerciales, et ce malgré des débarquements relativement modestes d'environ 4000 tonnes annuelles. Mais le bar représente également l'espèce phare de nombreux pêcheurs récréatifs. Sujet inépuisable de magazines et de sites Internet dédiés à la pêche de loisir en mer, il est considéré par beaucoup comme le poisson roi, eu égard à son comportement de prédateur, à sa combativité.

L'engouement pour cette espèce, s'il semble relativement récent en ce qui concerne les pêcheries professionnelles, n'est cependant pas nouveau. Connu depuis l'Antiquité - le philosophe et naturaliste grec Aristote le désigne déjà sous le nom de *Labrax* (Barnabé, 1976) - le bar a toujours été un poisson recherché, car apprécié pour la qualité de sa chair. Dès les années 70, cette bonne réputation auprès des consommateurs européens incite l'aquaculture à en faire l'une des espèces marines pionnières en terme d'élevage. Le développement des techniques de production au cours des années 80 s'est alors accompagné d'une abondante littérature, apportant de multiples connaissances en matière de physiologie, de reproduction, de nutrition, ou encore de croissance du bar en milieu contrôlé (e.g. Ferrari & Chierigato, 1981 ; Alliot *et al.*, 1983 ; Brusle & Roblin, 1984 ; Zohar *et al.*, 1984 ; Zanuy. *et al.*, 1986 ; Devauchelle. & Coves, 1988a et 1988b ; Carillo *et al.*, 1989 ; Alvarino *et al.*, 1992 ; Le Carpentier, 1995 ; Blazquez *et al.*, 1998).

Parallèlement, des études portant sur la biologie et/ou l'éthologie du bar dans le milieu naturel ont également été menées. D'un point de vue géographique, celles-ci concernent majoritairement les zones côtières des pays anglo-saxons (e.g. Russel, 1935 ; Kennedy & Fitzmaurice, 1968 et 1972 ; Southward & Demir, 1972 ; Holden & Williams, 1974 ; Kelley, 1979 et 1986 ; Claridge & Potter, 1983 ; Aprahamian & Barr, 1985 ; Dando & Demir, 1985 ; Pawson *et al.*, 1987 ; Sabriye *et al.*, 1988 ; Jennings *et al.*, 1991 ; Jennings & Pawson, 1991 et 1992). Cependant, d'autres études se rapportent également à différentes zones qui couvrent l'ensemble de l'aire de répartition du bar, depuis l'Algérie (Kara, 1997 et 1999) et la Tunisie (Bou Ain, 1977), jusqu'à la Bretagne (Boulineau-Coatanea, 1969), en passant par la Méditerranée (Barnabé, 1976 et 1978) et le golfe de Gascogne (Lam Hoai, 1970 ; Stequert, 1972).

Le bar n'est donc pas un inconnu ! Cependant, si certains critères biologiques ont été particulièrement bien étudiés, et ce sur l'ensemble de l'aire de répartition de cette espèce (e.g. l'estimation de l'âge et la croissance : Boulineau-Coatanea, 1969 ; Lam Hoai, 1970 ; Kennedy & Fitzmaurice, 1972 ; Stequert, 1972 ; Barnabé, 1973 et 1976 ; Holden & Williams, 1974 ; Le Mao, 1985 ; Dorel, 1986 ; Bertignac, 1987 ; Masski, 1998 ; Kara, 1999), d'autres ont surtout été documentés pour une zone géographique limitée (e.g. les migrations des juvéniles et des adultes dans les eaux côtières des îles Britanniques

d'après des résultats de marquage : Kennedy & Fitzmaurice, 1972 ; Holden & Williams, 1974 ; Kelley, 1979 ; Pawson *et al.*, 1987 ; Pickett *et al.*, 2004), ou ont été analysés essentiellement en milieu contrôlé (*e.g.* le développement embryonnaire et larvaire : Russel, 1935 ; Kennedy & Fitzmaurice, 1968 ; Barnabé, 1976). Ainsi, de nombreuses zones d'ombres persistent, notamment en ce qui concerne l'éthologie et la reproduction du bar dans le milieu naturel (*e.g.* identification des aires de ponte, définition précise des modalités et des périodes de ponte, devenir des œufs et larves).

D'un point de vue halieutique, relativement peu d'études se sont penchées sur les différents aspects de l'exploitation du bar commun (Fahy, 1981 ; Pawson & Pickett, 1988 ; Pickett & Pawson, 1994 ; Gallet & Cazaubon, 1998), et parfois uniquement au niveau de zones géographiques restreintes (la rivière d'Étel (Morbihan) : Le Masson, 1981 ; le Morbras (Bretagne Sud) : Bertignac, 1987). L'état de cette ressource, qui est dite partagée car exploitée par plusieurs états européens (la France, le Royaume-Uni et l'Espagne notamment), reste donc passablement floue. Ainsi, bien que placé parmi les espèces commerciales importantes pour les pêcheries, le bar n'appartient pas aux espèces soumises à TAC (Total Admissible de Captures). Ce manque de réglementation pourrait en partie expliquer le faible investissement scientifique passé, et même actuel, déployé pour la gestion de ses stocks. Cependant, l'augmentation croissante des pêcheurs qui s'intéressent à cette ressource, qu'ils soient professionnels ou récréatifs, ainsi que les conflits inter-métiers que cela engendre, pourraient amener les institutions, et notamment au niveau européen, à mettre en place une gestion des stocks halieutiques de bar. En 2000, la création d'un groupe d'étude sur le bar composé d'experts européens, qui a rendu annuellement ses rapports à l'ACFM (Advisory Committee on Fishery Management) depuis mai 2001 (ICES, 2001, 2002, 2003, 2004), mais a été dissous en 2005, allait d'ailleurs dans ce sens.

Dans ce contexte (connaissances biologiques nombreuses mais incomplètes ; exploitation relativement méconnue ; faible investissement concernant la gestion des stocks), le présent travail de thèse se propose d'acquérir et/ou de réviser des données et connaissances classiques, mais qui peuvent être clé en terme de dynamique de la ressource bar exploitée par les pêcheries françaises en Manche et dans le golfe de Gascogne.

Ainsi, après un premier chapitre (**chapitre A**) consacré aux principales caractéristiques biologiques et écologiques connues de *Dicentrarchus labrax* (L.), le plan de cette thèse s'articulera autour de cinq autres chapitres qui traiteront successivement :

- de la maturation sexuelle des femelles et des modalités de ponte au cours de la saison de reproduction en Manche Ouest (**chapitre B**). L'étude de la reproduction d'une espèce est indispensable à la compréhension du fonctionnement de ses populations, et constitue donc un préalable obligatoire à toute élaboration de scénario de gestion d'un stock halieutique exploité. Le chapitre B se propose ainsi de contribuer à une meilleure connaissance de l'évolution temporelle des stades de

maturité gonadique au cours de la période de reproduction du bar, mais également de mieux caractériser ses modalités de ponte.

- de l'identification des populations de bar évoluant en Manche et dans le golfe de Gascogne (**chapitre C**). « *La condition préalable à toute étude d'une population est la définition des individus qui la composent* », Barnabé (1973). En effet, l'ensemble des individus d'une espèce peuvent appartenir à une seule et même population homogène, ou alors se répartir entre plusieurs populations fonctionnant indépendamment les unes des autres. Pour gérer l'exploitation d'une ressource, il importe de savoir si celle-ci fait partie d'un seul stock halieutique ou de plusieurs. Dans le cas du bar, le couplage de méthodes de terrain (marquages) et de laboratoire (marqueurs génétiques microsatellites) a ainsi permis d'étudier les populations de bar réparties tout le long du littoral français, Méditerranée exceptée.

- des usagers professionnels et récréatifs qui pêchent le bar dans cette même zone géographique (**chapitre D**). La part prise par chaque métier au niveau de l'exploitation globale du bar était inconnue. L'étude des usagers qui s'intéressent à cette ressource, à travers notamment l'analyse de leurs pratiques et la quantification de leurs débarquements, a permis d'y remédier. Le chapitre D détaille ainsi les particularités propre à chaque engins et/ou métiers utilisés actuellement pour pêcher du bar.

- de la manière dont ces usagers l'exploitent (**chapitre E**). Reflets de cette exploitation, les tendances et évolutions des ventes et débarquements depuis une quinzaine d'années ont été étudiées grâce aux bases de données de pêche disponibles. La spatialisation des indices d'abondance des principaux métiers ciblant le bar a, de plus, permis d'identifier les zones de concentration de poissons, et de mettre en évidence leurs déplacements géographiques au cours de l'année. Ainsi, l'étude de l'exploitation par différents indicateurs de la pression de pêche a permis d'analyser les évolutions de la ressource bar.

- de l'état actuel des stocks halieutiques de bar, en partant de la structure démographique des captures pour modéliser l'impact des différents métiers sur la ressource (**chapitre F**).

CHAPITRE A

ÉLÉMENTS DE BIOLOGIE DU BAR COMMUN

I - PRÉSENTATION GÉNÉRALE	9
I.1- POSITION SYSTÉMATIQUE	9
I.2- MORPHOLOGIE	11
I.3- RÉPARTITION SPATIALE	11
I.4- ÉCOLOGIE	12
I.4.1- Nutrition	12
I.4.2- Développement des œufs et larves	13
I.4.3- Croissance des adultes	13
I.4.4- Milieux colonisés	14
I.4.5- Déplacements et migrations	15
II - ESTIMATION DE L'ÂGE	17
II.1- PIÈCES BIOLOGIQUES UTILISÉES	17
II.1.1- Les écailles	17
II.1.2- Les otolithes	19
II.1.3- Comparaison écailles / otolithes	20
II.2- MARQUES DE CROISSANCE	21
II.3- FAUX ANNEAUX ET DIFFICULTÉS DE LECTURE	22
II.4- ESTIMATION DE L'ÂGE	26
II.5- PROTOCOLE DE LECTURE D'ÂGE RETENU	27
II.6- CLÉS TAILLE-ÂGE	28

I- PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Connu depuis l'Antiquité, le bar commun a toujours fait figure d'espèce convoitée par les pêcheurs, ce qui explique sans doute l'existence de nombreuses études traitant de sa biologie. Le bar a déjà fait l'objet de monographies : on peut citer par exemple la thèse d'état de Barnabé (1976) sur le « loup » méditerranéen ou, plus récemment, la synthèse effectuée par Pickett & Pawson (1994) pour les populations de bar évoluant principalement en Manche et le long des côtes du Royaume-Uni. Par conséquent, et sans vocation à l'exhaustivité, cette présentation générale ne vise qu'à exposer les principales caractéristiques biologiques et écologiques connues de cette espèce, afin de mieux la situer dans un contexte global de gestion d'une ressource exploitée.

I.1- POSITION SYSTÉMATIQUE

Super-classe :	Poissons
Classe :	Ostéichthyens
Sous-classe :	Actinoptérygiens
Super-ordre :	Téléostéens
Ordre :	Perciformes
Sous-ordre :	Percoidei
Famille :	Moronidae
Genre :	<i>Dicentrarchus</i>
Espèce :	<i>Dicentrarchus labrax</i>

Le nom spécifique du bar commun a beaucoup évolué depuis les premières descriptions connues, qui datent de l'Antiquité (Barnabé, 1976). Actuellement, il est communément désigné par *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758), mais sa position systématique n'est pas totalement fixée.

Le genre européen *Dicentrarchus* s'oppose géographiquement aux genres voisins américains *Morone* et *Roccus*. Certains auteurs regroupent ces trois genres, longtemps considérés comme synonymes, au sein de la famille des Serranidae. Mais d'autres placent le bar dans celle des Moronidae, notamment en raison de critères génétiques.

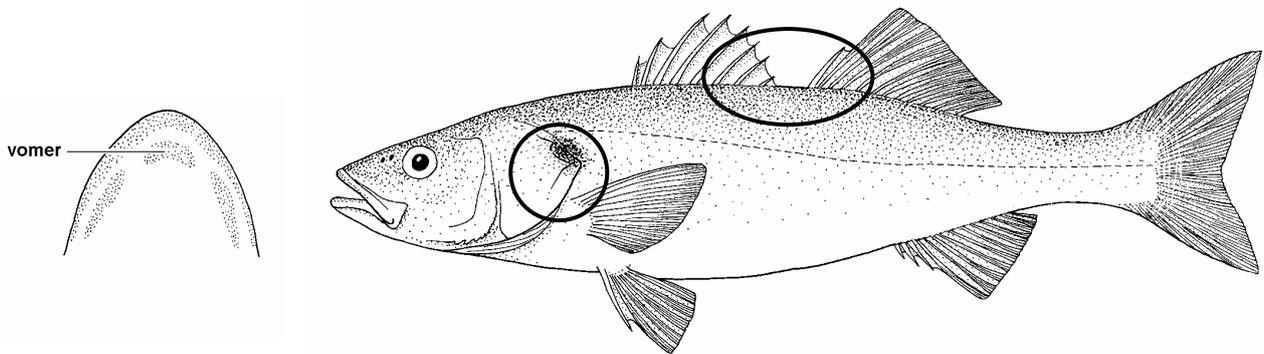


Figure A.1 : Schéma montrant la morphologie externe du bar commun *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758). Les principales caractéristiques de cette espèce sont soulignées : opercules épineux, double nageoire dorsale, dents vomériennes en forme de croissant. D'après Quero *et al.* (2003)

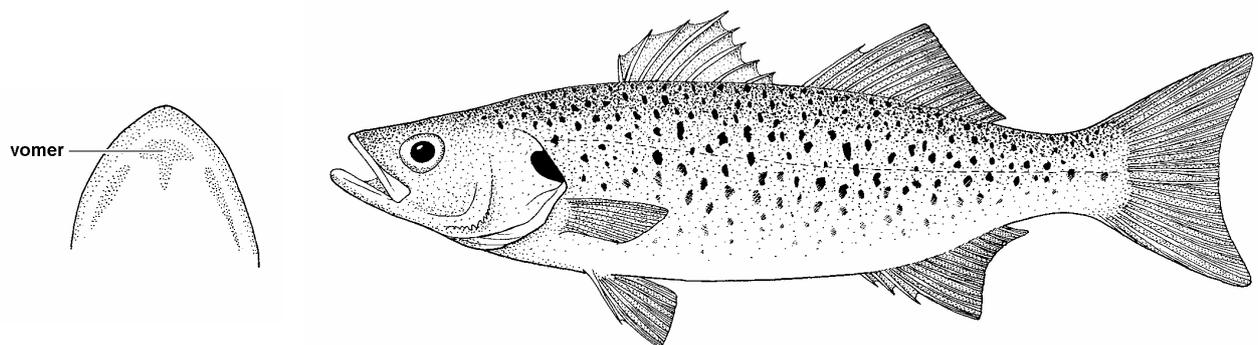


Figure A.2 : Schéma montrant la morphologie externe du bar tacheté *Dicentrarchus punctatus* (Bloch, 1792). Les principales différences avec *D. labrax* résident dans la présence d'une moucheture noire au niveau du dos et des flancs, et dans la forme d'ancre des dents vomériennes. D'après Quero *et al.* (2003)

I.2- MORPHOLOGIE

La morphologie du bar commun a été étudiée et détaillée par Barnabé (1976). Ne figure dans ce paragraphe que quelques caractères systématiques très généraux et/ou permettant de distinguer *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758) de son cousin *Dicentrarchus punctatus* (Bloch, 1792).

Comme chez tous les Perciformes, le corps du bar commun est symétrique. Les nageoires pectorales sont élevées sur les flancs, les pelviennes sont en position thoracique et l'anale est épineuse (*fig. A.1 et A.2*).

Chez le genre *Dicentrarchus*, la bouche est protractile et les opercules épineux. La nageoire dorsale est double ; on compte 9 épines sur la première dorsale, et une épine suivie de 10 à 14 rayons mous sur la deuxième. Les critères les plus simples permettant de distinguer *D. labrax* de *D. punctatus* sont :

- une ponctuation sombre permanente sur le dos et les flancs de *D. punctatus* inexistante chez les adultes de *D. labrax*,
- un vomer entièrement recouvert de dents qui forment une flèche chez *D. punctatus*, alors qu'elles sont plus réduites et en forme de « V » ouvert chez *D. labrax*.

Le dimorphisme sexuel est très peu prononcé chez le bar *D. labrax*. Barnabé (1976) n'a identifié que quelques critères permettant à un œil averti de sexer un poisson, comme la longueur de la tête et la longueur pré-dorsale, qui sont légèrement supérieures chez la femelle. Leur tête serait ainsi plus longue et plus pointue que celle des mâles. Cependant, l'identification du sexe d'après la morphologie n'est pas une méthode fiable, car elle entraîne un pourcentage d'erreur non négligeable de l'ordre de 20 %.

I.3- RÉPARTITION SPATIALE

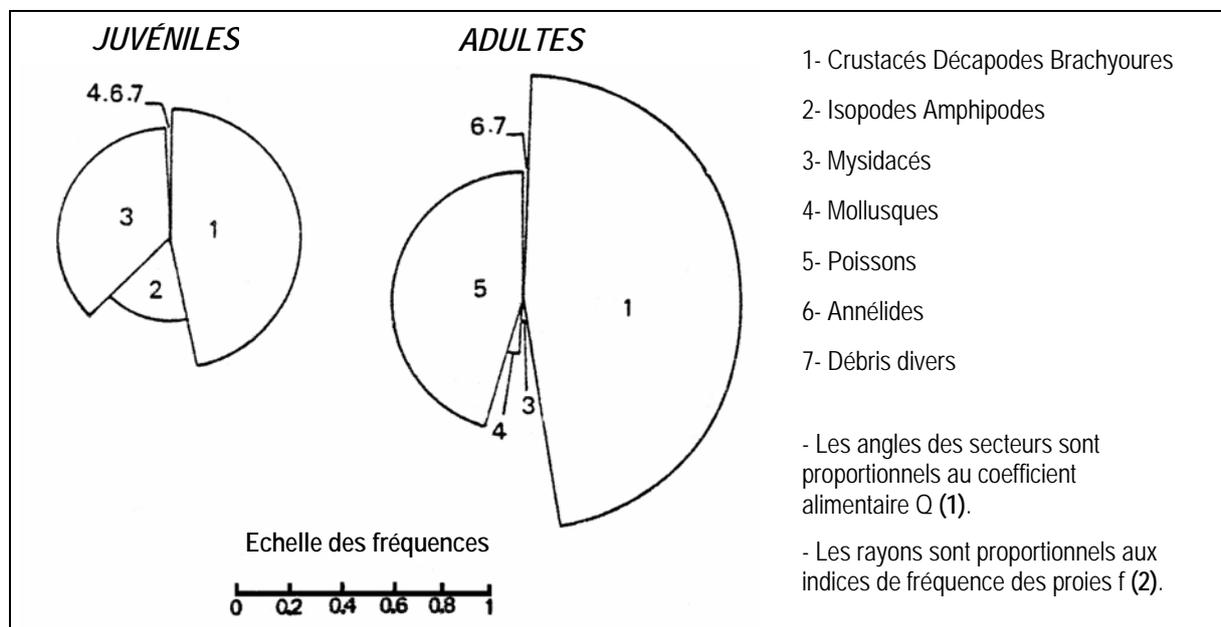
L'aire totale de distribution de *Dicentrarchus labrax* s'étend, dans l'Atlantique Nord-Est, de 30° N (côtes du Maroc) à 60° N (Sud de la Norvège). Il est présent en Mer d'Irlande, Mer du Nord et Mer Baltique, et il colonise toute la Mer Méditerranée ainsi que la Mer Noire. Il peut être trouvé jusqu'à une centaine de mètres de fond, et jusqu'à environ 80 km des côtes.

I.4- ÉCOLOGIE

I.4.1- Nutrition

Juvéniles. Le régime alimentaire des post-larves et juvéniles de bar évoluant en milieu naturel a été étudié par de nombreux auteurs, dont notamment Aprahamian & Barr (1985) au niveau des côtes anglaises. Leurs conclusions rejoignent celles d'autres études concernant des zones géographiques différentes (Arias, 1980 ; Ferrari & Chierigato, 1981 ; Roblin, 1980 *in* Aprahamian & Barr, 1985), à savoir que les stades les plus jeunes se nourrissent essentiellement de Mysidacés, d'Amphipodes tels que Gammare ou Corophiums, de Copépodes, et de larves de Décapodes et de Cirripèdes.

Adultes. Tel que décrit par Boulineau-Coatanea (1969), le régime alimentaire des bars adultes est également diversifié. Mais il est cependant dominé par deux types de proies principales : les crustacés Décapodes Brachyours, et les poissons (*fig. A.3*). Le bar est un prédateur vorace qui peut ingérer des proies de grandes tailles. Il chasse aussi bien de jour que de nuit, sur le fond ou entre deux eaux. A noter que le bar est également susceptible d'adopter un comportement herbivore. Des estomacs remplis à 100 % d'algues, provenant de bar capturés en chasse sous-marine, en attestent.



(1) Le coefficient alimentaire d'une proie (Q) est le produit du pourcentage en nombre de cette proie par son pourcentage en poids dans le contenu stomacal. Il permet d'apprécier l'importance relative d'une proie en tenant compte du nombre de proies et de leur poids.

(2) L'indice de fréquence f d'une proie est le rapport entre le nombre n de bars dont l'estomac contient cette proie et le nombre N d'estomacs examinés : $f = n / N$.

Figure A.3 : Régimes alimentaires des bars adultes et juvéniles, d'après Boulineau-Coatanea (1969).

I.4.2- Développement des œufs et larves

Œufs. Les œufs de bar sont pélagiques. Ils sont relativement petits (autour de 1300 µm en Manche (Kennedy & Fitzmaurice, 1968), voire un peu moins en Méditerranée), et mettent entre deux et cinq jours pour éclore. Leur faible densité lipidique leur assure une flottabilité neutre, ce qui leur permet de se maintenir dans la masse planctonique (Pickett & Pawson, 1994). Ils sont situés généralement en surface, et ne sont pas présents à des profondeurs plus importantes s'ils sont absents de la surface (Kennedy & Fitzmaurice, 1972).

Larves. A l'éclosion, les larves mesurent environ 4 mm (Barnabé, 1976 ; Kennedy & Fitzmaurice, 1968). Arrivées en zone côtière, elles y passeraient environ 30 jours, c'est-à-dire le temps nécessaire pour atteindre le stade de développement correspondant à une taille de 10 mm (Jennings & Pawson, 1992). Cette taille leur permettrait alors de pénétrer dans les zones estuariennes puis de s'y développer. En effet, tout au moins en Manche et autour des îles britanniques, les juvéniles restent inféodés à leur estuaire pendant au moins les trois premières années de leur vie.

I.4.3- Croissance des adultes

En règle générale, le bar présente une croissance lente, un âge à la première maturité sexuelle tardif, et une forte longévité (plus d'une vingtaine d'années). Cependant, tous ces paramètres biologiques varient en fonction des facteurs du milieu environnant. La température notamment, qui agit sur la production de nourriture disponible et la physiologie des individus, joue un rôle prépondérant.

La diminution de la température en hiver peut ainsi être directement mise en relation avec les arrêts de croissance hivernaux, qui sont marqués sur les écailles des bars chaque année et permettent de déterminer l'âge des individus. C'est également le gradient de température présent tout le long de l'aire de répartition du bar, qui permet d'expliquer en grande partie les variations de croissance trouvées entre les différentes régions où cette espèce a été étudiée. En effet, plus on se déplace vers le sud, et plus les vitesses de croissance sont élevées. Ainsi, à l'âge de 5 ans, la taille moyenne des femelles est de 54 cm en Méditerranée, 40 cm sur les côtes bretonnes, et 35 cm en Irlande ; tandis que la taille moyenne des mâles est de 48 cm en Méditerranée, 39 cm sur les côtes bretonnes, et 33 cm en Irlande (Gallet & Cazaubon, 1998).

L'exemple ci-dessus révèle en outre qu'il existe une différence de croissance entre les sexes. En effet, les auteurs ayant établi des courbes « taille-âge » en distinguant le sexe des individus, sont en accord sur le fait qu'à âge égal les femelles sont plus grandes que les mâles (Barnabé, 1973 ; Boulineau-Coatanea, 1969 ; Holden & Williams, 1974 ; Kennedy & Fitzmaurice, 1972 ; Lam Hoai, 1970).

On considère généralement que la taille maximale est de 100 cm. Les individus les plus grands sont généralement trouvés dans les zones les plus nord : bien qu'ils grandissent moins vite par rapport aux individus méridionaux, ils semblent avoir une longévité plus importante et atteignent ainsi des tailles plus élevées. En criée d'Audierne, des individus de 80 cm et plus sont en effet régulièrement échantillonnés, alors que ces tailles ne sont qu'exceptionnellement atteintes en Méditerranée.

Les relations « taille-poids » varient elles aussi d'une région à l'autre, la Méditerranée se singularisant là encore des zones situées plus au nord (Barnabé, 1976 ; Dorel, 1986 ; Lam Hoai, 1970 ; Le Mao, 1985 ; Masski, 1998 ; Pickett & Pawson, 1994 ; Stequert, 1972). Pour les bars évoluant dans le golfe de Gascogne et en Manche, les relations établies par Dorel en (1986) sont généralement les plus usitées, car calculées avec un plus grand nombre d'individus collectés à deux saisons différentes (juin et novembre).

I.4.4- Milieux colonisés

I.4.4.1- Caractéristiques des nourriceries

Si l'on se base sur la cartographie des nourriceries littorales de poissons du golfe de Gascogne publiée en 1996 par Guérault *et al.*, les zones correspondant à des nourriceries pour les juvéniles de bar ont en commun une faible profondeur (inférieure à 5 mètres en dessous du 0 des cartes marines) et une sédimentation fine avec un substrat vaseux ou sablo-vaseux. La profondeur semble déterminer pour une part importante la présence ou non de juvéniles dans une zone donnée. Au delà de 5 mètres de fond, la densité et l'occurrence (définie comme un taux de présence) des juvéniles diminuent nettement par rapport à celles trouvées pour des profondeurs moindres. La salinité par contre ne semble jouer qu'un rôle mineur, puisqu'on trouve des nourriceries aussi bien en milieu typiquement estuarien qu'en milieu typiquement marin. Comme pour les adultes, les juvéniles de bars sont donc euryhalins, ce qui est d'ailleurs confirmé par d'autres études, notamment en aquaculture. En ce qui concerne le substrat, les juvéniles de bars semblent préférer le sédiment vaseux ou sablo-vaseux, ce qui correspond en fait à ce que l'on trouve généralement dans les estuaires où les zones qui en sont proches.

Le rapport d'étude de Riou *et al.* (1999) sur les nourriceries de la baie de Seine orientale et de l'estuaire de la Seine permet d'aboutir à des conclusions comparables, à savoir que les juvéniles sont trouvés en secteur estuarien sur des fonds peu importants (inférieurs à 10 m dans tous les cas, et le plus souvent inférieurs à 5 m). Les échantillonnages montrent que les juvéniles ont généralement moins d'un an ou juste un an, et se répartissent avec des densités variables. La comparaison de plusieurs années d'échantillonnages (1981, 1995 et 1996) a de plus permis à ces auteurs de mettre en évidence l'existence d'une variabilité interannuelle d'abondance qui peut être forte chez le bar. Ainsi, une seule année de données n'est pas suffisante pour conclure sur le rôle de nourricerie d'un estuaire.

Enfin, Kelley a publié en 1986 les résultats d'échantillonnages effectués en 1982 et 1983 dans 8 estuaires de la côte Ouest du Royaume-Uni. Il en conclut qu'outre les estuaires assez profonds et envasés comme ceux de la côte Sud, qui étaient déjà connus pour leur rôle de nourriceries, les estuaires sableux et peu profonds sont également susceptibles d'accueillir des juvéniles de bar du groupe 0. En fait, d'après Kelley, tous les estuaires de la côte anglaise sont susceptibles de servir de nourriceries s'ils ne sont pas trop pollués.

1.4.4.2- Habitats occupés par les adultes

Le bar est un poisson eurytherme et euryhalin, capable de supporter de grands écarts de température (de 2°C à 32°C) et de grandes variations de salinité (de 0,5 ‰ à 40 ‰). Il se rencontre aussi bien en eaux saumâtres, au niveau de l'embouchure des estuaires, qu'en zones côtières ou en pleine mer. Cependant, il affectionne plus particulièrement les zones agitées dont les eaux sont riches en oxygène. On le trouvera donc préférentiellement le long des côtes rocheuses battues par la mer, et le long des plages de sable à vagues déferlantes (Gallet & Cazaubon, 1998).

1.4.5- Déplacements et migrations

Larves. Le comportement des larves dans la masse d'eau est relativement peu connu. Les seules données relatives à ce sujet proviennent d'études basées essentiellement sur l'analyse de traits de plancton effectués dans le cadre de programmes de surveillance, et qui restent pour la plupart cantonnées aux côtes anglaises ou irlandaises. La trop faible abondance des larves dans la masse d'eau (et donc dans les traits de plancton) n'a pour l'instant pas permis de déterminer leur distribution verticale dans la colonne d'eau, ni l'existence éventuelle de migrations verticales en fonction du stade de développement ou de paramètres physiques (éclairage, température, courants), comme celles observées chez les larves de sole (Koutsikopoulos, 1991). Cette relative rareté, comparée aux densités trouvées pour d'autres espèces de poissons pélagiques, pourrait d'ailleurs constituer une des caractéristiques du bar. Cependant, d'après les travaux de Dando & Demir (1985) et de Jennings & Pawson (1992), il semblerait que les larves se situent préférentiellement à une profondeur d'environ 15 – 20 m, tout au moins au large des côtes.

Juvéniles. Les déplacements des juvéniles semblent relativement limités, et sont sans doute liés à la température de l'eau (Kennedy & Fitzmaurice, 1972). En octobre-novembre, quand les eaux commencent à refroidir, les juvéniles disparaissent des anses peu profondes qu'ils colonisent en période estivale. Ils se dirigent alors vers les embouchures des estuaires, où les températures hivernales restent plus clémentes en raison d'une profondeur plus importante.

Adultes. Les déplacements des bars adultes en Manche et dans les mers adjacentes ont été principalement étudiés à partir d'expériences de marquage (Kennedy & Fitzmaurice, 1972 ; Holden & Williams, 1974 ; Kelley, 1979). Les principaux résultats obtenus ont été synthétisés par Pawson *et al.* (1987) sous forme de carte (*fig. A.4*). Ainsi, les bars adultes quittent leurs aires de répartition estivales dès septembre-octobre, et se rendent sur les aires d'hivernage situées plus au sud (principalement en Manche Ouest) et dont les eaux restent plus chaudes. Dès février, ils entament leur remontée vers le nord ou le nord-est, en direction des zones d'alimentation estivales qu'ils atteignent vers mai-juin. Les déplacements importants que l'on peut qualifier de migrations annuelles ont donc lieu en période hivernale. A l'opposé, les déplacements estivaux semblent beaucoup plus réduits et limités à la bande côtière (Kennedy & Fitzmaurice, 1972 ; Holden & Williams, 1974).

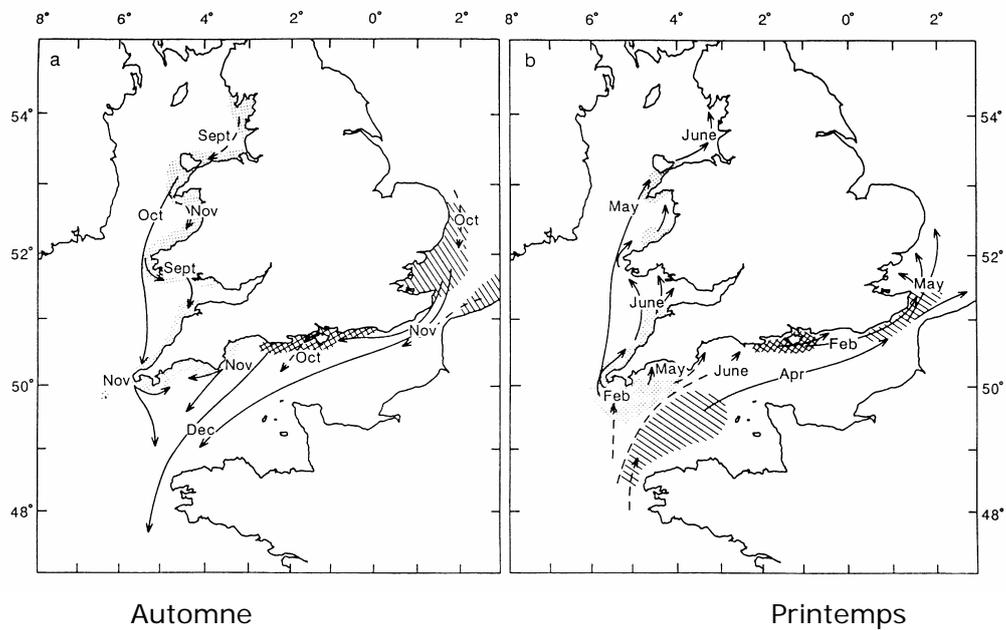


Figure A.4 : Déplacements saisonniers et répartition des bars adultes pour les 3 populations principales marquées à proximité de l'Angleterre et du Pays de Galles. Les populations sont représentées par des grisés différents. La carte de gauche illustre les migrations d'automne à partir des zones de présence en été ; la carte de droite illustre les migrations de fin d'hiver et de printemps à partir des zones de séjour hivernal (d'après Pawson *et al.*, 1987).

II- ESTIMATION DE L'ÂGE

L'étude de caractéristiques biologiques requiert le plus souvent l'utilisation de données d'âge, afin de pouvoir replacer l'apparition et les manifestations des faits analysés dans le temps et la vie des individus. La détermination de l'âge est donc un préalable dont on ne peut que rarement se passer, et il nous est apparu nécessaire de rappeler ici les principales méthodes mises en œuvre pour le bar.

II.1- PIÈCES BIOLOGIQUES UTILISÉES

De nombreux auteurs ont travaillé sur les différentes méthodes utilisables pour âger le bar. Ainsi, Boulineau-Coatanea (1969), Lam Hoai (1970), Kennedy & Fitzmaurice (1972), Barnabé (1976), Bou Ain (1977) ou encore Kara (1999) se sont intéressés aux populations de bars respectivement finistériennes, vendéennes, irlandaises, méditerranéennes, tunisiennes et algériennes.

Chez les poissons, plusieurs pièces biologiques peuvent servir à estimer l'âge des individus, notamment les écailles, les otolithes, ou encore les os operculaires. Ces pièces rendent compte de la croissance de l'animal sous forme de dépôts successifs, dont le nombre et la disposition permettent de déduire l'âge de l'individu. Chez le bar, ce sont principalement les écailles qui sont utilisées, ainsi que les otolithes.

II.1.1- Les écailles

Morphologie. Les écailles du bar sont de forme grossièrement quadrangulaire et de type cténoïde. On distingue un champ postérieur couvert de spicules, un champ antérieur, et deux champs latéraux (*fig. A.5*). Seul le champ postérieur est apparent, les autres étant enfouis dans l'épiderme et recouverts par les écailles adjacentes. Les quatre champs sont en contact au niveau du point initial de développement de l'écaille appelé nucléus. Le champ antérieur présente des stries organisées concentriquement autour du nucléus, et dont on distingue deux sortes : les circuli et les annuli. Les circuli sont des stries fines et foncées, généralement très rapprochées les unes des autres, souvent discontinues, et dont la fréquence peut varier d'une écaille à l'autre pour un même poisson. Les annuli se forment quand une nouvelle saison de croissance commence : ils correspondent à une zone hyaline peu calcifiée située entre deux circuli, qui apparaît claire et assez épaisse.

Circuli et annuli sont également marqués au niveau des deux champs latéraux, bien que le nombre de circuli y soit moindre. Enfin, une striation radiale qui part du nucléus est visible. Ces stries sont appelées radii et ne sont trouvées que sur le champ antérieur de l'écaille.

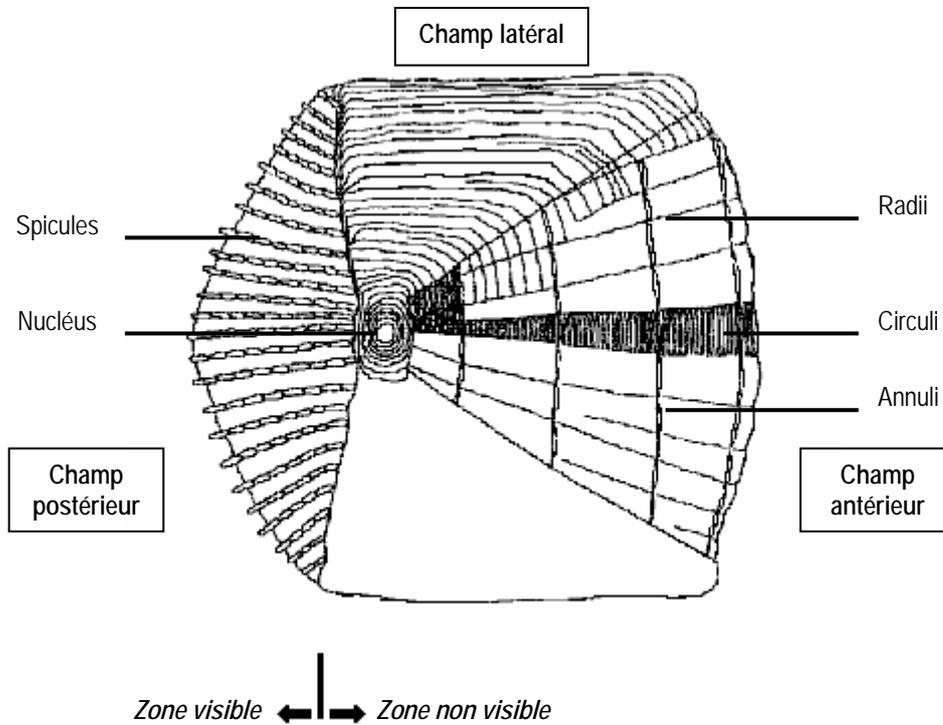


Figure A.5 : les différentes parties d'une écaille de bar. D'après Pickett & Pawson (1994).

Taille d'apparition. La taille minimale des juvéniles pour laquelle les écailles commencent à apparaître n'est pas connue. D'après Kennedy & Fitzmaurice (1972), certaines parties du corps sont encore à nues quand les alevins mesurent 2,5 cm à la fourche, et seuls les nucléi sont alors développés. Ce n'est qu'à partir d'une longueur à la fourche de 3,7 cm que la couverture d'écailles est complète, avec des écailles entièrement formées qui présentent les premiers circuli.

Zone de prélèvement. Tous les auteurs s'accordent pour situer la zone de prélèvement des écailles sous la ligne latérale et à l'aplomb des nageoires dorsales. Au niveau de l'apparence du poisson après manipulation, cette position présente l'avantage de minimiser les dommages que peuvent occasionner les prélèvements d'écailles, puisque les nageoires pectorales recouvrent la zone du prélèvement. Cet aspect esthétique, qui peut paraître très secondaire, a en fait une certaine importance, car les poissons échantillonnés sont le plus souvent destinés à la vente et doivent donc être le moins abîmés possible. Cependant, le choix de la zone de prélèvement dépend surtout de la lisibilité des écailles récupérées. La taille des écailles augmentant de la queue vers la tête de l'animal, il est plus intéressant de travailler sur de grandes écailles car les informations qu'elles contiennent sont plus aisément déchiffrables. D'autre part, les

écailles localisées sous les nageoires pectorales étant relativement protégées car peu exposées par rapport au reste du corps du poisson, elles sont moins fréquemment arrachées que les autres. On y distingue donc moins de marques de régénération, qui rendent l'écaille inutilisable à cause de la perte d'une partie de l'information. Pour l'ensemble de ces raisons, la zone sous les nageoires pectorales est considérée comme la plus favorable.

Conservation et nettoyage. Les écailles ne sont pas un matériel biologique fragile. Leur conservation ne nécessite aucun traitement particulier et elles peuvent être lues directement, sans préparation préalable. Un nettoyage sommaire peut parfois s'avérer nécessaire afin d'enlever un excès de matières organiques gênant la lecture (mucus, peau ...). Dans ce cas on peut utiliser du peroxyde de sodium, mais de l'eau ou de l'alcool sont généralement largement suffisant.

Technique de lecture. Il n'existe pas de technique spécifique pour lire les écailles de bars. Comme le souligne Pickett & Pawson (1994), en plus de patience et d'un peu d'expérience, la lecture nécessite essentiellement un appareil muni d'une optique de bonne qualité. Ainsi Boulineau-Coatanea (1969) observe directement les écailles, soit à la loupe binoculaire, soit avec un microscope au faible grossissement. Barnabé (1976) les lit par transparence sous une loupe binoculaire après immersion dans de l'eau distillée, ou après les avoir collées sur une lame histologique. Bou Ain (1977), quant à lui, utilise une loupe munie d'un micromètre oculaire. On peut également réaliser une empreinte des écailles, ce qui présente l'avantage de ne pas avoir besoin de les conserver par la suite. Enfin, l'utilisation d'une caméra retransmettant l'image de l'écaille sur un écran peut s'avérer très efficace, car elle permet à deux lecteurs de confronter facilement leurs résultats en travaillant simultanément sur la même écaille.

II.1.2- Les otolithes

Les poissons osseux possèdent généralement trois paires distinctes d'otolithes : une paire de grands otolithes (sagitta), et deux paires d'otolithes plus petits (lapillus et asteriscus). Chez le bar, seules les sagittas sont utilisées pour estimer l'âge des individus.

Morphologie. La description suivante est tirée de la thèse de Boulineau-Coatanea (1969). Les sagittas ont une forme généralement elliptique et arquée. Elles sont aiguës à l'extrémité rostrale et plus émoussées sur le bord postérieur. Leur forme varie avec l'âge : de bien régulièrement elliptiques, elles deviennent de plus en plus crénelées et irrégulières. De plus, un dimorphisme entre les otolithes apparaît fréquemment. Il porte principalement sur la forme de l'expansion postérieure et sur le découpage du pourtour. Les otolithes montrent une zonation nette : un noyau central est entouré de zones concentriques alternativement hyalines et opaques.

Prélèvement. Les otolithes se situent au niveau de l'oreille interne des poissons, à l'intérieur de leur boîte crânienne (*fig. A.6*). Leur prélèvement nécessite de trancher le sommet du crâne (les otolithes sont alors dégagés, après que le cerveau ait été ôté), ou de couper les ouïes (l'accès aux otolithes se fait en passant sous les opercules). Dans les deux cas, le poisson est abîmé. Il est donc impossible de prélever des otolithes sur des individus destinés à la vente en criée.

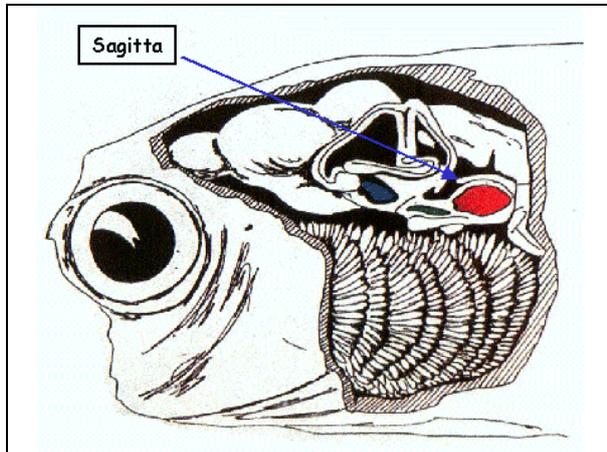


Figure A.6 : Schéma de la tête d'un poisson, montrant l'emplacement d'une sagitta à l'intérieur de la boîte crânienne. Elle se situe dans les conduits de l'oreille interne, qui se positionne à l'arrière des orbites, sous le cerveau, et au dessus des ouïes.

D'après le schéma présenté sur le site Internet http://jfilhomme.club.fr/otolithes/desc_otolithe.html

Conservation et nettoyage. Comme les écailles, les otolithes ne constituent pas un matériel biologique fragile. Ils se nettoient à l'eau, et se conservent à sec, par exemple dans des pochettes en papier.

Traitement préalable à la lecture. L'otolithométrie nécessite un traitement long et relativement fastidieux. Après inclusion de l'otolithe dans de la résine époxyde, une coupe passant par son nucléus est réalisée, puis polie. L'épaisseur de la coupe et le degré de polissage dépendent du type de structures étudiées (microstries journalières ou stries annuelles). Dans le cas du bar, l'étude des stries annuelles suffit pour âger les individus.

Technique de lecture. La lecture des otolithes de bar ne nécessite aucune technique spécifique. L'observation des coupes peut, par exemple, se faire en lumière transmise, sous microscope ou loupe binoculaire.

II.1.3- Comparaison écailles / otolithes

Les écailles de bar se prélèvent aisément et rapidement, sans abîmer le poisson. Il est donc possible de travailler à partir d'individus destinés à la vente en criée, ce qui permet d'en échantillonner un grand nombre. Le prélèvement des otolithes, bien qu'il nécessite un court apprentissage, est également relativement rapide. Cependant, les bars étant présentés entiers en criées, cette opération les rend impropres à la vente. De plus, le traitement préalable à la lecture, qui est quasiment nul dans le cas des écailles, prend beaucoup de temps dans celui des otolithes.

Ainsi, l'étude des otolithes de bars sauvages implique l'achat des poissons, ou leur pêche à des fins scientifiques, et requiert un long temps de préparation. Dans les laboratoires, l'estimation en routine de l'âge des bars, par exemple pour la constitution de clés taille-âge, se fait donc exclusivement à partir des écailles. Pour cette raison, et étant donné que seule cette technique a été utilisée au cours de cette thèse pour âger les bars, les paragraphes suivant ne traitent quasiment que de la lecture d'écailles.

II.2- MARQUES DE CROISSANCE

Il est établi d'assez longue date que les marques cycliques visibles sur les écailles ou sur les otolithes peuvent être mises en relation avec la croissance saisonnière du poisson. Encore fallait-il s'assurer pour le bar que les différentes pièces calcifiées (écailles et otolithes) fournissent bien la même information, et déterminer la signification et la périodicité des dépôts saisonniers.

Analogie entre écailles. Boulineau-Coatanea (1969) a comparé des écailles d'un même poisson provenant de différentes parties du corps, situées aussi bien au dessus qu'en dessous de la ligne latérale, et allant des nageoires pectorales à la région annales. D'après ses résultats, pour le bar, toutes les écailles non régénérées issues d'un même individu montrent un nombre identique d'annuli. Si elle n'est pas régénérée, n'importe quelle écaille est donc susceptible d'être utilisée pour la lecture d'âge.

Analogie entre otolithes et écailles. Boulineau-Coatanea (1969) s'est également attachée à comparer les informations apportées par les écailles et les otolithes, et conclut à une analogie parfaite des lectures de ces deux types de pièces. Cette analogie est également soulignée par Barnabé (1976), qui a examiné 107 otolithes dont les marques ne présentent, avec celles des écailles correspondantes, « aucune différence susceptible d'affecter les résultats ». Pour Bou Ain (1977) cette analogie existe également, mais est moins flagrante. En effet, une concordance complète n'apparaît que pour 71% des individus (201 sur 283). On peut cependant considérer, comme l'ont fait ces trois auteurs, qu'il y a équivalence entre les informations apportées par les écailles ou les otolithes, et donc utiliser l'une ou l'autre de ces pièces biologiques pour âger les individus.

Validation de la lecture d'âge sur les écailles. A priori, on ne peut pas amalgamer directement et sans vérifications préalables le nombre d'anneaux présents sur l'écaille et l'âge du poisson. Chez le bar, la relation liant ces deux facteurs a été essentiellement étudiée par Barnabé (1976). Grâce au suivi de la croissance de bars nés en captivité, il a en effet vérifié que celle-ci possède bien une périodicité annuelle, et qu'elle se traduit effectivement par l'apparition d'annuli sur les écailles. Ces annuli deviennent visibles quand le dépôt des circuli reprend. Barnabé s'est également assuré « que la croissance

antérieure au dépôt du premier anneau correspondait bien à un an » : le nombre d'annuli inscrit sur une écaille de bar permet donc d'estimer l'âge des individus.

Comparaison entre régions. D'après Kennedy & Fitzmaurice (1972), les écailles ne montrent pas de différences régionales, c'est-à-dire que les poissons issus de différentes régions possèdent des écailles dont les caractéristiques morphologiques sont identiques. Mais il faut noter que ces auteurs ont basé leurs études sur les bars présents le long des côtes irlandaises, et que la distance entre les « régions » est donc limitée. Cependant, l'observation d'écailles provenant de bars capturés aussi bien en Manche que dans le golfe de Gascogne semble effectivement montrer qu'il n'existe pas de « différences régionales » dans la morphologie des écailles de bar.

Espacements entre annuli. L'espacement entre les annuli tend à se réduire avec l'augmentation de l'âge et la diminution du taux de croissance. Cependant, certains espaces sont plus grands ou plus petits que ce qui pourrait être attendu, et ce sur toutes les écailles d'un même individu, ce qui permet de repérer les années de forte ou de faible croissance.

II.3- FAUX ANNEAUX ET DIFFICULTÉS DE LECTURE

Certaines espèces de poissons se caractérisent, au niveau des écailles, par la formation annuelle de deux anneaux, l'un par exemple lié à la reproduction et l'autre à l'arrêt de croissance hivernal. Ce ne semble pas être le cas chez le bar : Barnabé (1976) a démontré qu'un seul annuli se formait chaque année en conditions « normales », et qu'ils pouvaient servir à dater les individus. Cependant, la présence de « faux » anneaux est parfois décelée, et des annuli peu marqués ou difficilement lisibles peuvent être observés.

Les faux anneaux sont dus à des conditions inhabituelles rencontrées par le poisson dans son environnement (pénurie de nourriture, accident climatique etc...). Les perturbations occasionnées se manifestent, entre autres, par une marque supplémentaire au niveau de l'écaille. Les faux anneaux ne sont donc pas liés aux ralentissements de croissance hivernaux, et ne doivent pas être comptabilisés lors de la lecture de l'âge. Pour le bar, ils sont considérés comme rares et facilement décelables par Kennedy & Fitzmaurice (1972). En effet, si aucune discordance ne les prolonge sur les champs latéraux de l'écaille, les faux anneaux ne se confondent pas avec les annuli (*fig. A.7*). Cependant, des cas plus complexes existent, où les faux anneaux apparaissent également au niveau des champs latéraux (*fig. A.8*).

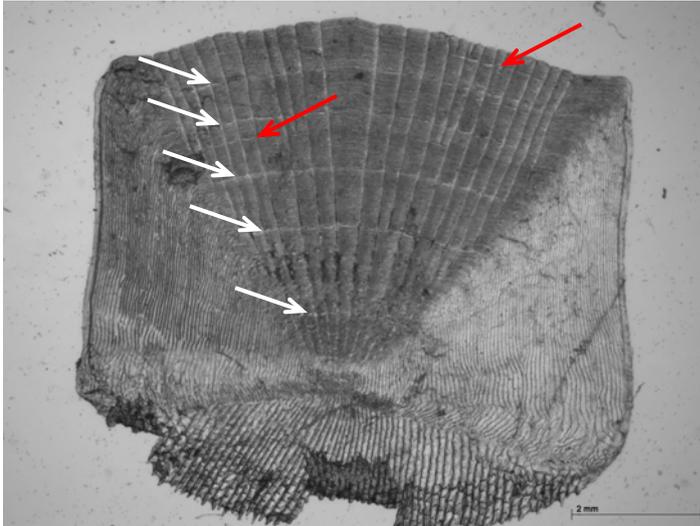


Figure A.7 : Ecaille de bar *Dicentrarchus labrax* présentant deux faux anneaux « partiels », qui ne couvrent pas l'intégralité du champ antérieur de l'écaille. Ils ne se retrouvent pas au niveau des champs latéraux, et sont donc aisément identifiables.

Les flèches blanches indiquent les marques annuelles d'arrêt de croissance hivernale (annuli), les flèches rouges indiquent les faux anneaux.

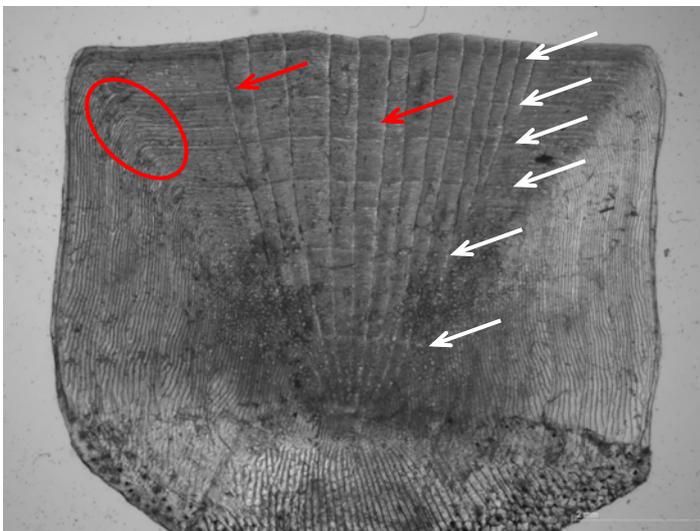


Figure A.8 : Ecaille de bar présentant deux faux anneaux, dont les traces se retrouvent au niveau de la marge latérale (ovale rouge).

Les flèches blanches indiquent les marques annuelles d'arrêt de croissance hivernale (annuli), les flèches rouges indiquent les faux anneaux.

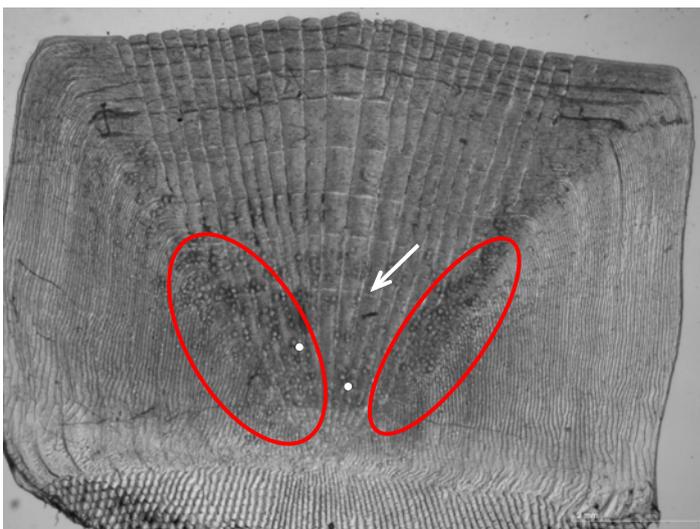


Figure A.9 : Début d'épaississement du centre de l'écaille (ovales rouges), rendant l'identification des premiers annuli délicate.

Le premier annulus clairement visible est indiqué par une flèche blanche. Un ou deux annuli pourraient être marqués au niveau des points blancs, mais sans certitude.



Figure A.10 : Epaissement important du centre de l'écaille, qui en rend la lecture impossible. Sur la première moitié du champ antérieur (en partant du nucléus vers la marge de l'écaille), un seul annulus est clairement visible (flèche blanche)

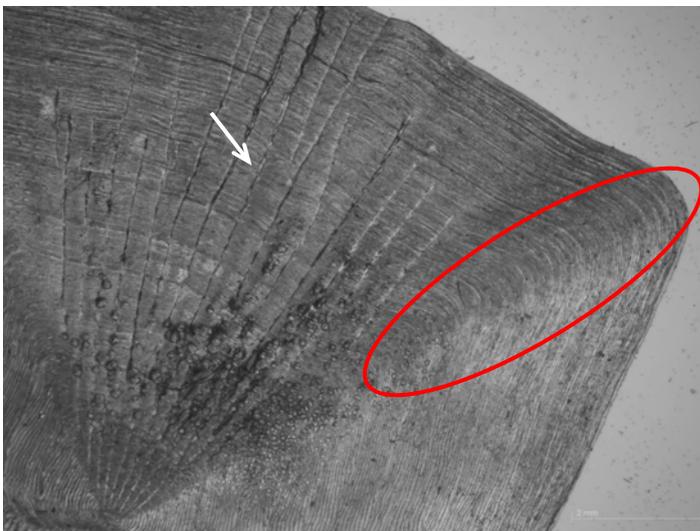


Figure A.11 : A partir du 7^{ème} annulus (flèche blanche), la lecture de cette écaille devient malaisée, voire quasi impossible. Les circuli et les annuli ne sont plus clairement différenciés au niveau du champ antérieur, et la lecture du champ latéral est par trop aléatoire (ovale rouge).

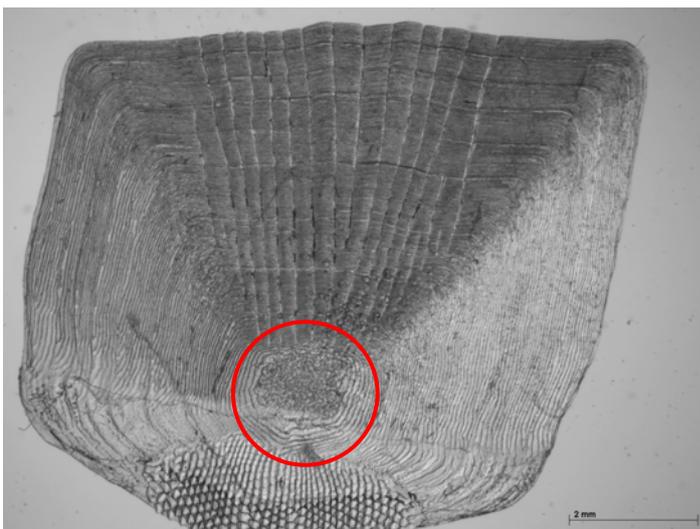


Figure A.12 : Zone de régénération au niveau du nucléus (cercle rouge). L'écaille antérieure a été perdue par le poisson. Celle-ci l'a remplacée après une croissance rapide, d'où la présence de cette « zone de régénération », dont la structure diffère de celle du reste de l'écaille.

Remarque : au moment de la perte de l'écaille que celle-ci a remplacée, le poisson devait être relativement jeune. En effet, la zone régénérée est relativement petite. Il n'en reste pas moins qu'elle est susceptible de masquer plusieurs annuli. Cette écaille ne peut donc être utilisée pour estimer l'âge du bar auquel elle appartient.

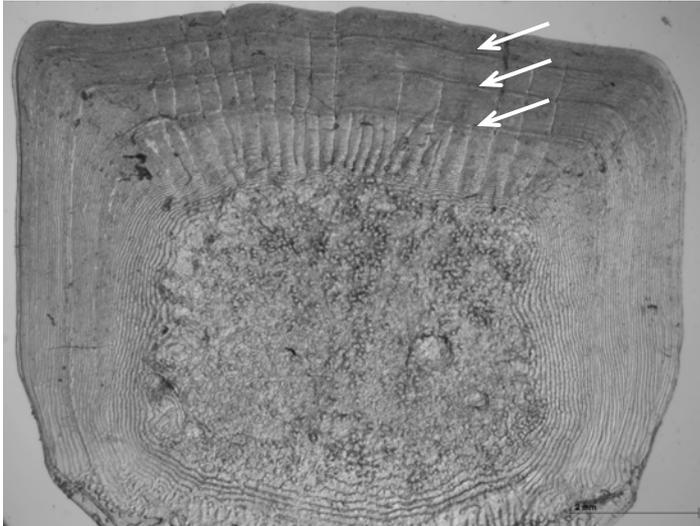


Figure A.13 : Ecaille régénérée. La zone de régénération est beaucoup plus importante que dans le cas précédent (*fig. A.12*). Trois annuli sont visibles (flèches blanches). L'écaille antérieure à celle-ci a donc été perdue par le poisson trois hivers avant sa capture.

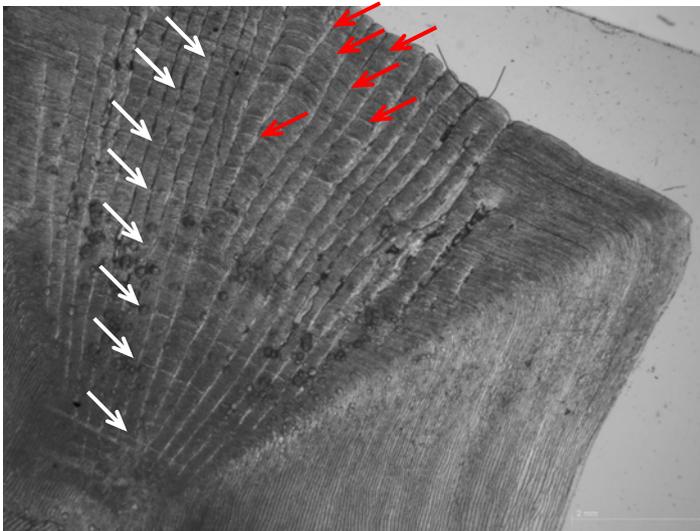


Figure A.14 : Ecaille dont la lecture est délicate. Les flèches blanches indiquent les annuli clairement identifiés comme tels. Les flèches rouges indiquent les anneaux dont il est difficile de déterminer s'ils sont « vrais » (annuli) ou « faux ».

Les annuli sont le plus souvent bien visibles. Cependant, comme le notent Kennedy & Fitzmaurice (1972), un épaissement du centre de l'écaille et/ou des dépôts parasites peuvent survenir. La marque du ou des premiers anneaux peut alors s'estomper (*fig. A.9 et A.10*). L'observation de l'espace existant entre les autres annuli, ainsi que la comparaison de plusieurs écailles provenant d'un même individu, sont alors les seuls moyens de pallier cet inconvénient. Mais si certaines écailles se prêtent à ces extrapolations (*fig. A.9*), d'autres sont trop altérées pour que cela soit possible (*fig. A.10*).

La transparence des écailles est le plus souvent bonne, et les annuli ressortent nettement. Mais chez quelques individus, les écailles sont beaucoup plus opaques, et donc de lecture moins aisée. Les anneaux peuvent même n'être que très peu marqués, ce qui rend la distinction entre circuli et annuli problématique (*fig. A.11*). Les annuli peu apparents au niveau du champ antérieur de l'écaille sont parfois plus marqués sur les champs latéraux, et restent alors lisibles (Barnabé, 1976). Cependant, la confusion entre circuli et annuli peut aussi être générale sur l'ensemble des champs de l'écaille (*fig. A.11*).

Quand le poisson se blesse, les écailles perdues sont remplacées par d'autres, dont la repousse rapide permet de combler l'espace laissé sans protection. Cette croissance accélérée entraîne l'apparition d'une zone de régénération, clairement identifiable du fait de sa structure très différente de celle du reste de l'écaille. Qu'elle soit restreinte (*fig. A.12*), ou qu'elle couvre une large superficie de l'écaille (*fig. A.13*), la zone de régénération est susceptible de masquer un ou plusieurs annuli. Une telle écaille ne peut donc servir à estimer l'âge d'un individu.

Enfin, surtout chez les individus les plus âgés, certaines écailles sont de lecture délicate. La multiplication des annuli s'accompagne d'une augmentation de la probabilité de voir apparaître des faux anneaux, et ceux-ci sont parfois difficilement détectables (*fig. A.14*). Seul l'expérience du lecteur peut alors jouer.

II.4- ESTIMATION DE L'ÂGE

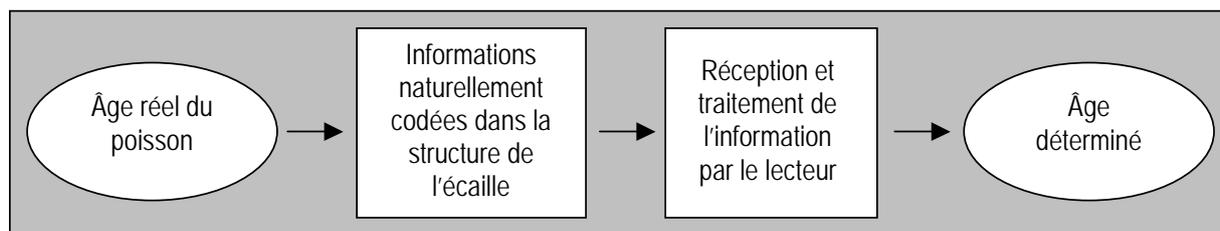


Figure A.15 : De l'âge réel à l'âge déterminé du poisson. D'après Sych (1971).

Comme le rappelle Sych (1971), l'estimation de l'âge des poissons nécessite une prise de décision de la part du lecteur, ce qui induit un risque d'erreurs. Entre l'âge réel du poisson et l'âge déterminé, cet auteur fait apparaître deux niveaux intermédiaires (*fig. A.15*). Il y a donc trois sources d'erreurs potentielles dont une, la première, ne dépend pas du lecteur mais du matériel biologique :

- Des défauts dans le codage naturel de l'information peuvent survenir, comme par exemple l'absence du premier annulus ou la présence de « faux » anneaux, et constituer une première source d'erreur.
- Une deuxième source d'erreur provient d'une mauvaise lecture du matériel biologique, le lecteur étant en effet susceptible de mal compter le nombre d'annuli visibles, ou de ne pas déceler un défaut naturel de l'écaille. Dans un certain nombre de cas, le risque de mauvaise évaluation du nombre d'annuli n'est de loin pas nul, et l'âge déterminé peut ainsi être sous ou sur-estimé de plusieurs années.

- Enfin, même si le nombre d'anneaux lu est exact, un mauvais traitement de l'information peut également introduire un biais de plus ou moins un an dans l'estimation de l'âge. En effet, il faut tenir compte des dates de prélèvement des écailles et d'apparition de l'anneau, afin de pouvoir éventuellement corriger l'information brute « nombre d'anneaux ». Pour la population de bars évoluant en Manche et dans le golfe de Gascogne, le nouvel annulus devient visible vers le mois de mai (mai-juin pour Boulineau-Coatanea, 1969). Afin de respecter la règle très générale en halieutique, qui fait passer les poissons de la cohorte (n) à la cohorte suivante (n+1) chaque 1er janvier, il faut rajouter un an au nombre d'annuli comptés quand les écailles sont prélevées entre janvier et mai, et ne pas rajouter d'année supplémentaire au nombre d'annuli quand les écailles sont prélevées entre juin et décembre (*fig. A.16*).

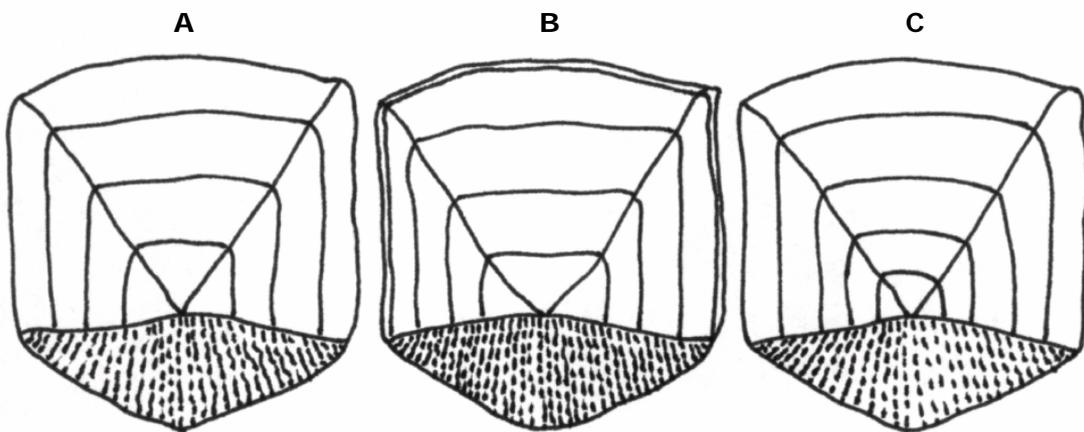


Figure A.16 : Ecailles prélevés sur le même individu à 3 périodes de l'année. **A :** prélèvement en avril, avant que le nouvel annulus soit visible. L'âge du bar est estimé à 3 annuli + 1 = 4 ans. La marge entre le dernier annulus et le bord de l'écaille est importante. **B :** prélèvement en juillet, après l'apparition du nouvel annulus. L'âge du bar est estimé à 4 ans (4 annuli visibles). La marge entre le dernier annulus et le bord de l'écaille est très faible. **C :** prélèvement en décembre, après la fin de la période de croissance estivale. L'âge du bar est estimé à 4 ans (4 annuli visibles). La marge entre le dernier annulus et le bord de l'écaille est importante et correspond à la croissance de l'année.

II.5- PROTOCOLE DE LECTURE D'ÂGE RETENU

Pour chaque individu dont l'âge est à déterminer, une vingtaine d'écailles est prélevée au couteau au niveau de la nageoire pectorale. Cette zone est très généralement choisie par l'ensemble des auteurs ayant travaillé sur l'âge du bar, en raison de la bonne qualité des écailles qu'on y trouve (grandes écailles aisément lisibles la plupart du temps, peu de régénération). Un nombre relativement conséquent d'écailles prélevées est nécessaire. En effet, il faut pouvoir éliminer celles qui présentent un défaut (régénération par exemple) interdisant leur lecture, détecter les éventuels faux anneaux et identifier la place du premier annulus en comparant de nombreuses écailles.

Les écailles prélevées sont conservées dans des pochettes en papier. Une fois sèches, elles sont étalées momentanément (le temps de leur lecture) entre deux lames de verre porte objet facilitant leur manipulation, puis placées sous une loupe binoculaire équipée ou non d'une caméra. Les lectures se font donc directement à la binoculaire, ou par l'intermédiaire d'un écran. La lecture terminée, les écailles sont replacées dans leur pochette d'origine.

Les écailles ne sont nettoyées que si du mucus et/ou d'éventuels restes de tissus gênent la lecture. Dans ce cas, elles sont rapidement mouillées à l'eau puis frottées délicatement pour enlever toutes traces importunes.

Le nombre d'écailles lues est très variable d'un individu à l'autre. Si les annuli sont bien marqués et clairement identifiables, cinq écailles suffisent à la détermination de l'âge, et la probabilité d'une lecture correcte est élevée. Dans le cas contraire, et particulièrement lorsque le lecteur suspecte la présence d'un ou de plusieurs faux anneaux, l'observation de toutes les écailles prélevées ne suffit pas toujours à la détermination d'un âge fiable. La probabilité d'une lecture correcte devient dès lors faible, voire très faible.

Enfin, quand l'estimation de l'âge est sujet à caution, ce qui arrive relativement fréquemment malgré toutes les précautions prises pour que cette situation soit la plus rare possible, une double voire une triple lecture est effectuée. Elle est réalisée par le même lecteur, ou en confrontant les résultats obtenus par plusieurs lecteurs. Si l'estimation est par trop aléatoire, la lecture de l'écaille n'est pas enregistrée.

II.6- CLÉS TAILLE-ÂGE

Dans le cas du bar commun, IFREMER réalise régulièrement des échantillonnages en criées d'Audierne et/ou de Roscoff. Au cours de ces échantillonnages, des écailles sont prélevées. Elles permettent tout d'abord d'estimer l'âge des individus auxquels elles appartenaient, puis, associées à la mesure de leur longueur, d'établir des clés « taille-âge ». Les distributions en taille des captures échantillonnées peuvent ainsi être transformées en distributions en âge, étape le plus souvent indispensable à l'élaboration des structures démographiques de ces captures (*cf. §II du chapitre F*).

La figure A.17 présente la clé taille-âge obtenue à l'aide de l'ensemble des échantillonnages de l'année 2000 en criée d'Audierne. Selon la problématique étudiée, il est possible de subdiviser une clé annuelle en 4 clés trimestrielles (voire en 12 clés mensuelles). Les clés utilisées au cours de ce travail (*chapitre F*) sont regroupées au sein de l'annexe A.

	ÂGE													Total
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+		
35	2	3												5
36	1	6	2											9
37		6	1											7
38		14												14
39		10	3	1										14
40		10	5	1										16
41		8	7		1									16
42		5	9	1										15
43		2	10	2										14
44		2	9	2										13
45			11	6										17
46			12	2	1									15
47		1	3	10		1								15
48		3	7	2	3									15
49		1	9	5	1									16
50			5	7	2	1								15
51			3	5	5	2								15
52		1	2	6	2	3		1						15
53			1	3	3	4	3	1	1					16
54			1	1	6	2	1	3						14
55				3		5	3	1	1					13
56					3	4	4	2	1					14
57						3	3	3	2	1				12
58				2	2	3	5	2	1					15
59				1	1	2	2	7	1	1				15
60						1	4	6	3					14
61					1	3	4	6	1					15
62						3	3	4	2	2				14
63				1		1	4		2	2	2	1		13
64							3	1	6	1	2	2		15
65						1	1	4	3	2		1		12
66								3	2	3	1	2		11
67					2			1	1	3	1	2		10
68						1		4	1	2		5		13
69							1	2	2	1		4		10
70								5	2	2		3		12
71								2	3	1	1	2		9
72									2		1	6		9
73									3			5		8
74									1	1	1	4		7
75								1			1	7		9
76											1	7		8
77										1	1	4		6
78											3	6		9
79										1		3		4
80												5		5
81												3		3
82									1			4		5
83												4		4
84												1		1
85												2		2
86												1		1
Total	3	72	100	61	33	40	41	59	42	24	15	84		574

Figure A.17 : Clé « taille-âge » réalisée à partir de l'ensemble des échantillonnages de bar de ligne de l'année 2000 en criée d'Audierne (10 échantillonnages entre mai et décembre). Les tailles correspondent aux longueurs totales des bars (de l'extrémité du museau à celle de la queue), mesurées au centimètre inférieur. Les âges déterminés sont ceux des poissons pour l'année 2000. A partir de 15 ans et plus, un groupe « 15+ » a été créé.

CHAPITRE B

MATURATION SEXUELLE DES FEMELLES ET PÉRIODE DE PONTE AU COURS DE LA SAISON DE REPRODUCTION

I- INTRODUCTION	33
<hr/>	
II- MATÉRIELS ET MÉTHODES	35
<hr/>	
II.1- PRÉLÈVEMENT ET CONSERVATION DU MATÉRIEL BIOLOGIQUE	35
II.1.1- Biopsies	35
II.1.2- Conservation des ovocytes	37
II.2- CHOIX DU CONSERVATEUR	37
II.3- ÉCHANTILLONNAGE EN CRIÉE	38
II.4- MESURE DU DIAMÈTRE OVOCYTAIRE	39
II.4.1- Préparation des échantillons	39
II.4.2- Acquisition d'images numériques	40
II.4.3- Acquisition des mesures d'ovocytes	41
II.5- TRAITEMENT DES DONNÉES	43
II.5.1- Stades de maturité ovarienne	43
II.5.2- Détermination des stades individuels de maturité ovarienne	45
II.5.3- Evolutions temporelles ovocytaire et ovarienne	46
III- ANALYSE MÉTHODOLOGIQUE	47
<hr/>	
III.1- HOMOGENÉITÉ DE LA GONADE	47
III.1.1- Protocole	47
III.1.2- Résultats	48
III.1.3- Conclusions	49
III.2- INFLUENCE DE LA RÉFRIGÉRATION SUR LE DIAMÈTRE OVOCYTAIRE	49
III.2.1- Conservation des ovocytes sous glace	50
III.2.2- Conservation des ovocytes à l'intérieur d'individus glacés	53
III.2.3- Conclusions concernant l'influence de la réfrigération	56
III.3- INFLUENCE DU CONSERVATEUR SUR LE DIAMÈTRE OVOCYTAIRE	56
III.3.1- Cas du formol	56
III.3.2- Cas de l'EFA	60
III.3.3- Conclusions concernant l'influence du conservateur	62
III.4- CONCLUSION	62

IV- RÉSULTATS	63
IV.1- ÉVOLUTION DES FRÉQUENCES DE TAILLES OVOCYTAIRES AU COURS DE LA SAISON DE REPRODUCTION	63
IV.1.1- Saison de reproduction 2002-2003	63
IV.1.2- Saison de reproduction 2003-2004	66
IV.1.2.3- Conclusions	68
IV.2- ÉVOLUTION DE LA MATURITÉ SEXUELLE MOYENNE AU COURS DE LA SAISON DE REPRODUCTION	69
IV.2.1- Description générale	69
IV.2.2- Evolution par classes de poids, de taille ou d'âge	71
IV.2.3- Conclusions	75
V- CONCLUSIONS - DISCUSSION	77

I- INTRODUCTION

Bien qu'il appartienne à la famille des Serranidae où l'hermaphrodisme est fréquent, le bar commun *Dicentrarchus labrax* est une espèce gonochorique (Zohar *et al.*, 1984) : les sexes sont parfaitement séparés. Chez les bars immatures, les gonades ont l'aspect de minces cordons. Chez les bars matures, elles occupent la moitié postérieure de l'abdomen et sont très différenciées selon les sexes : les ovaires sont jaune-orangés et présentent une section circulaire, tandis que les testicules sont blanchâtres et présentent une section triangulaire (Caporiccio, 1976). Une fois matures, les bars des deux sexes se reproduisent tous les ans (Kennedy & Fitzmaurice, 1972).

Boulineau-Coatanea (1969) (*in* Zohar *et al.*, 1984) a été la première à émettre l'hypothèse - vérifiée depuis par d'autres auteurs comme Mayer *et al.* (1990) ou Alvarino *et al.* (1992) - de l'existence chez le bar de pontes successives. Ainsi, on considère actuellement que *Dicentrarchus labrax* est une espèce à pontes fractionnées (qualifiée de « batch spawner » en anglais), dont la fécondité est dite déterminée (la fécondité totale avant la première ponte est équivalente à la fécondité potentielle annuelle) (Murua & Saborido-Rey, 2003). Au cours de la période de reproduction, au moins deux, voire trois ou quatre lots d'ovocytes seraient émis successivement (Mayer *et al.*, 1990).

La biologie de la reproduction de cette espèce a été largement étudiée : le très fort développement de son aquaculture ces dernières années n'y est pas étranger. Cependant, les connaissances acquises l'ont été essentiellement en milieu contrôlé, celles ayant trait au milieu naturel demeurant limitées. Tout ce qui touche à la cinétique de la maturation ovarienne et ovocytaire est, ainsi, relativement peu connu. Par exemple, le nombre de lots d'ovocytes pondus par chaque femelle, le temps de latence séparant l'émission de deux lots successifs, l'identification des périodes de ponte dans la population, les variations interannuelles de la maturation sexuelle, ou encore le rôle de la morphologie des femelles sur cette maturation, sont des sujets qui restent assez largement inexplorés.

L'étude du développement ovarien et ovocytaire des Téléostéens au cours du cycle sexuel nécessite de s'intéresser à un certain nombre de critères, dont notamment (Coward & Bromage, 2002,b) :

- l'évolution de l'apparence externe de la gonade,
- la classification des stades ovocytaires d'après des critères histologiques,
- la distribution de fréquences de taille des ovocytes,
- l'estimation proportionnelle des différents stades de développement ovocytaire.

Pour le bar, des recherches en histologie et/ou histochimie ayant déjà porté sur la description macroscopique et microscopique des différents stades ovariens et ovocytaires (Barnabé, 1976 ; Caporiccio, 1976 ; Mayer *et al.*, 1988 et 1990 ; Alvarino *et al.*, 1992 ; Zohar *et al.*, 1984), le présent travail s'est axé sur la distribution de fréquences de taille des ovocytes. Ceci permet de déterminer le mode annuel cyclique de développement des ovocytes ainsi que leur mode de recrutement, et d'en déduire la dynamique de maturation et de ponte d'une population donnée, en l'occurrence la population de bar exploitée en Manche Ouest.

II- MATÉRIELS ET MÉTHODES

II.1- PRÉLÈVEMENT ET CONSERVATION DU MATÉRIEL BIOLOGIQUE

II.1.1- Biopsies

Le matériel biologique est prélevé sur des femelles provenant de pêches professionnelles, et destinées à la vente en criée. Le bar faisant partie des espèces qui se vendent entières et non vidées, il n'était pas possible de récupérer l'intégralité des gonades. Cette étude se base donc sur des échantillons d'ovocytes ponctionnés directement dans les ovaires des femelles. Pour ce faire, une pipelle de cornier (*fig. B.1*) est utilisée, ce qui n'abîme pas les poissons au cours des manipulations.

Les pipelles sont constituées d'un tube souple transparent en polypropylène, mesurant un peu moins d'une trentaine de centimètres de long et environ trois millimètres de diamètre, perforé par un orifice à l'extrémité distale, et à l'intérieur duquel coulisse un piston. Les biopsies ovariennes sont réalisées en introduisant une pipelle de cornier de quelques centimètres par l'orifice génital des femelles jusqu'à l'ovaire (*fig. B.2*), puis en pratiquant une ponction des ovocytes, qui sont aspirés à l'intérieur de la pipelle sous l'action du piston. Cette technique, utilisée par Masski (1998) et par les chercheurs du laboratoire « Adaptation, Reproduction et Nutrition » du centre IFREMER de Brest, est très simple à mettre en œuvre et donne de bons résultats.

L'échantillonnage semble être représentatif de l'état de la gonade, sauf peut être dans le cas particulier d'un ovaire mature contenant une grosse majorité d'ovocytes hydratés prêts à être pondus. En effet, ces ovocytes détachés de leur follicule sont plus facilement aspirés par la pipelle que les petits ovocytes moins matures également présents dans l'ovaire, et il est sans doute à craindre que les premiers soient sur-représentés dans la biopsie par rapport aux seconds.

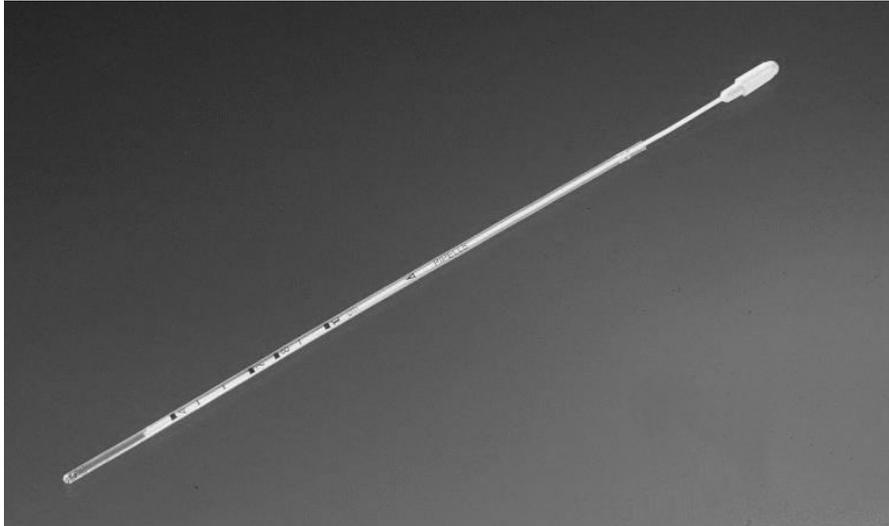


Figure B.1 :
Photo d'une pipelle
de corrier

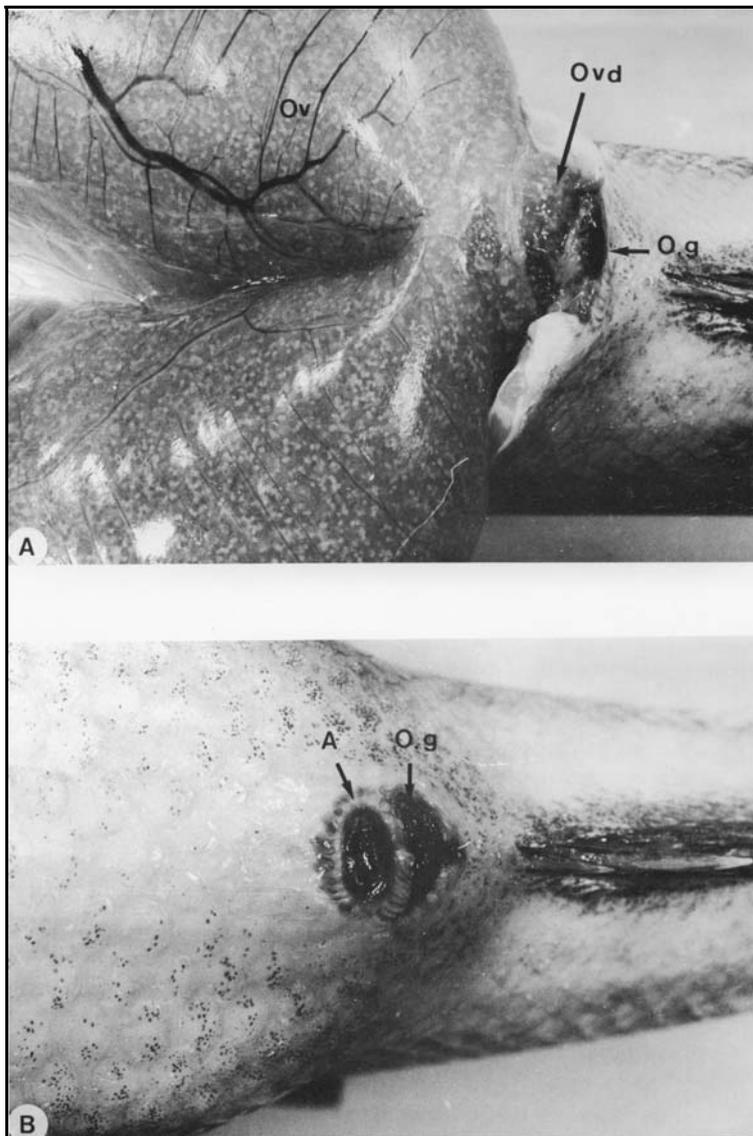


Figure B.2 :
A) Partie terminale de
l'appareil génitale d'une
femelle proche de la ponte.
B) Orifice génital d'une
femelle proche de la ponte.

A : anus
Ovd : oviducte
Ov : ovaire
O.g : orifice génital

*Photos extraites de la thèse
de Caporiccio (1976)*

II.1.2- Conservation des ovocytes

Quelques biopsies ont été étudiées à l'état frais, c'est-à-dire au maximum dans la demi-heure suivant le prélèvement, avant que des dégradations physiologiques et/ou cellulaires ne puissent altérer les ovocytes. Mais dans la majorité des cas, notamment pour les échantillons provenant de la criée, un temps de latence (de quelques heures à plusieurs mois) a séparé le prélèvement des ovocytes de leur étude. Ces biopsies ont alors subi un processus de conservation.

Les ovocytes à conserver sont introduits dans des tubes eppendorf étanches de 2 mL contenant une solution aqueuse à 0,5 % de formol et 10 ‰ de chlorure de sodium. Le formol ayant tendance à favoriser la compaction des ovocytes avec les tissus interstitiels ovariens, les tubes eppendorf sont agités vigoureusement pour éviter la formation d'un bloc. A noter que L'EFA (éthanol, formol, acide acétique en proportion volume pour volume 6, 3 et 1) a également été utilisé comme solution de conservation, pour quelques uns des premiers échantillons au début de notre étude.

II.2- CHOIX DU CONSERVATEUR

De nombreuses techniques ont été testées pour conserver des ovocytes en vue de mesurer leur diamètre. Peuvent être par exemple citées : la congélation (Ramon & Bartoo, 1997 ; Arocha, 2002), l'alcool (Heins & Baker, 1999), l'EFA, des solutions de formol plus ou moins titrées (Hislop & Bell, 1987 ; Mayer *et al.*, 1988 ; Garcia, 1989 ; Lowerre-Barbieri & Barbieri, 1993 ; Barbieri *et al.*, 1994 ; ; Ramon & Bartoo 1997 ; Heins & Baker, 1999 ; Yoneda *et al.*, 2002), le liquide de Gilson (Demartini & Fountain, 1981 ; Cayre & Laloe, 1986 ; Witthames & Walker, 1987 ; Mayer *et al.*, 1990 ; Stequert & Ramcharrun, 1995 ; Allain, 2001)

Chacune de ces techniques comporte des avantages et des inconvénients et, selon les résultats recherchés, peut ou non être utilisée. La congélation, par exemple, est très simple à mettre en œuvre et ne nécessite l'emploi d'aucun produit chimique toxique, mais son influence sur le diamètre et le poids des ovocytes est bien supérieure à celle du formol (Ramon & Bartoo, 1997). De même pour l'alcool, dont l'impact sur le poids sec des ovocytes est beaucoup plus important que celui du formol (Heins & Baker, 1999). Depuis quelques années, le liquide de Gilson est la technique la plus communément employée pour conserver des ovocytes (Coward & Bromage, 2002,b). Elle présente en effet l'immense avantage de lyser le tissu interstitiel ovarien, et permet ainsi de libérer tous les ovocytes (même les plus petits) de leur follicule. Mais, outre sa très forte toxicité en raison du mercure qui entre dans sa composition, le liquide de Gilson nécessite une longue période de fixation et entraîne un rétrécissement substantiel et continu des

ovocytes (entre 15 % et 24 %), ainsi qu'une dégénérescence des ovocytes hydratés (Lowerre-Barbieri & Barbieri, 1993). Le formol en revanche, est le seul conservateur approprié pour les ovocytes hydratés, et il les préserve aussi bien que les autres ovocytes. C'est un produit toxique mais dont la manipulation reste relativement aisée. Il ne nécessite qu'une courte période de fixation et n'entraîne qu'un faible taux de rétrécissement du diamètre ovocyttaire, cependant il peut générer une compaction entre ovocytes et tissus ovariens.

Dans le cas de la présente étude, où des histogrammes de fréquences de taille ovocytaires doivent être établis, et où il est important de prendre en compte tous les types d'ovocytes et notamment les ovocytes hydratés, une solution de formol a semblé être le meilleur choix de conservateur. Le problème de formation d'un bloc compact contenant ovocytes plus tissus ovariens, et rendant l'estimation des diamètres ovocytaires très difficile voire impossible, a été contourné en agitant le prélèvement ovarien dès son contact avec le conservateur.

A noter que le choix d'une solution de formol à 0,5 % comme conservateur ne s'est imposé qu'à partir du quatrième échantillonnage en criée (§ II.3 ci-dessous). Les ovocytes des trois premiers échantillonnages (29 novembre 2002, 9 décembre 2002 et 10 janvier 2003) ont été conservés dans de l'EFA.

II.3- ÉCHANTILLONNAGE EN CRIÉE

Les échantillonnages ont été effectués à la criée de Roscoff, qui met en vente des débarquements de bars provenant pour partie des chalutiers pélagiques en bœufs travaillant en Manche Ouest au cours de la saison de reproduction de l'espèce, et pour partie des chalutiers de fond et/ou des fileyeurs travaillant plus localement au large de Roscoff. Cette criée est donc bien localisée pour étudier l'évolution de la maturité sexuelle du bar en Manche Ouest.

Le tableau B.1 reprend les dates d'échantillonnages et le nombre de femelles échantillonnées par catégorie commerciale (catégorie 10 : bars de plus de 3 kg ; catégorie 20 : bars de 1 à 2 kg ; catégorie 30 : bars de moins de 1 kg).

Lors d'un échantillonnage « idéal », des biopsies sont pratiquées sur 10 femelles de chacune des trois catégories commerciales (soit 30 femelles en tout), et les ovocytes conservés selon les protocoles décrits ci-dessus (§ II.1). Pour chaque femelle échantillonnée la taille est notée, et des écailles qui permettront de définir l'âge sont prélevées. Les conditions d'échantillonnage ne sont cependant pas toujours « idéales ». Le tonnage des débarquements de bars pouvant être limité lorsque les apports ne proviennent pas de chalutiers pélagiques, et le temps imparti pour manipuler les poissons

en criée étant relativement court (1 heure avant le début de la vente), un échantillonnage complet de chaque catégorie commerciale n'a pas toujours pu être réalisé.

Le planning d'échantillonnage initialement prévu prévoyait des prélèvements réguliers tous les 15 jours, et ce sur l'ensemble des deux saisons de reproduction 2002-2003 et 2003-2004 (c'est-à-dire de fin novembre 2002 à fin avril-début mai 2003, et de fin novembre 2003 à fin avril-début mai 2004). Ce planning a été largement bouleversé, mais un laps de temps maximum d'un mois entre deux échantillonnages consécutifs a cependant pu être respecté.

Tableau B.1 : Dates des échantillonnages, avec le nombre total de femelles échantillonnées et leur répartition entre les différentes catégories commerciales (catégorie 10 : bars de plus de 3 kg ; catégorie 20 : bars de 1 à 2 kg ; catégorie 30 : bars de moins de 1 kg). Le type d'engin de pêche utilisé pour les captures (chalut pélagique en bœuf, chalut de fond ou filet) est spécifié. A noter que, parmi les 6 individus de la catégorie 30 échantillonnés le 9 décembre 2002, 5 se sont révélés être des immatures. De même, dans l'échantillonnage du 5 février 2003, la biopsie d'un individu de la catégorie 20 s'est révélée inexploitable, tandis qu'un individu de la catégorie 30 était immature.

Dates	Nombre de femelles échantillonnées			total	Engin
	catégorie 10	catégorie 20	catégorie 30		
29-nov-02	17	3	0	20	Chalut de fond
9-déc-02	0	11	6	17	Chalut de fond
10-janv-03	12	10	0	22	Chalut de fond
5-févr-03	5	6	2	13	Chalut de fond
19-févr-03	10	9	7	26	Chalut de fond
5-mars-03	8	8	7	23	Filet
7-mars-03	10	10	10	30	Chalut pélagique
14-mars-03	9	10	6	25	Chalut de fond
26-mars-03	10	10	10	30	Chalut pélagique
17-avr-03	10	10	8	28	Chalut pélagique
12-déc-03	9	10	10	29	Chalut pélagique
13-janv-04	10	10	10	30	Chalut de fond
26-janv-04	10	10	10	30	Chalut pélagique
9-févr-04	10	10	10	30	Chalut pélagique
1-mars-04	10	10	10	30	Chalut pélagique
16-mars-04	10	10	10	30	Chalut pélagique
26-mars-04	9	10	7	26	Chalut pélagique
22-avr-04	10	9	5	24	Chalut pélagique

II.4- MESURE DU DIAMÈTRE OVOCYTAIRE

II.4.1- Préparation des échantillons

Ovocytes frais. Les ovocytes n'ayant subi aucun traitement conservatif (notamment absence d'immersion dans un liquide de conservation), et ne présentant pas de dégradations physiologiques et/ou cellulaires, sont étalés directement sur une lame de

verre porte objet, puis séparés précautionneusement les uns des autres afin qu'ils conservent leur forme propre.

Ovocytes conservés. Après remise en suspension et homogénéisation de l'ensemble du prélèvement conservé, ce qui permet d'éviter de trop gros biais liés aux écarts de densités et de volumes des différents ovocytes, un sous-échantillon de la biopsie est déposé dans une cuve de Dolfuss (cuve en verre à fond quadrillé). Les ovocytes sont alors recouverts d'eau ou de liquide de conservation, séparés au maximum des morceaux de tissus conjonctifs qui y restent accolés à l'aide de pinces fines, et répartis le plus régulièrement possible afin d'éviter les recouvrements ou les contacts trop importants entre eux. L'eau permet de manipuler les ovocytes plus aisément, et d'éliminer les phénomènes de brillance lors de l'observation de la préparation sous une loupe binoculaire.

II.4.2- Acquisition d'images numériques

Protocole. Les préparations sont déposées sur la platine d'une loupe binoculaire disposant d'une source lumineuse permettant de les éclairer par en dessous. La source est réglée de manière à obtenir le meilleur contraste possible entre les ovocytes (qui se détachent en blanc) et le fond (noir), tout en évitant des phénomènes de saturation de l'image. La loupe binoculaire est équipée d'une caméra reliée par carte d'acquisition vidéo à un ordinateur disposant du logiciel d'analyse d'images Visilog. Le champ de vision de la loupe binoculaire, affiché à l'écran, est alors numérisé.

Prises de photos. Les ovocytes des femelles échantillonnées lors de la première période de reproduction (saison 2002–2003) ont été photographiés manuellement, un manipulateur déplaçant la préparation entre chaque prise de vue. Afin de réduire le temps de manipulation très long nécessaire à l'acquisition des photos (plus d'une centaine d'heures), les ovocytes des femelles échantillonnées lors de la deuxième période de reproduction (saison 2003–2004) ont été photographiés de manière automatisée. Cette automatisation a été rendue possible grâce à la mise en place sur la loupe binoculaire d'une platine motorisée commandée, ainsi que la caméra, par un programme développé sous Visilog 6.2 par le LASAA (Laboratoire Ageage et Sclérochronologie des Animaux Aquatiques).

Nombre de photos par femelle. Afin d'établir un histogramme de fréquence de taille ovocytaire représentatif de l'état de maturité ovarienne de chaque femelle biopsée, un nombre significatif de diamètres d'ovocytes (une cinquantaine au strict minimum, voire une centaine ou plus) doit être mesuré. Selon le nombre approximatif d'ovocytes présents sur chaque champ de vision, une dizaine à une trentaine de photos ont été prises par femelle échantillonnée.

II.4.3- Acquisition des mesures d'ovocytes

Qualité des images. Les images des ovocytes se classent en deux catégories. Certaines présentent des critères rendant leur traitement numérique automatique très complexe : ovocytes qui se chevauchent, masse d'ovocytes peu ou pas individualisés, mauvais contraste, etc... Elles ne peuvent qu'être analysées visuellement, ce qui implique une mesure manuelle des ovocytes. Mais d'autres sont relativement standardisées : peu de contacts et/ou de recouvrements entre ovocytes qui apparaissent bien individualisés, présence limitée de tissus conjonctif, contraste correct. Sachant que l'on dispose de près de 500 biopsies, ce qui représente un volume d'environ 10 000 images à analyser, il n'était pas concevable d'entreprendre manuellement la mesure de tous les échantillons. Un programme permettant l'automatisation des mesures des ovocytes contenus dans les images standardisées a donc été élaboré.

Mesures manuelles. Dans le cas d'une analyse visuelle, les ovocytes ont été mesurés directement sous Visilog, à partir des images préalablement acquises. Les ovocytes présentant une forme plus ou moins sphérique, un diamètre moyen a été estimé et mesuré, en se basant sur une position intermédiaire entre les plus petit et plus grand diamètres. Outre son très fort coût temporel, cette méthode présente les inconvénients majeurs de n'être pas exactement reproductible (une photo traitée ne garde pas la trace des diamètres mesurés) et de contenir une assez grande part de subjectivité (le « choix » du diamètre moyen mesuré dépend du manipulateur). Elle reste cependant la seule possible dans un certain nombre de cas, notamment lorsque les images proviennent de biopsies étudiées à l'état frais.

Mesures automatisées. Afin de pallier les inconvénients d'une acquisition de données manuelles, un module de traitement et d'analyse d'images a été développé sous Visilog 5.4 (Duval, 2004). A partir d'une image en noir et blanc, ou faiblement colorisée, de format jpeg, ce module permet de reconnaître les ovocytes contenus dans l'image, et d'en établir le diamètre moyen.

Une très grosse majorité des images acquises a ainsi été analysée et traitée numériquement avec succès. Le module a en effet été utilisé aussi souvent que possible dans un but évident de gain de temps et d'efficacité, ainsi que de précision et de qualité des données. Cependant, en attendant sa mise en place et son bon fonctionnement, le recours aux mesures manuelles pour quelques séries d'images n'a pu être évité (échantillonnages des 29 novembre 2002, 12 décembre 2002 et 10 janvier 2003, ainsi que la plupart des expériences menées dans le cadre de l'analyse méthodologique).

Figure B.3 : Relations chronologiques entre les saisons, l'évolution de la maturité ovarienne et les différents stades de développement ovocytaire du bar commun *Dicentrarchus labrax* (L.). D'après Mayer *et al.* (1988 et 1990).

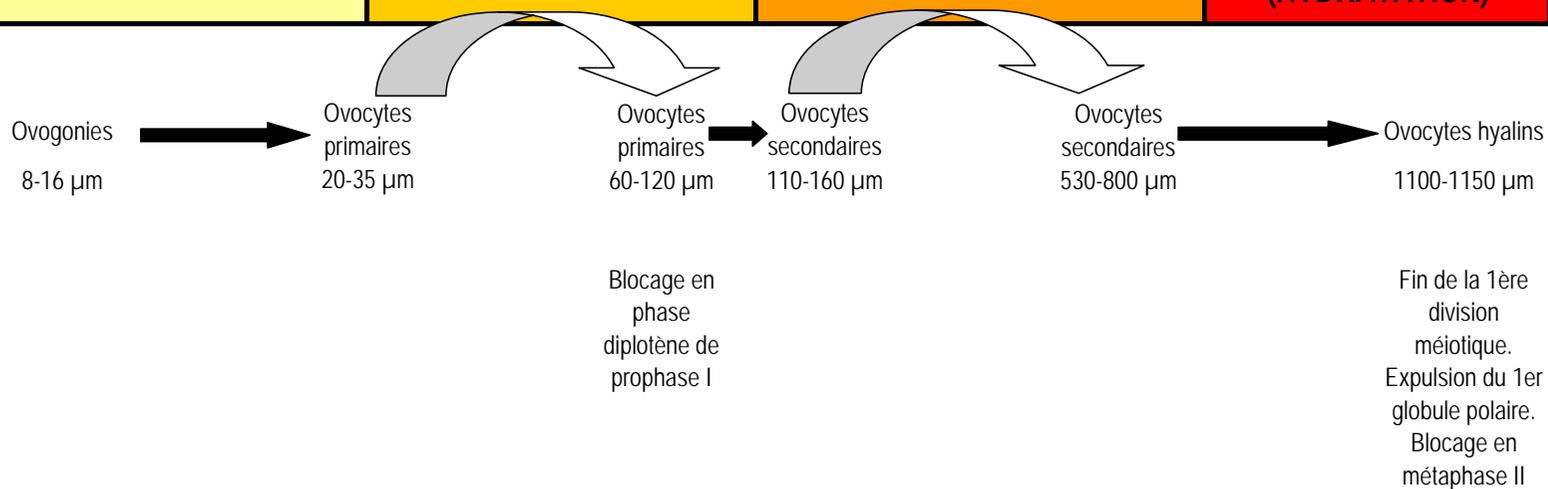
Echelle temporelle annuelle



Stades de Maturité Ovarienne



Stades de Développement Ovocytaire



II.5- TRAITEMENT DES DONNÉES

II.5.1- Stades de maturité ovarienne

Bien que de nombreux auteurs se soient intéressés aux processus évolutifs de la reproduction du bar (*e.g.* Kennedy & Fitzmaurice, 1972 ; Stequert, 1972 ; Barnabé, 1973, 1976, 1978 et 1991 ; Bou Ain, 1977 ; Kara, 1997 ; Masski, 1998), il n'existe à notre connaissance que deux études complètes et détaillées portant sur ce sujet. En 1976, Caporiccio a réalisé des recherches histologiques approfondies sur l'ovogenèse du loup en Méditerranée. Mais c'est à Mayer *et al.* (1988) que l'on doit la première étude cytologique exhaustive du bar en Manche Ouest. Celle-ci aborde le développement ovocytaire d'un point de vue histologique et histochimique, et est complétée par des travaux portant sur la fécondité et le mode de développement ovocytaire (Mayer *et al.*, 1990). Sept stades de maturité ovarienne ont ainsi été distingués chez cette espèce, depuis le stade I des individus immatures, jusqu'au stade VII de la post-ponte. Les principaux critères histologiques qui les caractérisent, associés à des repères temporels, sont détaillés ci-dessous ainsi qu'au niveau de la figure B.3. A noter que ces repères temporels sont valables essentiellement pour la zone géographique d'étude de Mayer *et al.* (1990), c'est-à-dire pour les populations de bars du sud ouest du Royaume-Uni.

- Le **stade I** de maturité ovarienne caractérise les femelles immatures. Les gonades ne contiennent que des ovogonies, c'est-à-dire de petites cellules rondes de 8 à 16 μm de diamètre. Cet état est permanent tout au long de l'année, jusqu'à ce que l'âge de la première maturité sexuelle soit atteint.
- Les femelles mûres entrent en **stade II** dès le mois de Juin, stade qui englobe l'**ovogenèse** et le début de la **prévitellogenèse**. Les ovogonies prolifèrent par mitoses au niveau du stroma des lamelles ovariennes, puis entrent en prophase I de méiose et se transforment en ovocytes primaires (20 à 35 μm de diamètre).
- Les ovocytes primaires en fin de **prévitellogenèse** (60 à 120 μm de diamètre) deviennent des ovocytes secondaires en début de **vitellogenèse** (110 à 160 μm de diamètre) au cours des mois d'août-septembre : cette évolution correspond au passage en **stade III** de maturité ovarienne.
- Dès octobre, la plupart des femelles sont en **stade IV** : la **vitellogenèse** est entamée. Elle se poursuit de novembre à décembre-janvier, et comprend différents stades de développement au cours desquels les ovocytes voient leur cytoplasme s'enrichir d'inclusions lipidiques, puis protéiques et glucidiques. Dans le même temps, leur diamètre s'accroît très sensiblement, jusqu'à des valeurs comprises entre 530 et 800 μm qui marquent la fin de la **vitellogenèse** et le passage en **stade V** de maturité ovarienne.

Répartition des ovocytes par classe de taille, en %

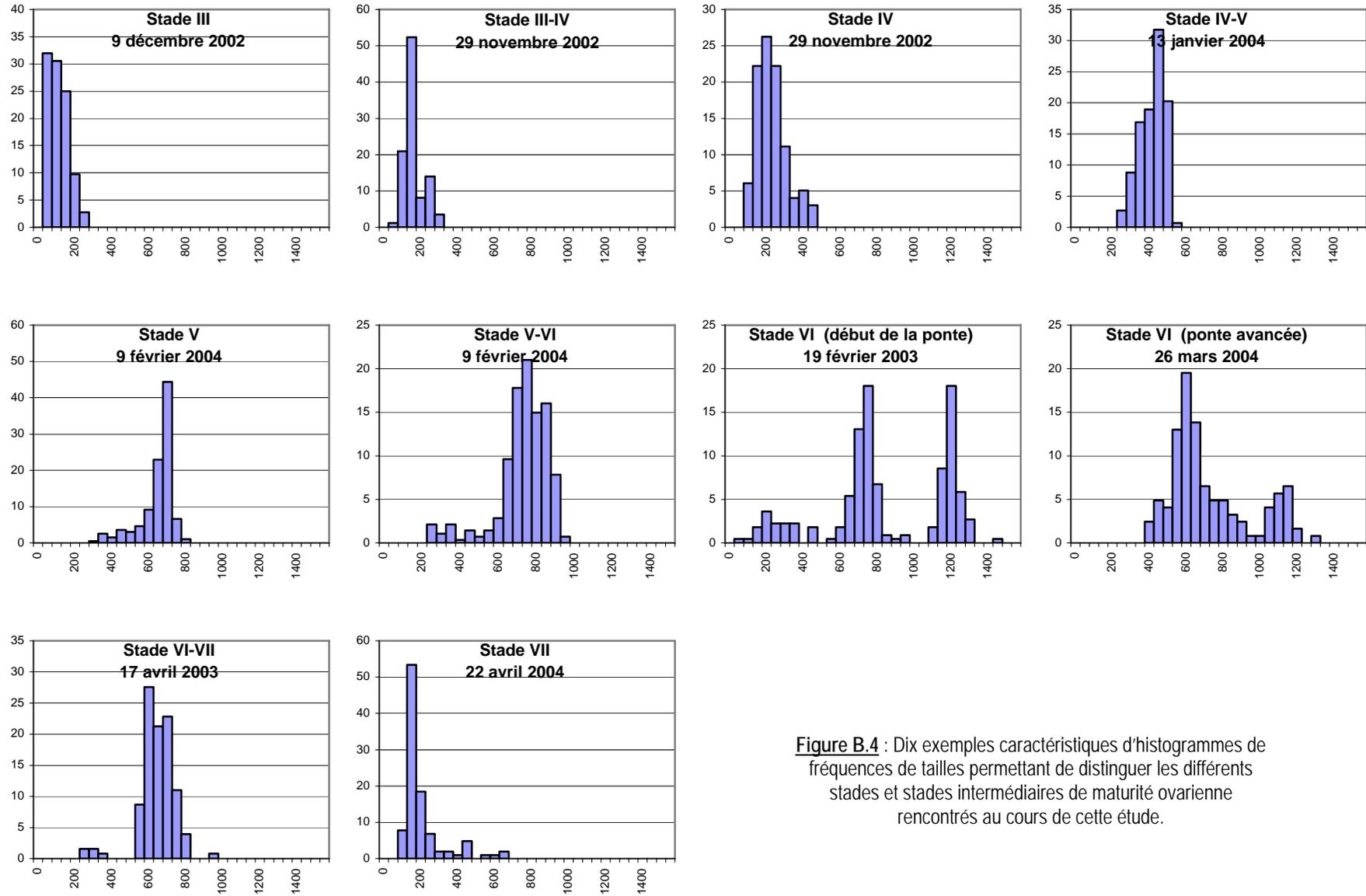


Figure B.4 : Dix exemples caractéristiques d'histogrammes de fréquences de tailles permettant de distinguer les différents stades et stades intermédiaires de maturité ovarienne rencontrés au cours de cette étude.

Taille des diamètres ovocytaires, en μm

- Les premiers **stades VI** sont repérés début avril. C'est l'étape de la **maturation** ovocytaire, au cours de laquelle les ovocytes subissent une phase d'absorption d'eau, **l'hydratation**. Celle-ci survient 24 à 48 h avant la ponte. Elle provoque une augmentation de volume de 250 %, et homogénéise et rend translucide le contenu cellulaire.

- Les **stades VII** ovariens apparaissent en fin de saison de ponte (mai). Ils correspondent à la phase d'**atrésie** ovocytaire, au cours de laquelle les ovocytes qui n'ont pas été pondus dégèrent et sont résorbés par phagocytose.

II.5.2- Détermination des stades individuels de maturité ovarienne

Les mesures des diamètres des ovocytes ont servi à la construction d'un histogramme de fréquences de tailles ovocytaires par femelle étudiée. Chaque histogramme est représentatif du stade de maturité sexuelle atteint par la femelle au moment de sa capture (*fig. B.4*), et l'analyse pas à pas des différents histogrammes obtenus a permis d'identifier le stade de maturité de chacune d'elle. Les critères d'identification, résumés dans le tableau B.2, se basent sur les travaux de Mayer *et al.* (1988 et 1990) (*fig. B.3*), mais ont été adaptés selon les observations faites au cours des mesures. Les protocoles expérimentaux de Mayer *et al.*, et notamment les conservateurs, ne sont en effet pas identiques à ceux mis en œuvre dans cette étude, (solution tampon neutre de formol ou solution de formol/calcium ou liquide de Gilson pour Mayer *et al.* ; solution de formol à 0,5 % ou EFA dans la présente étude), d'où la nécessité de quelques adaptations.

Tableau B.2 : Critères d'identification des différents stades de maturité sexuelle des femelles échantillonnées.

Stade de maturité	Caractéristiques
III	Diamètre maximal $\leq 260 \mu\text{m}$.
IV	La classe de taille 500-550 μm marque la limite supérieure.
V (*)	La plupart des ovocytes dépassent 500 μm de diamètre. Diamètre maximal $\leq 850 \mu\text{m}$.
VI (**)	Présence d'ovocytes hyalins (ovocytes hydratés de diamètre supérieur à 1000 μm).
VII	Saison relativement avancée. Les biopsies contiennent peu d'ovocytes et beaucoup de tissus conjonctifs. Les ovocytes sont majoritairement de petites tailles ($< 400 \mu\text{m}$).

(*) Mayer *et al.* (1988 et 1990) définissent le stade V pour des ovocytes de 530 à 800 μm de diamètre. Mais au vue du profil de nombreux histogrammes obtenus dans cette étude, la limite supérieure de 800 μm est apparue légèrement insuffisante. De ce fait, elle a été portée à 850 μm .

(**) Différents types de profils appartenant au stade VI ont pu être observés :

- En tout début d'hydratation, les classes de taille les plus représentées se situent entre 800 et 1000 μm , et il n'y a que quelques ovocytes qui dépassent ces tailles.
- Quelques heures avant la première ponte, les ovocytes destinés à être pondus sont tous hydratés. Leur taille varie autour de 1100-1200 μm . Ils sont individualisés du reste des ovocytes dont les stades de maturité sont moins avancés, et dont les diamètres sont, par conséquent, plus petits (*fig. B.4 ; Stade VI (début de la ponte)*).
- Le bar appartient aux espèces à pontes fractionnées. Quand les femelles viennent de pondre, mais qu'un autre lot d'ovocytes est en maturation, les ovocytes hydratés sont peu représentés, et les ovocytes en fin de vitellogenèse sont majoritaires (*fig. B.4 ; Stade VI (ponte avancée)*).

Afin de mieux rendre compte de l'évolution de la maturité ovarienne au cours du temps, quatre stades intermédiaires ont également été utilisés (*fig. B.4*) :

- Lorsque le diamètre des plus gros ovocytes d'une biopsie est supérieur au diamètre maximal défini pour le stade III (respectivement IV ou V), mais que la majorité des ovocytes de cette biopsie ont une taille inférieure à celles observées en stade IV (respectivement V ou VI), le stade intermédiaire III-IV (respectivement IV-V ou V-VI) est appliqué.
- Le stade intermédiaire VI-VII correspond à un histogramme dont le profil présente des similarités avec celui d'un stade V, alors que la saison est relativement avancée. Il s'applique aux ovaires de femelles qui ont pondu au moins une fois, et qui peuvent ne contenir que des lots d'ovocytes non complètement matures. Deux cas sont alors possibles. Soit la maturation se poursuit normalement et une autre ponte a lieu : les femelles étaient encore en stade VI ; soit la maturation n'aboutit pas et les lots d'ovocytes restant dégénèrent : les femelles entrent en stade VII.

II.5.3- Evolutions temporelles ovocytaire et ovarienne

Par date d'échantillonnage, et à partir de la totalité des mesures d'ovocytes de toutes les femelles ponctionnées à chacune de ces dates, des graphiques de fréquences cumulées d'ovocytes par classe de taille ont été établis. Lors d'un échantillonnage, l'ensemble des femelles ponctionnées peut être considéré comme représentatif de la population étudiée. Chaque graphique correspond donc à une photographie instantanée de la répartition des différents stades de développement ovocytaire au sein de la population, et l'analyse successive de l'ensemble des graphiques permet alors de retracer l'évolution temporelle de ces stades.

Après détermination du stade de maturité ovarienne atteint par chaque femelle ponctionnée, un tableau récapitulatif de la date d'échantillonnage, la catégorie commerciale, la taille, l'âge et la maturité ovarienne de tous les individus a été créé. Les champs [taille] et [âge] ont été regroupés respectivement en 5 classes de taille (moins de 45 cm, de 45 à 49 cm, de 50 à 54 cm, de 55 à 64 cm, 65 cm et plus) et 4 classes d'âge (de 4 à 6 ans, de 7 à 9 ans, de 10 à 12 ans, 13 ans et plus). Ces regroupements ont permis de calculer, pour chaque date d'échantillonnage, un stade de maturité ovarienne moyen par catégories commerciale, classes de taille et classes d'âge, et d'analyser l'évolution de ce stade moyen au cours de la saison de reproduction. Comme la répartition des femelles par classe de taille ou d'âge est autre que celle par catégorie commerciale (les femelles de la catégorie 30, c'est-à-dire celles de moins de 1 kilo, peuvent par exemple appartenir aux classes de taille « moins de 45 cm » ou « 45 à 49 cm »), l'impact plus ou moins prononcé de ces trois critères morphologiques au niveau de la maturation sexuelle pourra être étudié.

III- ANALYSE MÉTHODOLOGIQUE

Les biopsies ovariennes ont été effectuées sur des femelles provenant de pêches professionnelles. Les poissons échantillonnés étant morts depuis un temps inconnu et ayant subi une réfrigération dans les cales des chalutiers, les ovocytes prélevés en criée ne doivent pas, *a priori*, être assimilés à du matériel biologique « frais ». De plus, leur préservation en l'état, entre le moment de leur prélèvement et leur mesure, a nécessité l'emploi d'une solution conservatrice (formol à 0,5% ou EFA).

Vu les conditions subies par le matériel biologique utilisé, et afin de s'assurer de la faisabilité et de la pertinence du protocole mis en place pour étudier la maturation sexuelle du bar en Manche Ouest, des travaux préliminaires se sont donc avérés indispensables. L'homogénéité au sein de l'ovaire de la répartition des différents stades de développement ovocytaire, et les variations de diamètre des ovocytes prélevés en relation avec la réfrigération ou avec l'immersion dans un liquide conservatif, ont ainsi été testées.

III.1- HOMOGÉNÉITÉ DE LA GONADE

Les pipelles de cornier ne permettent de prélever qu'une infime partie du contenu des ovaires, et la localisation intra-ovarienne de la zone ponctionnée par biopsie n'est pas précisément définie. S'il existe une forte hétérogénéité de la répartition des stades de développement ovocytaire au sein de l'ovaire, la détermination d'un stade de maturité gonadique à partir d'une seule biopsie peut devenir problématique. En effet, la répartition des différents stades de développement ovocytaire dans le prélèvement ne serait alors pas représentatif de l'état global de la gonade. Une première expérience a donc été menée, afin de tester l'homogénéité des ovaires de bar.

III.1.1- Protocole

Le 30 janvier 2003, quatre biopsies ont été pratiquées dans la gonade d'une même femelle d'élevage vivante en période de reproduction. La première a été réalisée à 3 cm de l'orifice génital, les trois suivantes étant toutes espacées d'un centimètre les unes des autres. Les deuxième, troisième et quatrième biopsies se sont donc situées à une distance respective de 4, 5 et 6 cm de l'orifice génital.

Les ovocytes sont mesurés à l'état frais, c'est-à-dire très peu de temps après le prélèvement, afin d'éviter toute dégradation physiologique. La préparation et les prises d'images de l'échantillon ont suivi les protocoles décrits aux paragraphes II.4.1 et II.4.2. Les mesures ont été acquises manuellement (§ II.4.3). Pour chacune des quatre biopsies, la moyenne des diamètres ovocytaires, les écarts types et les variances correspondants ont été calculés (tab B.3). Après avoir testé l'homoscédasticité des variances, une analyse de variance à un critère de classification et quatre modalités a été réalisée, afin de comparer la composition ovocytaire des biopsies.

Tableau B.3 : Composition ovocytaire (effectifs des ovocytes mesurés, diamètres moyens en μm , écarts types et variances) des quatre biopsies réalisées chez une même femelle à 3, 4, 5 et 6 cm de l'orifice génital.

Position biopsie	Effectifs	Diamètres moyens, en μm	Écarts types	Variances
3 cm	123	774	126	15871
4 cm	132	731	156	24240
5 cm	166	731	138	19013
6 cm	119	805	118	13985

III.1.2- Résultats

Le diamètre ovocytaire moyen évolue entre 730 μm et un peu plus de 800 μm , en fonction de la localisation de la biopsie dans la gonade (fig. B.5). Les écarts types varient également d'une biopsie à l'autre, mais relativement peu. Ils sont par contre toujours conséquents (autour de 135 μm), ce qui implique la coexistence dans une zone restreinte d'ovocytes de tailles variables et diverses.

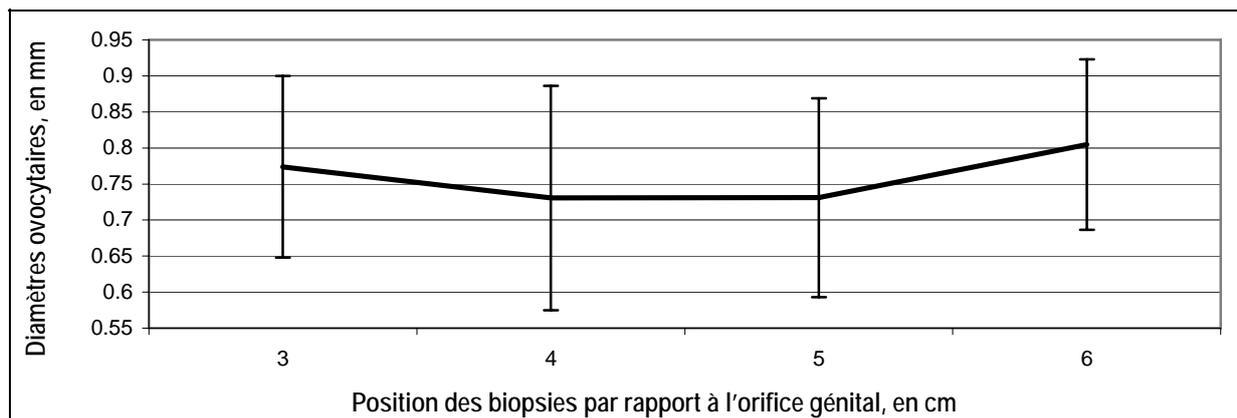


Figure B.5 : Evolution du diamètre ovocytaire moyen des biopsies, en fonction de la zone de prélèvements dans l'ovaire, et écarts types correspondant.

Le test de Bartlett réalisé à partir des résultats résumés dans le tableau B.3 donne : $\mathbf{Bc}_{\text{obs}} = 10,81$. La valeur théorique du khi-deux pour un risque d'erreur $\alpha = 0,01$ et un degré de liberté \mathbf{v} de 3 ($\mathbf{v} = 4 - 1 = 3$) est : $\chi^2_{0,01} = 11,34$. On a : $\mathbf{Bc}_{\text{obs}} < \chi^2_{0,01}$, donc l'homoscédasticité des variances est acceptée et une analyse de variance peut être faite.

L'analyse de variance à un critère de classification et 4 modalités donne : $F_{\text{obs}} = 9,11$. La valeur théorique pour $\alpha = 0,01$, $\nu_1 = k - 1 = 3$ et $\nu_2 = n - k = 536$ degrés de liberté est : $F_{0,01} = 3,78$. On a : $F_{\text{obs}} \gg F_{0,01}$, donc les compositions ovocytaires des différentes biopsies ne sont pas comparables.

III.1.3- Conclusions

La gamme de taille des ovocytes ponctionnés dans une même zone est relativement grande (écarts types forts), et les diamètres ovocytaires moyens de zones relativement proches (distantes d'un à 2 cm) peuvent différer de 70 μm . La répartition des différents stades de développement ovocytaire au sein de la gonade n'est donc pas uniforme : les ovaires du bars communs peuvent être considérés comme hétérogènes du point de vue de leur composition ovocytaire.

Dans une biopsie, une variation du diamètre ovocytaire moyen de 70 μm est suffisante pour modifier le niveau de maturité ovarienne estimé, mais ce uniquement sur une marge relativement réduite. En effet, l'hétérogénéité des ovaires du bar commun rend possible une confusion entre un stade et les stades intermédiaires les plus proches (par exemple entre un stade IV et les stades intermédiaires III-IV ou IV-V), mais sûrement pas entre un stade et les autres stades principaux (par exemple entre un stade IV et les stades III ou V). L'hétérogénéité des ovaires n'empêche donc pas de rendre compte de l'évolution temporelle de la maturité ovarienne.

III.2- INFLUENCE DE LA RÉFRIGÉRATION SUR LE DIAMÈTRE OVOCYTAIRE

Les biopsies ovariennes effectuées en criées, sur des bars pêchés par des chalutiers professionnels pélagiques ou de fond, ne se composent pas d'ovocytes frais à proprement parler, mais d'ovocytes provenant de poissons ayant subi entre un et une dizaine de jours de glace (le temps d'une marée). Les poissons ne sont normalement pas congelés lors de leur passage dans les cales réfrigérées des chalutiers, mais cela peut cependant se produire. La congélation et/ou les températures proches de 0°C étant susceptibles de modifier la morphologie des ovocytes et/ou d'entraîner des dégradations physiologiques, deux séries d'expériences ont été menées afin d'évaluer l'impact de la glace sur le diamètre ovocytaire.

III.2.1- Conservation des ovocytes sous glace

III.2.1.1- Protocole

Le 27 janvier 2003, trois biopsies ont été pratiquées sur trois femelles d'élevages vivantes en période de reproduction. Elles mesuraient 36, 42 et 43 cm, pour des âges respectifs observés de 3, 5 et 5 ans (détermination de l'âge à partir de la lecture des écailles prélevées).

Une fraction de chacune des trois biopsies a été mesurée à l'état frais. Préparation et prises d'images des échantillons ont suivi les protocoles décrits aux paragraphes III.4.1 et III.4.2, les mesures ont été acquises manuellement (§ III.4.3). Le reste des biopsies, déposé dans des tubes eppendorf, a été placé dans une caisse de polystyrène contenant de la glace. Cette dernière a elle même été maintenue en chambre froide, afin de se rapprocher le plus possible des conditions de conservation appliquée dans les cales des chalutiers et en criée. Un sous-échantillon de chacune des trois biopsies a ensuite été mesuré toutes les 24 heures selon le même protocole, et ce pendant 6 jours.

Dans le but de minimiser les variations de température à l'intérieur de la caisse, la glace a été régulièrement renouvelée tout au long de l'expérience. De plus, une attention particulière a été portée à la disposition des tubes eppendorf dans la caisse, afin que le contact direct avec la glace soit minimisé, et ce pour éviter l'altération des ovocytes.

Tableau B.4 : Composition ovocytaire (effectifs des ovocytes mesurés, diamètres moyens en μm , écarts types et variances) des 3 séries (une par femelle) de 7 sous-échantillons prélevés à partir de la même biopsie et mesurés toutes les 24 heures. T0 = 0 ; T1 = 24h ; T2 = 48h ; T3 = 72h ; T4 = 96h ; T5 = 120h ; T6 = 144h.

N° femelle	N° prélèvements	Effectifs	Diamètre moyen (μm)	Ecart types	Variances
1	T0	62	679	58	3398
	T1	62	680	87	7540
	T2	80	685	96	9309
	T3	84	781	70	4881
	T4	107	811	80	6449
	T5	93	835	74	5459
	T6	98	778	73	5397
2	T0	88	748	91	8233
	T1	62	719	106	11333
	T2	74	716	122	14957
	T3	81	880	85	7164
	T4	77	841	96	9252
	T5	69	919	105	11093
	T6	68	847	86	7408
3	T0	79	764	69	4789
	T1	61	769	80	6354
	T2	55	798	85	7163
	T3	58	948	94	8915
	T4	55	905	73	5359
	T5	73	872	77	5880
	T6	66	894	91	8243

Moyennes des diamètres ovocytaires, variances et écarts types ont été calculés (tab. B.4). L'homoscédasticité des variances des 7 sous-échantillons provenant d'une même femelle ne pouvant être acceptée (rejet de l'hypothèse H0 des tests de Bartlett effectués), ce qui interdit toute analyse de variance, les compositions ovocytaires des 3 séries (une par femelle) de 7 sous-échantillons ont été comparées à l'aide de tests non paramétriques de Kruskal-Wallis.

III.2.1.2- Résultats

Un environnement réfrigéré, tel que celui mis en place dans cette expérience, ne convient pas à la conservation des ovocytes. Une dégradation progressive de leur état initial a en effet été constatée visuellement tout au long du déroulement des manipulations, avec notamment une fragilité accrue des membranes ayant de plus en plus tendance à se rompre. Cette altération cellulaire semble d'ailleurs se refléter dans les courbes d'évolution des diamètres ovocytaires moyens (fig. B.6) : chez les 3 femelles, les diamètres des 3 premiers sous-échantillons sont relativement semblables (proches de 680 μm en moyenne pour la femelle 1, entre 710 et 750 μm en moyenne pour la femelle 2, et entre 760 et 800 μm en moyenne pour la femelle 3) et différent sensiblement de ceux observés après 48 heures de réfrigération (jusqu'à 150 μm d'écart entre les valeurs obtenues avant et après la troisième biopsie).

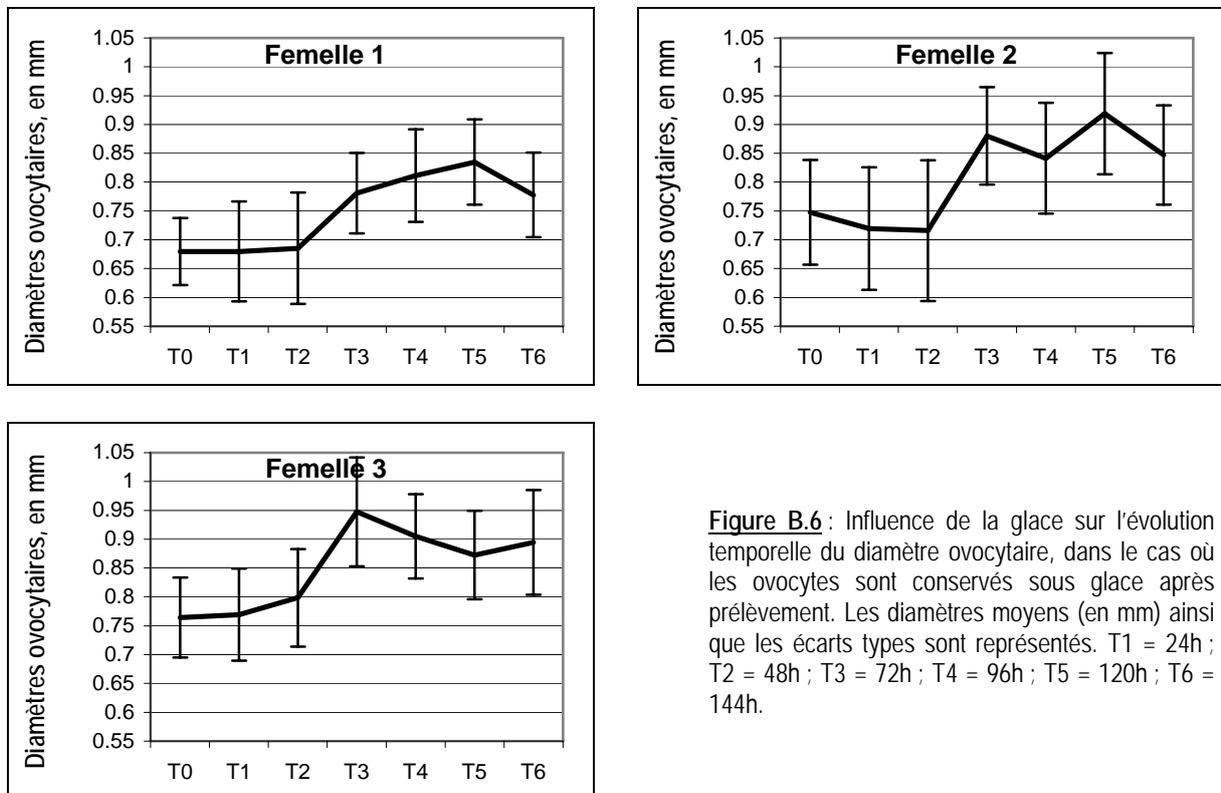


Figure B.6 : Influence de la glace sur l'évolution temporelle du diamètre ovocytaire, dans le cas où les ovocytes sont conservés sous glace après prélèvement. Les diamètres moyens (en mm) ainsi que les écarts types sont représentés. T1 = 24h ; T2 = 48h ; T3 = 72h ; T4 = 96h ; T5 = 120h ; T6 = 144h.

Tableau B.5 : Résultats des tests de Kruskal-Wallis. Pour chacune des 3 femelles la valeur de H_c a été calculée pour la totalité des 7 sous-échantillons, pour les 3 premiers sous-échantillons (temps $T=0$; 24h ; et 48h), et pour les 4 derniers sous-échantillons (temps $T=72h$; 96h ; 120h ; et 144h). Les valeurs de H_{th} sont données pour $\alpha = 0,01$, avec des degrés de liberté correspondant au nombre de sous-échantillons ($v=6$; 2 ; ou 3).

	total sous-échantillons	3 premiers sous-échantillons	4 derniers sous-échantillons
H_c femelle n°1	225.04	0.17	30.91
H_c femelle n°2	196.61	3.27	25.63
H_c femelle n°3	198.29	7.15	20.46
H_{th} pour $\alpha = 0,01$	16.81	9.21	11.34

D'après les tests de Kruskal-Wallis effectués, dont les résultats sont regroupés dans le tableau B.5, on peut considérer dans les trois cas que :

- le total des 7 sous-échantillons provenant d'une même femelle (et donc d'une même biopsie homogène de départ) ne sont pas tous identiques ($H_c \gg H_{0,01}$),
- les sous-échantillons provenant d'une même biopsie mais n'ayant pas passé plus de 48 heures dans un milieu réfrigéré (cas des trois premiers sous-échantillons d'une même femelle) sont semblables ($H_c < H_{0,01}$),
- les quatre derniers sous-échantillons d'une même femelle (temps $\geq 72h$), ne sont pas tous identiques entre eux ($H_c \gg H_{0,01}$).

III.2.1.3- Conclusions

Les 7 sous-échantillons d'une même femelle ne sont pas identiques. L'hétérogénéité de la gonade ne peut être mis en cause, puisque tous les sous-échantillons d'une femelle donnée proviennent d'une même et unique biopsie, et donc d'une même et unique population d'origine des ovocytes. Les variations constatées ne peut donc provenir que de biais dans le sous-échantillonnage ou de l'influence de la glace au niveau du diamètre ovocytaire.

Cependant, chez toutes les femelles, les 3 premiers sous-échantillons peuvent être considérés comme semblables. Le protocole étant identique à chaque sous-échantillonnage, les biais liés aux manipulations semblent donc être négligeables. En effet, dans le cas contraire, leurs influences au niveau des résultats seraient sensibles dès les premières manipulations.

La réfrigération a donc un impact sur le diamètre ovocytaire. Cependant, sans réel effet durant les premières 48 heures, la glace ne provoquerait l'augmentation du diamètre moyen des ovocytes d'un peu plus de 100 μm (entre 96 et 164 μm) qu'après cette période de latence. A partir du troisième jour de conservation des biopsies en milieu réfrigéré, les ovocytes semblent se dégrader de plus en plus, ce qui expliquerait les variations relativement aléatoires observées entre les sous-échantillons.

III.2.2- Conservation des ovocytes à l'intérieur d'individus glacés

Les biopsies placées dans des tubes eppendorf et maintenues dans une caisse contenant de la glace, subissent des variations de températures brèves mais d'amplitudes importantes lors de chaque manipulation destinée à prélever un sous-échantillon d'ovocytes. Ces manipulations répétées, ainsi que le temps relativement long de l'expérience pour des ovocytes censés rester « frais », sont responsables de leur dégradation progressive. Les ovocytes s'abîment et finissent par devenir très fragiles, ce qui altère la qualité et la fiabilité des mesures des diamètres. Une deuxième expérience a ainsi été mise en place, afin de mieux respecter les conditions que subissent les ovocytes lors de la réfrigération des poissons dans les cales des chalutiers professionnels.

III.2.2.1- Protocole

Le 23 février 2003, trois femelles d'élevages en période de reproduction ont été sacrifiées puis biopsées. Elles ont ensuite été placées dans une caisse en polystyrène puis glacées, la caisse étant maintenue en chambre froide. De nouvelles biopsies ont été pratiquées 6 heures après les premières, puis toutes les 24 heures, et ce pendant 6 jours. Pour une même femelle, les 8 biopsies sont faites après introduction d'un segment de pipette d'une longueur toujours identique. On peut donc estimer que les ponctions d'ovocytes ont eu lieu à chaque fois dans la même zone de la gonade. Cependant, le problème de l'homogénéité des biopsies, inexistant dans l'expérience précédente où un seul gros prélèvement initial avait été fait, existe ici. Les variations des diamètres ovocytaires entre les biopsies peuvent ainsi être liées à l'influence de la glace, mais également à l'hétérogénéité naturelle de la gonade.

Les ovocytes prélevés après chaque biopsie sont mesurés à l'état frais. Préparation et prises d'images des échantillons ont suivi les protocoles décrits aux paragraphes III.4.1 et III.4.2. Les mesures ont été acquises manuellement (§ III.4.3).

Comme précédemment, moyennes des diamètres ovocytaires, variances et écarts types ont été calculés (*tab. B.6*). Les compositions ovocytaires des 3 séries (une par femelle) de 8 biopsies ont été comparées à l'aide de tests de Kruskal-Wallis.

Tableau B.6 : Composition ovocytaire (effectifs des ovocytes mesurés, diamètres moyens en μm , écarts types et variances) des 3 séries (une par femelle) de 8 biopsies effectuées au même endroit de chaque ovaire sur 6 jours consécutifs. T0 = 0 ; T1 = 6h ; T2 = 30h ; T3 = 54h ; T4 = 78h ; T5 = 102h ; T6 = 126h ; T7 = 150h.

N° femelle	N° prélèvements	Effectifs	Diamètre moyen (μm)	Ecart types	Variances
1	T0	80	907	89	7972
	T1	60	865	87	7524
	T2	69	883	86	7315
	T3	64	862	83	6929
	T4	71	810	66	4415
	T5	69	822	68	4689
	T6	74	800	63	3992
	T7	78	814	62	3903
2	T0	86	937	99	9746
	T1	64	898	74	5528
	T2	72	895	91	8219
	T3	60	908	84	7053
	T4	61	902	61	3670
	T5	60	914	70	4906
	T6	62	925	71	5081
	T7	61	911	53	2831
3	T0	58	954	92	8427
	T1	61	970	90	8089
	T2	62	959	82	6782
	T3	60	928	107	11488
	T4	54	904	85	7265
	T5	61	934	80	6476
	T6	80	902	79	6243
	T7	64	942	71	5001

III.2.2.2- Résultats

Les courbes d'évolution des diamètres ovocytaires moyens obtenues (*fig. B. 7*) divergent d'une femelle à l'autre. Des variations journalières de 30 μm voire plus peuvent être observées, avec des écarts types plutôt forts (un peu inférieurs à la centaine de microns). Cependant, pour une même femelle, l'amplitude entre les diamètres moyens les plus forts et les plus faibles ne dépasse pas 100 μm (femelle 1) voire moins. Chez les femelles 1 et 2, le diamètre moyen des ovocytes décroît d'environ 40 μm entre la première (T = 0) et la deuxième (T = 6 heures) biopsie. Mais cette tendance ne se retrouve pas chez la troisième femelle, pour laquelle, au contraire, le diamètre moyen augmente entre 0 et 6 heures. Chez la deuxième femelle la courbe reste globalement horizontale, alors qu'une tendance à la baisse se dégage de celle de la femelle 2, tout au moins sur les 5 premiers prélèvements, et que celle de la femelle 3 présente des variations aléatoires.

Pour chaque femelle, les tests de Kruskal-Wallis ont été calculés à partir des 8 sous-échantillons. On obtient : $\mathbf{Hc}_{\text{femelle 1}} = 118,79$; $\mathbf{Hc}_{\text{femelle 2}} = 15,71$; et $\mathbf{Hc}_{\text{femelle 3}} = 38,12$. Avec un degré de liberté $v = 7$, et pour $\alpha = 0,01$, la valeur théorique est : $H_{0,01} = 18,48$.

Pour les femelles 1 et 3, on a donc $H_c \gg H_{0,01}$, ce qui implique la non acceptation de l'homogénéité des sous-échantillons. Par contre, pour la femelle 2 on a $H_c < H_{0,01}$, donc l'homogénéité des sous-échantillons peut être acceptée.

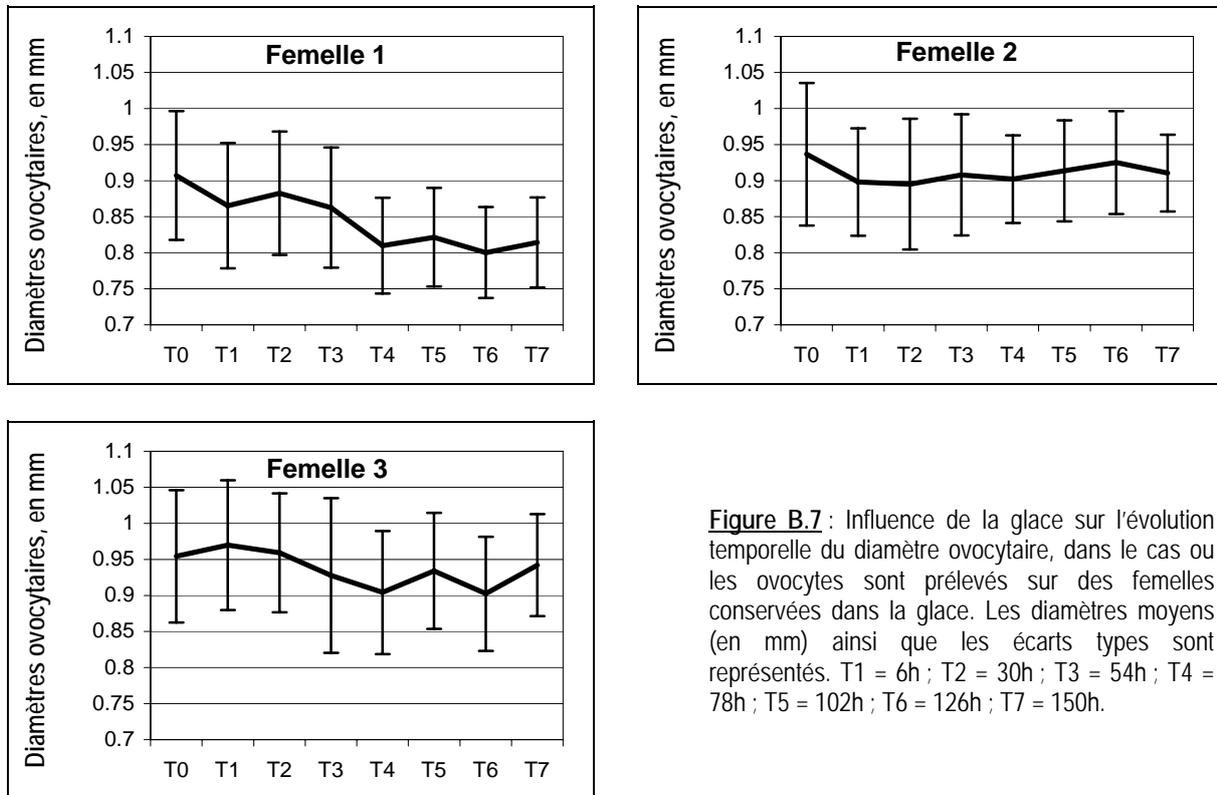


Figure B.7 : Influence de la glace sur l'évolution temporelle du diamètre ovocytaire, dans le cas où les ovocytes sont prélevés sur des femelles conservées dans la glace. Les diamètres moyens (en mm) ainsi que les écarts types sont représentés. T1 = 6h ; T2 = 30h ; T3 = 54h ; T4 = 78h ; T5 = 102h ; T6 = 126h ; T7 = 150h.

III.2.2.3- Conclusions

Dans cette expérience, des variations journalières des diamètres moyens allant jusqu'à 30 μm ont été mises en évidence. Cependant, le test d'homogénéité de la gonade (§ III.1) révèle que, selon la zone de ponction des ovocytes, leur diamètre moyen peut varier de 70 μm . Il est donc difficile d'attribuer les variations de diamètres observées à l'influence de la glace. De plus, la première expérience sur l'impact de la glace (§ III.2.1) montre qu'un contact direct entre un milieu réfrigéré et des ovocytes provoque l'augmentation de leur diamètre. Or, excepté dans le cas de la première femelle, pour laquelle la courbe des diamètres moyens semble s'infléchir, aucune réelle tendance ne se dégage, et sûrement pas une tendance à l'augmentation de la taille des ovocytes. Les variations observées seraient donc plus liées à l'hétérogénéité de la gonade qu'à un éventuel effet de la glace. Protégés par la chair du poisson, les ovocytes ne subiraient donc pas l'impact de la réfrigération des cales des chalutiers professionnels.

Les variations entre sous-échantillons liées à l'hétérogénéité de la gonade devraient avoir été restreintes par le protocole de prélèvement des ovocytes, puisque toutes les biopsies pratiquées sur une même femelle ont concernées une unique zone de la gonade. Les résultats obtenus pour la femelle 2, où tous les sous-échantillons peuvent être considérés

comme homogènes, montrent en effet que les variations observées sont faibles. Par contre, dans le cas de la femelle 1, on peut penser que les biopsies successives effectuées dans une même zone de la gonade ont fini par « épuiser » cette zone. En effet, les biopsies pratiquées avec des pipettes de cornier prélèvent prioritairement les ovocytes qui se détachent le plus facilement des lamelles ovariennes, c'est-à-dire les plus gros. Au fur et à mesure des prélèvements ces plus gros ovocytes deviennent donc moins nombreux, d'où une diminution du diamètre moyen et l'infléchissement de la courbe observé.

III.2.3- Conclusions concernant l'influence de la réfrigération

Si les ovocytes sont prélevés sur une femelle vivante ou morte depuis peu, puis réfrigérés hors de l'enveloppe protectrice que constitue l'ovaire et l'ensemble du corps du poisson, des dégradations cellulaires ne permettant plus d'effectuer des mesures de diamètres fiables surviennent après 48 heures de conservation.

En revanche, si les poissons entiers sont placés en milieu réfrigéré, les ovocytes restent exploitables après plus de 6 jours de conservation. On peut donc considérer que les ovocytes prélevés en criée sont encore à l'état « frais », même s'ils proviennent de poissons pêchés plusieurs jours auparavant.

III.3- INFLUENCE DU CONSERVATEUR SUR LE DIAMÈTRE OVOCYTAIRE

Les conservateurs communément utilisés pour la conservation des ovocytes sont connus pour diminuer le diamètre ovocytaire. Il convient donc d'établir une courbe de rétraction des ovocytes en fonction du temps pour chaque conservateur utilisé. Dans notre cas, le conservateur principal est une solution à 0,5 % de formol et 10 ‰ de NaCl. Cependant, l'EFA a également été utilisé pour les premiers échantillonnages en criée.

III.3.1- Cas du formol

III.3.1.1- Protocole

Le 27 janvier 2004, trois biopsies ont été pratiquées sur trois femelles d'élevages vivantes en période de reproduction.

Une fraction de chacune des trois biopsies a été mesurée à l'état frais. Préparation et prises d'images des échantillons ont suivi les protocoles décrits aux paragraphes III.4.1

et III.4.2, les mesures ont été acquises manuellement (§ III.4.3). Le reste des biopsies, déposé dans des tubes eppendorf, a été immergé dans la solution de conservation (formol 0,5 % et NaCl 10 ‰). Un sous-échantillon de chacune de ces trois biopsies a été prélevé et traité soigneusement, de manière à ôter le maximum d'impuretés et de tissus conjonctif parasites. La totalité de ces trois sous-échantillons a ensuite été déposée dans une cuve en verre de Dolfuss et photographiée (§ III.4.2), puis mesurés 6 fois à T1 = 24h, T2 = 53h, T3 = 77h, T4 = 97h, T5 = 141h et T6 = 165h après le prélèvement initial, les mesures étant automatisées (§ III.4.3). Ce sont donc les mêmes ovocytes qui, dans leur grande majorité, ont été à chaque fois mesurés. Ce protocole limite fortement les biais d'échantillonnages liés à l'étude d'un sous-échantillon d'ovocytes différents à chaque séries de mesures : les variations observées ne dépendent que de l'influence du conservateur sur le diamètre ovocytaire.

Moyennes des diamètres ovocytaires, variances et écarts types ont été calculés (tab. B.7). Pour chaque femelle, les compositions ovocytaires des 7 séries de mesures (une à l'état frais et six sous l'influence du formol) ont été comparées à l'aide de tests de Kruskal-Wallis.

Tableau B.7 : Composition ovocytaire (effectifs des ovocytes mesurés, diamètres moyens en μm , écarts types et variances) des 7 séries de mesures (la première à l'état frais et les six autres sous l'influence du formol) effectuées pour chacune des trois femelles.

N° femelle	Heure des mesures	Effectifs	Diamètre moyen (μm)	Ecart types	Variances
1	0	148	664	107	11510
	24	543	596	114	12958
	53	508	595	109	11780
	77	435	609	113	12803
	97	453	603	102	10327
	141	369	603	103	10586
	165	505	599	105	10957
2	0	232	705	131	17200
	24	455	673	153	23314
	53	392	675	149	22303
	77	354	711	125	15668
	97	337	698	134	18023
	141	334	694	139	19388
	165	407	682	130	16962
3	0	240	776	86	7434
	24	488	683	139	19294
	53	331	671	132	17477
	77	379	623	153	23472
	97	316	684	128	16341
	141	288	671	144	20705
	165	426	659	139	19207

III.3.1.2- Résultats

L'action du formol 0,5 % au niveau du diamètre des ovocytes semble rester relativement faible (fig. B.8) :

- Dans le cas des femelles n°1 et n°3, 24 heures d'immersion dans le conservateur semblent faire diminuer sensiblement le diamètre moyen des ovocytes « frais » (environ 60 μm , soit 9 % de rétraction, pour la femelle n°1 où l'on passe d'un peu plus de 660 μm à un peu moins de 600 μm , et près de 100 μm , soit 12 % de rétraction, pour la femelle n°3 où l'on passe d'environ 770 μm à environ 680 μm). Mais après cette première phase de rétraction, les diamètres moyens restent relativement constants (environ 600 μm pour la femelle n°1, et autour de 670 μm pour la femelle n°3) : on ne note qu'un écart au temps T4 chez la femelle n°3, variation peut être due à un biais non expliqué au niveau de l'acquisition des mesures.

- Dans le cas de la femelle n°2, la rétraction au bout de 24 heures d'immersion dans le formol est nettement moindre (guère plus de 30 μm), et est en outre contrebalancée par les diamètres moyens des séries de mesures suivantes qui sont très proches du diamètre moyen initial. Pour cette femelle, il ne semble donc pas y avoir de réelle tendance à l'augmentation ou à la diminution des diamètres ovocytaires qui tournent grossièrement autour de 690 μm .

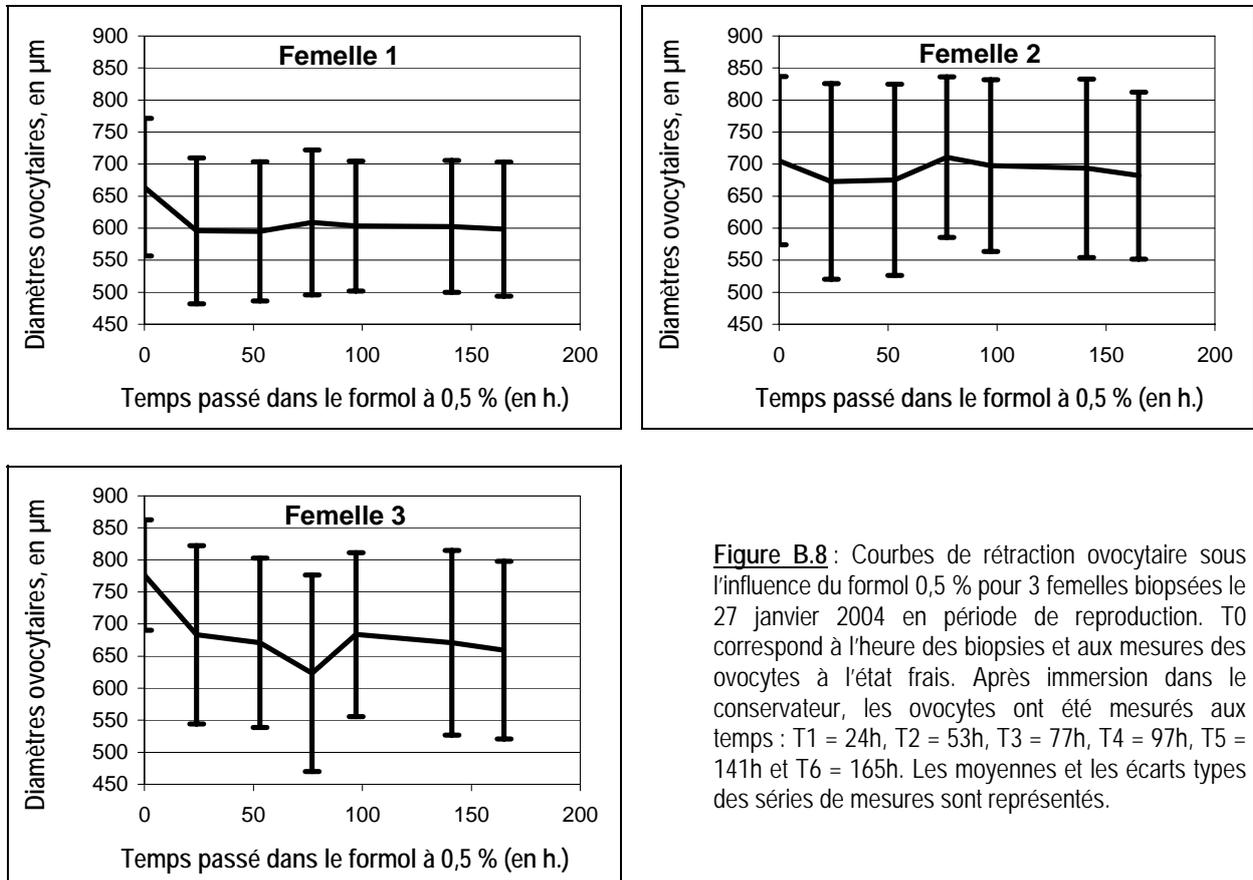


Figure B.8 : Courbes de rétraction ovocytaires sous l'influence du formol 0,5 % pour 3 femelles biopsées le 27 janvier 2004 en période de reproduction. T0 correspond à l'heure des biopsies et aux mesures des ovocytes à l'état frais. Après immersion dans le conservateur, les ovocytes ont été mesurés aux temps : T1 = 24h, T2 = 53h, T3 = 77h, T4 = 97h, T5 = 141h et T6 = 165h. Les moyennes et les écarts types des séries de mesures sont représentés.

De plus, quelle que soit la série de mesures, les écarts types observés ne sont jamais inférieurs à 100 μm , et sont donc toujours conséquents.

Pour chaque femelle, les tests de Kruskal-Wallis se basent sur la totalité des séries de mesures (7 séries pour une femelle donnée), ou sur une partie seulement de ces séries (1 ou 2 séries retirées par rapport à la totalité des 7 séries) (*tab. B.8*).

Tableau B.8 : Résultats des tests de Kruskal-Wallis : les valeurs calculées H_c sont données pour chacune des séries de mesures testées. Les valeurs théoriques correspondantes pour $\alpha = 0,01$ ($H_{0,01}$) sont indiquées, ainsi que les décisions d'acceptation ou de rejet de l'homogénéité des séries de mesures.

N° femelle	Séries de mesures testées	H_c	Ddl	$H_{0,01}$	Décision
1	T0 à T6	62.76	6	16.81	Ho refusée
	T1 à T6	7.39	5	15.09	<i>Ho acceptée</i>
2	T0 à T6	21.69	6	16.81	Ho refusée
	T1 à T6	19.19	5	15.09	Ho refusée
	T1 à T6 sans T3	8.59	4	13.28	<i>Ho acceptée</i>
3	T0 à T6	187.01	6	16.81	Ho refusée
	T1 à T6	39.85	5	15.09	Ho refusée
	T1 à T6 sans T3	8.97	4	13.28	<i>Ho acceptée</i>

Quelle que soit la femelle, si l'on compare les compositions ovocytaires de l'ensemble des séries de mesures (T0 à T6), on obtient $H_c \gg H_{0,01}$. La taille des ovocytes varie donc entre les temps de mesure.

Si l'on compare uniquement les diamètres moyens des ovocytes conservés dans le formol 0,5 % (T1 à T6), on obtient $H_c \gg H_{0,01}$ pour les femelles n°2 et n°3, mais $H_c < H_{0,01}$ pour la femelle n°1. Pour cette femelle, l'ensemble des séries de mesures effectuées sur des ovocytes formolés peut être considéré comme homogène. La comparaison des résultats des deux tests (hétérogénéité sur la totalité des séries de mesures ; homogénéité sur les séries de mesures d'ovocytes formolés), tendraient à montrer que le conservateur a une action sur le diamètre ovocyttaire (rétraction), mais que celle-ci est de courte durée (inférieure ou égale à 24 heures). Cependant, des variations persistent chez les femelles n°2 et n°3, et cette conclusion ne peut donc être de suite généralisée.

Finalement, pour les femelles n°2 et n°3, si l'on supprime la valeur obtenue lors de la quatrième série de mesures (T1 à T6 sans T3), on obtient $H_c < H_{0,01}$. Ces 5 compositions ovocytaires en taille peuvent ainsi être considérées comme homogènes.

III.3.1.3- Conclusions

Le diamètre des ovocytes frais se rétracte légèrement sous l'action du conservateur. Mais au vu des résultats obtenus pour la femelle n°1, il se stabilise rapidement et ne varie pratiquement plus après 24 heures d'immersion. Pour les femelles n°2 et n°3, les conclusions semblent différer de prime abord. Cependant, si l'on considère que les quatrièmes séries de mesures (temps T3) peuvent avoir été biaisées, on retrouve des résultats identiques à ceux observés chez la première femelle, à savoir une hétérogénéité de la totalité des séries de mesures (T0 à T6) et une homogénéité des séries de mesures d'ovocytes formolés (T1 à T6 sans T3). Après une première et rapide phase de rétraction, les diamètres des ovocytes immergés dans du formol à 0,5 % se stabilisent donc.

III.3.2- Cas de l'EFA

III.3.2.1- Protocole

Le 23 février 2003, une biopsie a été pratiquée sur une femelle d'élevage vivante en période de reproduction.

Le protocole de mesure des ovocytes est quasi identique à celui décrit dans l'expérience précédente (§ III.1.1), à ceci près que toutes les mesures ont été acquises manuellement (§ III.4.3) et que le temps séparant deux séries de mesures ne suit pas le même rythme. Si T0 correspond à l'heure du prélèvements et des mesures des ovocytes à l'état frais, T1 = 24h, T2= 48h, T3 = 72h, T4 = 96h, T5 = 120h et T6 = 144h correspondent aux heures de photographies puis de mesures du même sous-échantillon conservé dans de l'EFA.

Moyennes des diamètres ovocytaires, variances et écarts types ont été calculés (tab. B.9). Pour chaque femelle, les compositions ovocytaires des 7 séries de mesures (une à l'état frais et six sous l'influence de l'EFA) ont été comparées à l'aide de tests de Kruskal-Wallis.

Tableau B.9 : Composition ovocytair (effectifs des ovocytes mesurés, diamètres moyens en μm , écarts types et variances) des 7 séries de mesures (la première à l'état frais et les six autres sous l'influence du conservateur) effectuées pour la femelle dont la biopsie a été traitée à l'EFA.

Heure des mesures	Effectifs	Diamètre moyen (μm)	Ecart types	Variances
0	60	900	63	3999
24	66	862	65	4285
48	65	873	49	2432
72	67	866	64	4116
96	70	871	50	2482
120	63	878	62	3892
144	64	874	51	2621

III.3.2.2- Résultats

Comme dans le cas du formol 0,5 %, la courbe de rétraction ovocytaire sous l'influence de l'EFA (fig. B.9) semble indiquer une action rapide mais peu importante du conservateur sur les diamètres ovocytaires. Le diamètre moyen des ovocytes frais diminue d'environ 40 μm après 24 heures d'immersion dans l'EFA, puis semble se stabiliser.

Sur la totalité des séries de mesure (T0 à T6), le test de Kruskal-Wallis donne $H_c = 5,82$, avec $H_{0,01} = 16,81$. Sur les séries de mesures d'ovocytes conservés (T1 à T6), on obtient $H_c = 3,18$ et $H_{0,01} = 15,09$. Dans les deux cas, on a donc $H_c \ll H_{0,01}$, ce qui indique que toutes les séries de mesures peuvent être considérées comme homogène du point de vue de la composition en taille de l'échantillon d'ovocytes.

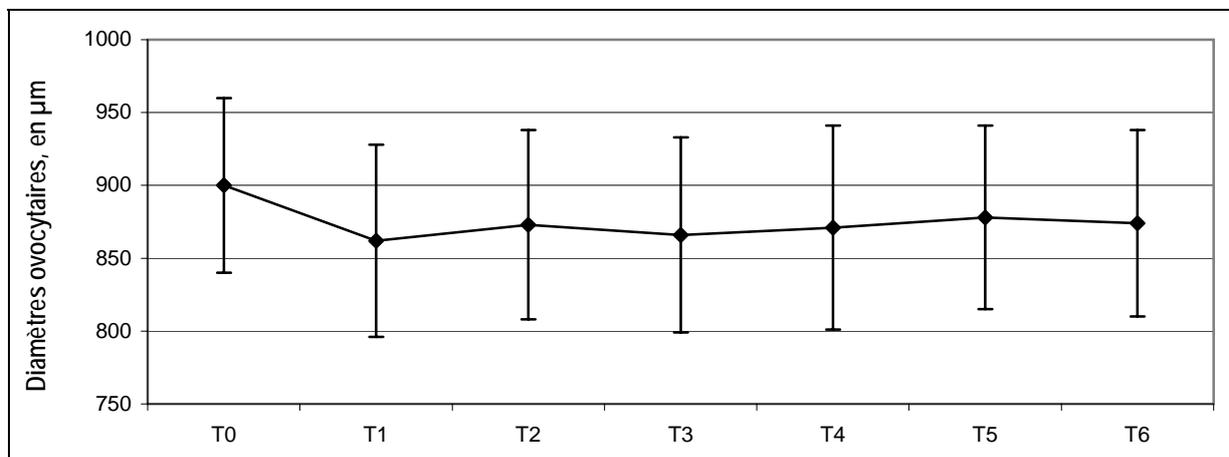


Figure B.9 : Courbe de rétraction ovocytaire sous l'influence de l'EFA pour une femelle biopsée le 23 février 2003 en période de reproduction. T0 correspond à l'heure de la biopsie et aux mesures des ovocytes à l'état frais. Après immersion dans le conservateur, les ovocytes ont été mesurés aux temps : T1 = 24h, T2 = 48h, T3 = 72h, T4 = 96h, T5 = 120h et T6 = 144h. Les moyennes et les écarts types des séries de mesures sont représentés.

III.3.2.3- Conclusions

D'après la figure B.6, il semblerait que l'EFA fasse se rétracter légèrement les ovocytes frais. Cependant, les tests de Kruskal-Wallis ne permettent pas d'affirmer que la variation observée entre les mesures d'ovocytes frais (T0) et les mesures d'ovocytes conservés (T1 à T6) soit liée à l'action du conservateur. D'un point de vue statistique, cette variation pourrait être due au hasard. Ainsi, si elle existe, la rétraction ovocytaire faisant suite à une immersion dans l'EFA ne serait pas significative, et c'est au contraire le rôle stabilisateur de ce conservateur sur les diamètres des ovocytes qui est ici mis en évidence.

III.3.3- Conclusions concernant l'influence du conservateur

L'influence du formol à 0,5 % ou de l'EFA consiste en une première et rapide phase de rétraction ovocytaire (moins de 24 heures), à l'issue de laquelle le diamètre cellulaire est stabilisé et ne varie plus. La rétraction semble plus importante dans le cas du formol que de l'EFA (65 μm en moyenne contre environ 40 μm), mais les différentes valeurs observées restent dans des gammes de tailles comparables. Quel que soit le liquide conservatif utilisé, les différents échantillonnages réalisés en criée sont donc tous exploitables.

III.4- CONCLUSION

Les résultats de cette analyse méthodologique ont permis de montrer que :

- l'hétérogénéité de la gonade est susceptible de biaiser l'estimation du niveau de maturité ovarienne, mais n'empêche pas d'en étudier l'évolution temporelle,
- il est possible de travailler à partir d'ovocytes prélevés dans des individus ayant été maintenus sous glace le temps d'une marée de pêche,
- l'utilisation d'un liquide conservatif (formol à 0,5 % ou EFA) n'empêche nullement d'exploiter les biopsies prélevées en criée.

Le protocole mis en place pour étudier l'évolution de la maturité sexuelle des femelles de bar en Manche Ouest est donc applicable.

IV- RÉSULTATS

IV.1- ÉVOLUTION DES FRÉQUENCES DE TAILLES OVOCYTAIRES AU COURS DE LA SAISON DE REPRODUCTION

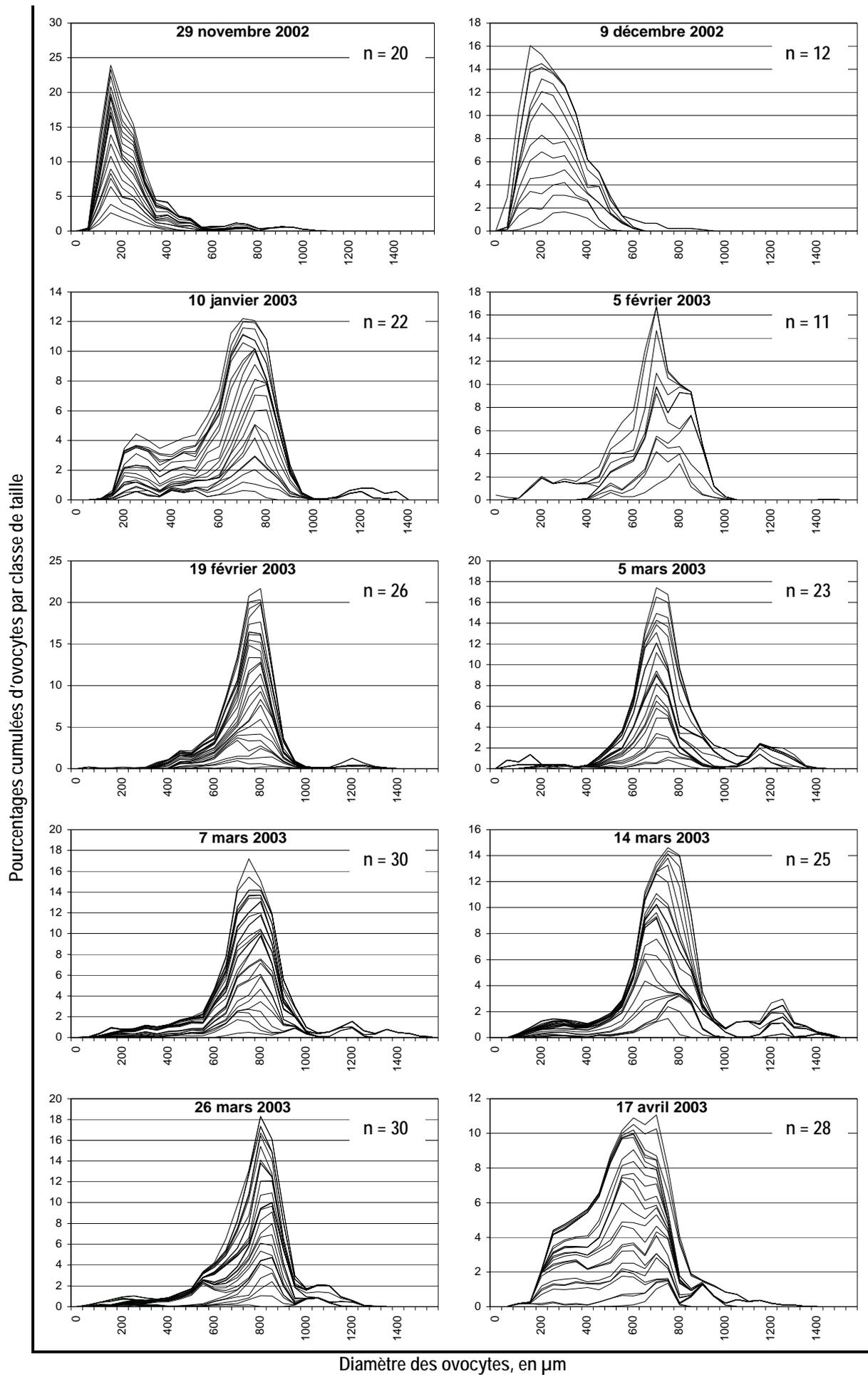
Pour chaque date d'échantillonnage en criée, le cumul des pourcentages d'ovocytes par classe de taille de l'ensemble des femelles biopsées à chacune de ces dates, permet d'apprécier le niveau de développement des ovocytes au sein de la population de bar de Manche Ouest, et d'estimer les éventuels déphasages de l'évolution entre les différentes femelles (fig. B.10). Ainsi, si toutes les courbes individuelles possèdent des caractéristiques semblables, c'est-à-dire si toutes les femelles sont au même stade d'évolution, les pourcentages cumulés seront centrés sur un faible intervalle de valeurs des diamètres des ovocytes. Au contraire, si le développement ovocytaire varie d'une femelle à l'autre, le pic de la courbe cumulée sera un peu moins prononcé et se répartira sur un intervalle de valeurs des diamètres plus étendu.

IV.1.1- Saison de reproduction 2002-2003

Le 29 novembre 2002, les femelles présentent toutes plus ou moins le même profil, avec un mode pour les ovocytes tournant autour de 200 μm de diamètre. Les fréquences des classes de tailles plus grandes (supérieures à 350 μm) sont peu élevées, voire très faibles. Cependant, il faut noter que les ovocytes d'une femelle échantillonnée à cette date étaient hydratés. Ils ont été récupérés en criée par pression sur l'abdomen, sans que l'utilisation d'une pipette soit nécessaire. Ainsi, certaines femelles seraient susceptibles d'atteindre le stade de ponte (stade VI de maturité ovarienne) dès la fin novembre.

Dès le 9 décembre, la situation précédente est modifiée. Le mode ovocytaire est toujours à 200 μm , mais les fréquences les plus fortes sont observées sur un intervalle beaucoup plus large (entre 100 et 500 μm de diamètre) : le développement ovocytaire semble s'accélérer pour certaines femelles, tandis que d'autres présentent le stade déjà observé le 29 novembre. Pour cette saison de ponte 2002-2003, début décembre marquerait donc l'entrée dans une phase plus active de maturation de l'ovaire.

Les courbes cumulées des 10 janvier et 5 février 2003 sont relativement analogues. Bien qu'une proportion non négligeable d'ovocytes soit encore en début de développement (entre 200 et 500 μm de diamètre), le mode ovocytaire s'étale entre 600 et 800 μm de



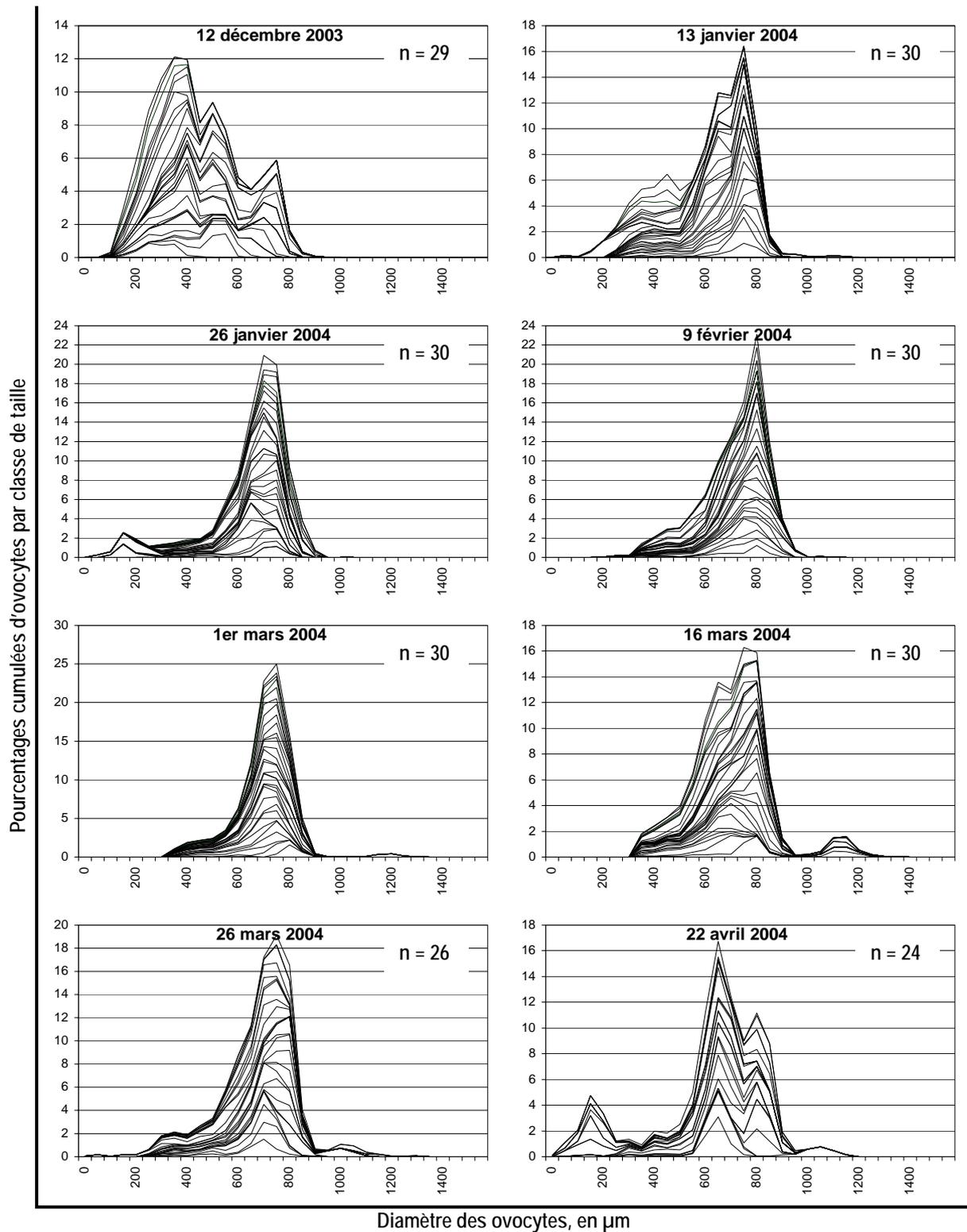


Figure B.10 : Chaque graphique correspond à une date d'échantillonnage, au cours de laquelle des biopsies ont été pratiquées sur n femelles. A partir de chaque femelle est établie une courbe donnant le pourcentage d'ovocytes par classe de taille. Le cumul de ces courbes permet d'obtenir le pourcentage d'ovocytes par classe de taille dans chacun des 18 échantillons, et donc d'estimer celui de la population à chaque date d'échantillonnage. La taille minimale des diamètres ovocytaires mesurés est parfois élevé ($>$ à $200 \mu\text{m}$). Les ovocytes dont le diamètre est inférieur à $200 \mu\text{m}$ étant les moins facile à ponctionner (forte adhérence aux lamelles ovariennes), ils sont en effet parfois absent des biopsies.

diamètre : la majorité des ovocytes a donc franchi les différentes étapes de la vitellogenèse, et le stade V de maturité ovarienne, c'est-à-dire la pré ponte, a été atteint. De plus, dès le 10 janvier, la présence d'ovocytes hydratés (entre 1000 et 1400 μm de diamètre) chez quelques femelles indique leur passage en stade de ponte.

Du 19 février au 26 mars 2003, les courbes cumulées sont également relativement analogues entre elles, mais plusieurs différences les distinguent de celles observées les 10 janvier et 5 février : (1) le mode ovocytaire tourne autour de 800 μm et est donc plus élevé que précédemment, (2) le pic des courbes cumulées s'étale sur un intervalle nettement plus étroit, (3) les ovocytes de diamètre inférieur à 600 μm sont bien moins représentés. De plus, des ovocytes hydratés sont présents à toutes les dates d'échantillonnage au sein de la population, même si leur pourcentage par rapport aux autres types d'ovocytes reste faible et que toutes les femelles ne sont pas forcément concernées. Cette phase de la période de reproduction marquerait donc le plein de la saison de ponte : en effet, certaines femelles sont clairement en stade VI de maturité ovarienne (présence d'ovocytes hydratés), et la majorité des autres peuvent se situer entre deux épisodes de ponte (absence d'ovocytes hydratés), c'est-à-dire également en stade VI. Enfin, il faut noter que le profil de la répartition des différents stades de développement ovocytaire au sein de la population semble être susceptible d'évoluer très rapidement. En effet, seuls deux jours séparent les échantillonnages des 5 et 7 mars 2003. Et si les courbes cumulées obtenues sont globalement similaires, car apportant le même type d'informations, les pourcentages des plus gros (supérieurs à 1000 μm) et des plus petits ovocytes (inférieurs à 400 μm) varient assez sensiblement d'une date à l'autre.

La courbe cumulée du 17 avril 2003 tranche nettement avec celles de mars. On retrouve un profil intermédiaire entre ceux du 9 décembre et du 10 janvier, avec un pic de fréquences étalé sur un intervalle large, un mode ovocytaire tournant autour de diamètres plus petits que précédemment (entre 550 et 750 μm), et une relativement grande abondance des plus petits ovocytes. On assiste à une sorte de retour en arrière, comme si un reflux s'opérait au niveau du développement ovocytaire. Bien que quelques femelles continuent à pondre (des ovocytes hydratés de plus de 1000 μm de diamètres sont toujours présents), le gros de la saison de ponte semble être achevé. Certaines femelles sont passées en stade VII de maturité ovarienne (phase d'atrésie), ce qui peut expliquer l'augmentation des fréquences des plus petites classes d'ovocytes dans les ovaires.

IV.1.2- Saison de reproduction 2003-2004

La courbe cumulée du 12 décembre 2003 révèle un profil complexe (*fig. B.10*). Trois modes ovocytaires – respectivement entre 300 et 400 μm , centré sur 500 μm , et autour de 750 μm de diamètre - correspondant à différents stades de maturité ovarienne – respectivement stade IV, début du stade V, et stade V - se détachent. La population de

femelles se subdivise donc approximativement en trois catégories, dont le stade ovarien est plus ou moins avancé. Les femelles les moins matures sont les plus nombreuses, mais les femelles les plus matures sont en proportions non négligeables. De plus, toutes les femelles ont dépassé les premiers stades ovariens, ce qui n'était pas le cas le 9 décembre 2002 : à ce niveau, la saison 2003-2004 semble donc plus avancée que la saison 2002-2003.

Le profil de la courbe cumulée du 13 janvier 2004 est quasi équivalent à ceux des 10 janvier et 5 février 2003 : une proportion non négligeable d'ovocytes est en début de développement (diamètre inférieur à 500 μm), mais la majorité d'entre eux sont en fin de vitellogenèse avec un mode ovocyttaire entre 650 et 750 μm de diamètre. Les femelles sont majoritairement en stade V de maturité ovarienne, et leur maturation sexuelle est beaucoup plus en phase qu'à la date précédente. Un très faible pourcentage d'ovocytes hydratés existe, et quelques rares pontes ont donc déjà pu se produire.

Le 26 janvier 2004, la situation n'a que peu évolué pour les ovocytes les plus développés. Par contre, les fréquences des classes de tailles les plus petites ont nettement diminuées. Une homogénéisation du développement ovocyttaire a eu lieu : avec un mode ovocyttaire prononcé entre 600 et 750 μm , la maturité sexuelle est similaire pour une grande partie de la population.

Du 9 février au 26 mars 2004, les pics des courbes cumulées sont centrés sur des intervalles relativement restreints, les modes ovocyttaires tournent autour de 800 μm de diamètre et, à l'exception du 16 mars 2004 où les variations sont un peu plus fortes, l'ensemble des femelles semble présenter un développement sexuel analogue. Les fréquences des ovocytes hydratés sont très faibles, voire nulles le 9 février, mais hormis cette caractéristique, février et mars 2004 peuvent être comparés à la période du 19 février au 26 mars 2003, et donc assimilés au plein de la saison de ponte. En effet, l'hypothèse d'échantillonnages en criée « mal placés », tombant régulièrement après un événement de ponte et, par conséquent, ne permettant de récupérer que peu d'ovocytes hydratés dans les biopsies, n'est pas à exclure. Ainsi, la présence de ces ovocytes ne doit pas être l'unique critère de détermination des périodes de pontes.

La courbe cumulée du 22 avril 2004, comme celle du 12 décembre 2003, présente plusieurs modes ovocyttaires. Le premier est centré sur 800 μm . Il correspond à des femelles dont la période de ponte n'est pas achevée, et qui sont encore susceptibles d'émettre des œufs. Le deuxième mode, qui est également le plus fréquent, tourne autour de 600 μm . Ce recul dans la taille des ovocytes indiquerait le passage au stade VII (atrésie) de certaines femelles, ou tout au moins la fin de leur période active de ponte. Enfin, le troisième mode concerne les plus petites classes de taille : avec un maximum de fréquences pour des ovocytes d'environ 150 μm de diamètre, ces femelles sont en stade VII et ont bouclé leur cycle de reproduction. Comparée au 17 avril 2003, la situation du 22 avril 2004 est moins homogène. La diminution des tailles ovocyttaires signalant la fin de la période de ponte est plus marqué en 2004 qu'en 2003, avec la

présence de très petits ovocytes appartenant aux tous premiers stades de développement, mais les fréquences des ovocytes en fin de vitellogénèse (800 μm et plus) qui peuvent encore être pondus sont nettement plus élevées. Ainsi, alors que la saison de reproduction 2003-2004 semblait démarrer plus précocement qu'en 2002-2003 (*cf. courbe du 12 décembre 2003*), elle pourrait également se dérouler sur un laps de temps plus important.

IV.1.2.3- Conclusions

Chez le bar, la détermination des périodes de ponte par analyse des fréquences de tailles ovocytaires reste délicate. La présence au sein des biopsies (donc des ovaires) d'ovocytes hyalins prouve qu'une ponte va avoir lieu ou qu'elle a déjà eu lieu, sans que la date exacte du phénomène puisse être établie avec certitude. En outre, l'absence de tels ovocytes chez une femelle n'est pas un motif suffisant pour affirmer que celle-ci n'a pas encore pondu (cas des femelles en stade intermédiaire VI-VII de maturité ovarienne). Mais en tout état de cause, l'analyse des 18 courbes cumulées obtenues pour les deux saisons de reproduction étudiées, permet de penser qu'un évènement de ponte reste possible au sein de la population, voire probable, tant que le mode ovocytaire tourne autour de 800 μm de diamètre et que les fréquences les plus élevées s'étalent sur un intervalle restreint (de l'ordre de 650 à 850 μm). Le plein de la saison de ponte aurait ainsi lieu entre la mi-février et fin mars – début avril.

Même si l'on prend le cas de l'échantillonnage pour lequel les fréquences des ovocytes hydratés sont les plus élevées (14 mars 2003), c'est-à-dire un échantillonnage clairement représentatif d'une population en stade de ponte, seules les biopsies de 7 femelles sur 25 contiennent un nombre non quasi nul d'ovocytes dont le diamètre dépasse 1000 μm . La présence simultanée d'ovocytes hydratés chez de nombreuses femelles n'est donc pas chose courante : dans les populations de bar sauvages, chaque évènement de ponte ne pourrait concerner qu'une partie des individus présents, l'autre (ou les autres) partie(s) se reproduisant lors d'évènements ultérieurs.

De plus, des pontes surviennent vraisemblablement tout au long de la période de reproduction, sans être forcément regroupées sur un court laps de temps. En effet, des ovocytes hydratés ont été observés chez au moins une femelle, lors de 8 échantillonnages sur 10 au cours de la saison 2002-2003, et lors de 5 échantillonnages sur 8 au cours de la saison 2003-2004. Des pontes ont donc eu lieu avant ou juste après la majorité des échantillonnages, dont le tout premier le 29 novembre 2002. Ceci dénote bien leur fragmentation et leur répartition au minimum sur l'ensemble de la période pendant laquelle se sont déroulés les prélèvements en criée, c'est-à-dire 5 mois (début décembre à fin avril).

Ceci dit, et même si des pontes peuvent se produire dès la fin novembre, début janvier semble une date plus fiable pour marquer le « vrai » début des saisons de ponte du bar

en Manche Ouest. En effet, les compositions ovocytaires obtenues en janvier (échantillonnages du 10 janvier 2003 et du 13 janvier 2004) indiquent que le développement des ovocytes est déjà bien avancé à cette époque : certains n'ont pas dépassé les premiers stades, mais la majorité d'entre eux est en fin de vitellogenèse. La plupart des femelles ont atteint le stade V de maturité ovarienne, c'est-à-dire le stade de la pré ponte, et quelques unes sont déjà en stade VI.

IV.2- ÉVOLUTION DE LA MATURITÉ SEXUELLE MOYENNE AU COURS DE LA SAISON DE REPRODUCTION

Pour une date d'échantillonnage, la maturité sexuelle moyenne se définit comme la moyenne des stades de maturité sexuelle individuels estimés pour chaque femelle.

IV.2.1- Description générale

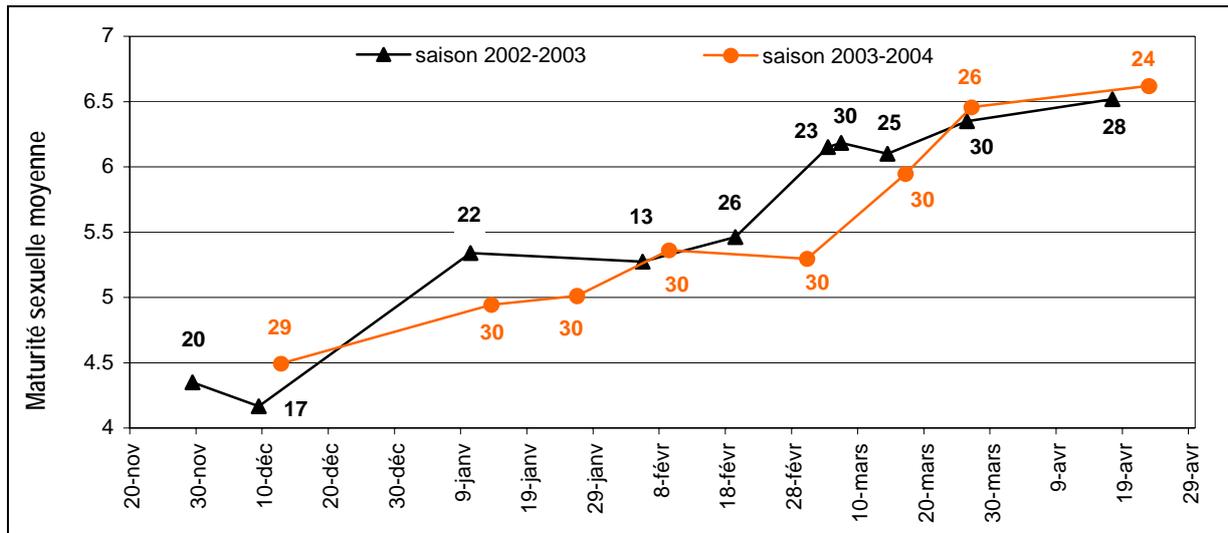


Figure B.11 : évolution temporelle de la maturité sexuelle moyenne au cours des 2 saisons de reproduction étudiées. Le nombre de femelles par date d'échantillonnage est indiqué.

La figure B.11 illustre l'évolution temporelle de la maturité sexuelle moyenne au sein de la population échantillonnée. Quelle que soit la saison de reproduction considérée, la maturité sexuelle moyenne n'est pas constante d'une date d'échantillonnage à l'autre (les tests de Kruskal-Wallis (*tab. B.10*) donnent en effet des valeurs H_{calc} très significativement supérieures aux valeurs théoriques H_{th}). Elle se caractérise au contraire par une augmentation quasi-linéaire depuis la fin novembre-début décembre (valeur voisine de 4,5) jusqu'à la fin avril (valeur légèrement supérieure à 6,5).

Tableau B.10 : Résultats des tests de Kruskal-Wallis réalisés à partir des données de maturité sexuelle de l'ensemble des femelles biopsées au cours des échantillonnages en criée. Ces tests ont été mis en œuvre, car des analyses de variance n'étaient pas faisables (homoscédasticité des variances non vérifiées). Les valeurs calculées $H_{c\text{calc}}$ sont très supérieures aux valeurs théoriques $H_{c\text{th}}$ et donc très hautement significatives.

	Saison 2002-2003	Saison 2003-2004
Hc calc	159,41	164,89
ddl	9	7
Hc th ($\alpha = 0,05$)	16,92	14,07
p-value	$0,00 < \alpha = 0,05$	$0,00 < \alpha = 0,05$
décision	<i>maturité sexuelle moyenne inégale d'une date à l'autre</i>	<i>maturité sexuelle moyenne inégale d'une date à l'autre</i>

Tableau B.11 : I : Résultat du test de Bartlett réalisé pour vérifier l'homoscédasticité des variances résiduelles ; II : Résultats de l'analyse de covariance permettant de comparer les pentes des courbes d'évolution temporelle de la maturité sexuelle moyenne.

I		II	
Bc th.	3,84 ($\alpha = 0,05$)	Fp calc.	0,02
Bc calc.	$0,002 \ll Bc\ th.$	p-value	$0,90 > \alpha = 0,05$
Décision	<i>Variances égales</i>	Décision	<i>Pentes égales</i>
		Fo calc.	18,60
		p-value	$0,00 < \alpha = 0,05$
		Décision	<i>Ordonnées à l'origine inégales</i>

En outre, l'analyse de covariance réalisée (*tab. B.11*) permet de conclure à l'égalité des pentes des droites de régression correspondant aux courbes de la figure B.11, et ce avec une probabilité de 0,90 très largement supérieure au seuil α fixé à 0,05. Les processus de maturation semblent donc se dérouler de manière comparable d'une année l'autre.

Des interruptions plus ou moins longues de la maturation sexuelle rompent la linéarité de son évolution. Ces interruptions sont présentes lors des deux saisons de reproduction, mais à des périodes différentes et sur des durées variables. Ainsi, du 10 janvier au 5 février 2003, et du 9 février au 1^{er} mars 2004, la maturité sexuelle moyenne semble marquer un palier pour une valeur d'environ 5,3 ce qui, au niveau de la population globale, pourrait correspondre à une période de latence précédant la phase active de ponte. Au vu du décalage de ce palier entre les courbes des deux saisons étudiées, la maturation des femelles pourrait donc avoir été plus rapide en 2002-2003, qu'en 2003-2004. De plus, la courbe 2002-2003 se positionne pratiquement toujours au dessus de la courbe 2003-2004. Pour une même date, la maturité sexuelle moyenne aurait donc été plus élevée lors de la première saison de reproduction étudiée que lors de la seconde. Cette hypothèse semble d'ailleurs confirmée par l'écart existant entre les droites de régression correspondant aux courbes de maturité sexuelle moyenne de la figure B.11. Leurs ordonnées à l'origine sont, en effet, très significativement distinctes (*tab. B.11*).

Lors de la saison 2002-2003 uniquement, un deuxième palier autour de 6,2 se distingue dans la première quinzaine de mars. Ce palier est plus court que les précédents, et a une valeur beaucoup plus élevée. Il a pu être enregistré grâce à une fréquence d'échantillonnage opportunément accrue à cette période, et correspond peut être à un des pics de ponte ayant eu lieu lors de cette saison de reproduction.

La valeur 5,5 de maturité sexuelle, respectivement 6,5, est attribuée au stade intermédiaire V-VI, respectivement VI-VII. On peut donc considérer que la majeure partie des pontes a lieu lorsque la maturité sexuelle moyenne de la population se situe entre 5,5 et 6,5 unités. Ainsi, la saison de ponte principale du bar en Manche Ouest se situerait globalement de la mi-février à la mi-avril, avec une quinzaine de jours de décalage possible d'une année l'autre. En effet, si la maturité sexuelle moyenne est de 5,5 dès le 18 février 2003, elle n'atteint cette valeur en 2004 que début mars. Par contre, même si le gros d'une saison de ponte commence plus tardivement (cas de la saison 2003-2004), celle-ci ne s'étale pas forcément plus dans le temps (la valeur moyenne de 6,5 est même atteinte plus tôt en 2003-2004 qu'en 2002-2003).

IV.2.2- Evolution par classes de poids, de taille ou d'âge

La maturation sexuelle des femelles bar est susceptible d'évoluer différemment selon que celles-ci sont jeunes ou âgées, de petites tailles ou plus grandes, maigres ou non. Comme pour la plupart des espèces, les critères âge, taille et poids sont bien évidemment liés par des relations mathématiques, mais il n'en reste pas moins que certains bars peuvent être considérés comme de « petits gros », tandis que d'autres seront rangés parmi les « grands maigres ». Différencier l'évolution de la maturité sexuelle par classes de poids, de taille ou d'âge, permet donc d'évaluer l'impact potentiel de ces critères sur la maturation et, le cas échéant, de déterminer celui ou ceux qui jouent le rôle le plus important.

IV.2.2.1- Catégorie commerciale

La maturation des trois classes de poids est sensiblement identique d'une année l'autre, mais diffère d'une classe à l'autre au cours d'une même saison (*fig. B.12*). Ceci est confirmé par l'analyse de covariance réalisée (*tab B.12*). Les pentes des droites de régression approximant les courbes de la figure B.12 ne sont en effet pas comparables ($p\text{-value} = 0,00 \ll \alpha = 0,05$ dans les deux cas) : plus le poids des individus est faible (catégorie 30, poids inférieur à 1 kg), plus la pente est forte.

Chez le bar, le poids des femelles influencerait donc la maturation sexuelle. Vers la fin novembre, la maturité moyenne est moins avancée chez les individus de catégorie 30 que chez ceux de catégorie 10 (plus de 2 kg), mais elle évolue plus rapidement au cours de la saison de reproduction. La catégorie 20 (de 1 à 2 kg) reste intermédiaire entre les deux extrêmes. D'un point de vue biologique, cela signifie que les individus les moins gros atteignent le stade de ponte plus tardivement dans la saison, et le stade de post-ponte plus rapidement, que les individus de poids supérieurs. Leur période de ponte est donc plus courte.

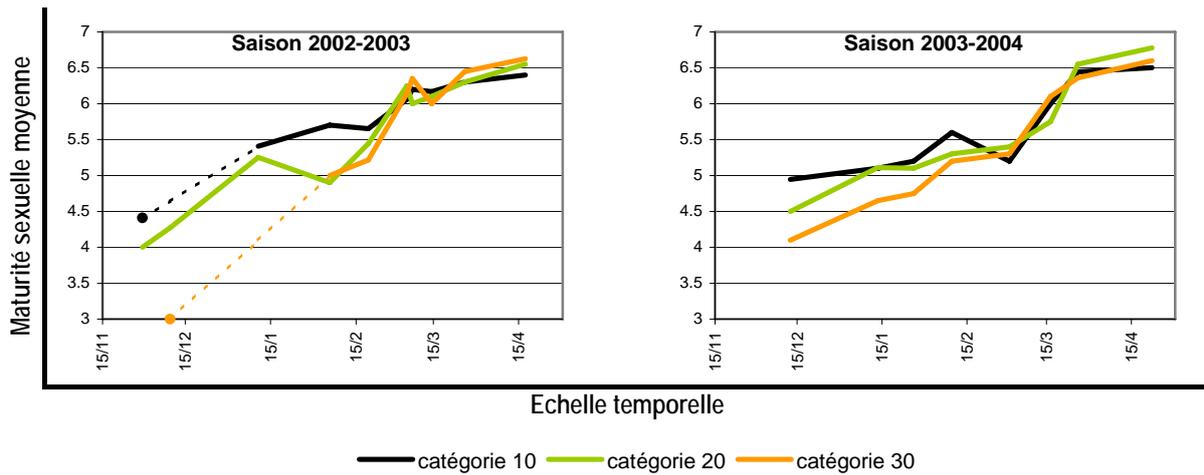


Figure B.12 : évolution temporelle de la maturité sexuelle moyenne par catégories commerciales au cours des 2 saisons de reproduction étudiées. Nombre de femelles par catégorie en 2002-2003 : cat. 10, 91 ; cat. 20, 86 ; cat. 30, 50. Nombre de femelles par catégorie en 2003-2004 : cat. 10, 78 ; cat. 20, 78 ; cat. 30, 72. Les pointillés au niveau d'une courbe indiquent l'absence des femelles de la catégorie correspondante dans un échantillonnage.

Tableau B.12 : I : Résultats des tests de Bartlett réalisés pour vérifier l'homoscédasticité des variances résiduelles ; II : Résultats des analyses de covariance permettant de comparer les droites de régression correspondant aux courbes d'évolution temporelle de la maturité sexuelle moyenne par catégories commerciales.

	Saison 2002-2003	Saison 2003-2004
I	Bc th.	5,99 ($\alpha = 0,05$)
	Bc calc.	5,54 < Bc th.
	Décision	<i>variances égales</i>
II	Fp calc.	5,83
	p-value	0,00 < $\alpha = 0,05$
	Décision	<i>pentés inégales</i>

IV.2.2.2- Evolution par classes de taille

Bien que son rôle soit moins tangible que celui imputable au poids des femelles, la taille semble également intervenir au niveau de la maturité sexuelle (*fig. B.13*). L'ensemble des pentes des droites de régression correspondant aux courbes de maturité sexuelle moyenne par classes de taille ne peuvent en effet être considérées comme équivalentes (*tab. B.13*) : les différentes classes n'évoluent donc pas de la même manière.

Pour la saison de reproduction 2002-2003, les plus petites femelles de moins de 45 cm s'opposent aux quatre autres classes de taille, qui évoluent, elles, de manière comparable (*tab. B.13*). Cette démarcation en deux groupes de taille persiste pour la saison 2003-2004, mais est moins marquée. De plus, la limite de séparation s'est déplacée de 45 à 49 cm (égalité des pentes et des ordonnées à l'origine uniquement pour les droite de régression des femelles de 50 cm et plus, *tab. B.13*). Cette différence est liée à la classe 45 – 49 cm, qui appartient au groupe des plus grandes femelles en 2002-2003, mais est incorporée au groupe des plus petites femelles en 2003-2004.

Comme précédemment avec le poids, la durée de la période de ponte diminue avec la taille des individus. Cependant, il semble qu'il existe une taille limite en deçà de laquelle les femelles mûrissent rapidement sur une période de ponte relativement courte, et au delà de laquelle la maturation est plus lente et s'étale sur une période plus longue. Cette taille limite se situerait entre 45 et 50 cm.

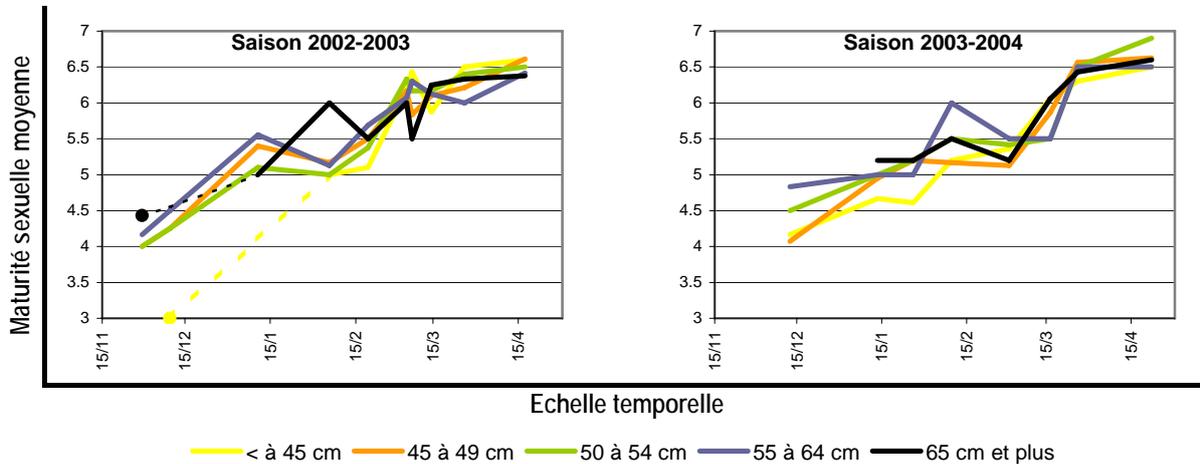


Figure B.13 : évolution temporelle de la maturité sexuelle moyenne par classes de taille au cours des 2 saisons de reproduction étudiées. Nombre de femelles par classe de taille en 2002-2003 : < à 45 cm, 36 ; 45 à 49 cm, 19 ; 50 ; 50 à 54 cm, 43 ; 55 à 64 cm, 57 ; 65 cm et plus, 41. Nombre de femelles par classe de taille en 2003-2004 : < à 45 cm, 50 ; 45 à 49 cm, 19 ; 50 ; 50 à 54 cm, 35 ; 55 à 64 cm, 34 ; 65 cm et plus, 54.

Tableau B.13 : I : Résultats des tests de Bartlett réalisés pour vérifier l'homoscédasticité des variances résiduelles ; II : Résultats des analyses de covariance permettant de comparer les droites de régression correspondant aux courbes d'évolution temporelle de la maturité sexuelle moyenne par classes de taille.

	Saison 2002-2003		Saison 2003-2004		
	Toutes classes	45 cm et plus	Toutes classes	45 cm et plus	50 cm et plus
I Bc th.	13,28 ($\alpha = 0,01$)	11,34 ($\alpha = 0,01$)	9,49 ($\alpha = 0,05$)	7,81 ($\alpha = 0,05$)	5,99 ($\alpha = 0,05$)
I Bc calc.	20,89 > Bc th.	11,31 < Bc th	3,10 < Bc th	0,38 < Bc th	0,23 < Bc th
I Décision	<i>variances inégales</i>	<i>variances égales</i>	<i>variances égales</i>	<i>variances égales</i>	<i>variances égales</i>
Fp calc.		2,63	3,37	3,30	2,36
p-value		0,07 > $\alpha = 0,05$	0,01 < $\alpha = 0,05$	0,02 < $\alpha = 0,05$	0,10 > $\alpha = 0,05$
I Décision		<i>pentés égales</i>	<i>pentés inégales</i>	<i>pentés inégales</i>	<i>pentés égales</i>
II Fo calc.		1,42			0,83
p-value		0,24 > $\alpha = 0,05$			0,44 > $\alpha = 0,05$
II Décision		<i>ordonnées à l'origine égales</i>			<i>ordonnées à l'origine égales</i>

IV.2.2.3- Evolution par classes d'âge

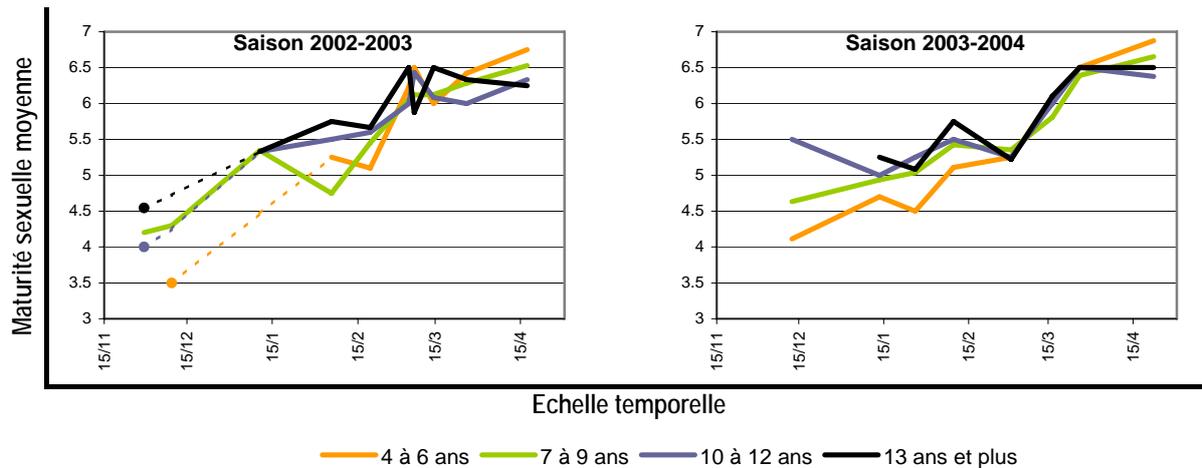


Figure B.14 : évolution temporelle de la maturité sexuelle moyenne par classes d'âge au cours des 2 saisons de reproduction étudiées (2002-2003 et 2003-2004).

Tableau B.14 : I : Résultats des tests de Bartlett réalisés pour vérifier l'homoscédasticité des variances résiduelles ; II : Résultats des analyses de covariance permettant de comparer les droites de régression correspondant aux courbes d'évolution temporelle de la maturité sexuelle moyenne par classes d'âge.

	Saison 2002-2003		Saison 2003-2004	
	Toutes classes d'âge	7 ans et plus	Toutes classes d'âge	7 ans et plus
I	Bc th.	7,81 ($\alpha = 0,05$)	7,81 ($\alpha = 0,05$)	5,99 ($\alpha = 0,05$)
	Bc calc.	5,67 < Bc th.	2,83 < Bc th.	2,31 < Bc th.
	Décision	<i>variances égales</i>	<i>variances égales</i>	<i>variances égales</i>
II	Fp calc.	4,43	5,24	0,48
	p-value	0,00 < $\alpha = 0,05$	0,36 > $\alpha = 0,05$	0,62 > $\alpha = 0,05$
	Décision	<i>pentés inégales</i>	<i>pentés égales</i>	<i>pentés égales</i>
	Fo calc.		1,23	0,57
		0,30 > $\alpha = 0,05$	0,56 > $\alpha = 0,05$	
Décision		<i>ordonnées à l'origine égales</i>	<i>ordonnées à l'origine égales</i>	

Par rapport à ce qui a été observé avec la taille, les droites de régression correspondant aux courbes de maturité sexuelle moyenne par classes d'âge, mettent encore plus clairement en évidence l'existence de deux groupes de femelles n'ayant pas la même évolution sexuelle, et ce pour les deux saisons de reproduction étudiées (fig. B.14). Le premier groupe est constitué par la première classe d'âge (de 4 à 6 ans), c'est-à-dire par les femelles dont c'est la toute première maturation sexuelle, ou qui sont encore proches de l'âge de première maturité sexuelle. Le deuxième groupe réunit l'ensemble des trois autres classes d'âge, c'est-à-dire toutes les femelles qui ont déjà effectué au moins un cycle de reproduction complet.

Pour les deux saisons de reproduction, les analyses de covariance réalisées (tab. B.14) indiquent que les droites de régression correspondant aux courbes de l'ensemble des quatre classes d'âge ne sont pas équivalentes (pentés très significativement inégales), mais que celles des trois classes d'âge appartenant au deuxième groupe peuvent être

considérées comme similaires (pentes et ordonnées à l'origine significativement identiques). Les tests statistiques confirment donc les observations ci-dessus : les femelles de moins de 7 ans présentent un stade de maturité très inférieur à celui des femelles de 7 ans et plus en début de saison de reproduction, mais mûrent beaucoup plus vite. Là encore, comme pour les plus petites et les moins lourdes, la période de ponte des femelles les plus jeunes est plus courte que celles des autres.

IV.2.3- Conclusions

Au niveau de la population, l'indice de maturité sexuelle moyenne est susceptible de varier rapidement. Au cours de la saison 2002-2003, l'indice de la classe d'âge « 13 ans et plus » est ainsi brusquement passé de 6,5 à moins de 6 entre le 5 et le 7 mars 2003, avant de remonter à 6,5 une semaine plus tard (*fig. B.14*). Pour cette même saison et ces mêmes dates, des phénomènes analogues se retrouvent au niveau de la classe de taille « 65 cm et plus » (*fig. B.13*) et des catégories commerciales 10 et 20 (*fig. B.12*). Et d'autres exemples existent également pour la saison 2003-2004. Ces variations soudaines peuvent sans doute être mises en relation avec des événements de pontes, survenus dans la population échantillonnée juste avant ou juste après le prélèvement des ovocytes. Cependant, les femelles ponctionnées diffèrent d'un échantillonnage à l'autre. Des évolutions qui auraient lieu au sein de la population ne sont donc pas seules en cause. En effet, les variations observées peuvent également résulter de dissemblances existant entre lots de femelles, celles-ci n'étant pas nécessairement synchrones.

La comparaison des figures B.11, B.12, B.13 et B.14 met en évidence des différences dans l'allure des courbes de maturité sexuelle moyenne des saisons 2002-2003 et 2003-2004. Ces différences sont essentiellement dues à l'échantillonnage du 1^{er} mars 2004. En effet, à cette date, les plus gros individus (qui sont également les plus grands et les plus âgés) présentent un indice de maturité sexuelle plus bas qu'en 2003. Cet « accident » pourrait être lié à l'influence des conditions environnementales. Par rapport à la saison précédente, elles auraient pu entraîner un décalage d'une quinzaine de jours du plein de la période de ponte.

Les courbes de maturité sexuelle par date d'échantillonnage et classes de poids, de tailles ou d'âge, ainsi que les droites de régression correspondantes, mettent en évidence l'influence des critères morphologiques sur la maturation sexuelle des femelles au cours d'un cycle de reproduction. Globalement, plus les femelles sont de petites tailles, jeunes et de faible poids, plus leur maturation ovocytaire débute tardivement dans la saison, mais se déroule sur un laps de temps court. L'alternance relativement rapide des stades V (pré ponte), VI (ponte), puis VII (post ponte) implique une période de ponte réduite par rapport à celle des femelles plus grosses, plus grandes et/ou plus âgées.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cette réduction de la durée de la période de ponte. En effet, les femelles les plus petites, les plus jeunes, et/ou les

moins grosses sont également les moins fécondes : $2 \cdot 10^5$ œufs lors de la première maturité contre plus de $2 \cdot 10^6$ vers 18 ans (Mayer *et al.*, 1990), soit une quantité dix fois moindre de gamètes émises. Le nombre d'événements de ponte de ces femelles pourraient en être restreints, avec pour conséquence directe une période de ponte plus courte que dans le reste de la population. D'autre part, mais dans une certaine mesure seulement, on peut supposer que la rapidité de la maturation ovocytaire augmente avec la diminution de la quantité d'ovocytes présents dans les ovaires. Le temps de latence pour l'instant inconnu qui sépare deux événements de ponte, pourrait être inférieur chez ces femelles d'où, là encore, une réduction de la période de ponte.

Bien qu'il soit difficile de dissocier les rôles propres à chacun des trois critères morphologiques testés, en raison notamment des relations mathématiques existant entre eux, le poids, la taille et l'âge ne semblent pas intervenir de la même manière vis-à-vis de l'évolution temporelle de la maturité sexuelle. Ainsi, les classes de tailles et d'âges les plus petites se distinguent du restant de la population, mais les classes intermédiaires et les plus élevées sont statistiquement identiques. Dans le cas du poids au contraire, les trois catégories commerciales évoluent différemment, la catégorie 20 étant intermédiaire entre les deux autres. Ce serait donc essentiellement le poids de la femelle qui influencerait la maturation sexuelle.

V- CONCLUSIONS - DISCUSSION

De nombreux auteurs se sont intéressés aux périodes de reproduction du bar (*tab. B.15*). Dans les eaux irlandaises, Kennedy & Fitzmaurice (1968 et 1972) identifient des pontes côtières d'avril à juin, avec une densité maximale d'œufs en mai. Au niveau de la côte Ouest du Royaume Uni, Jennings & Pawson (1992) détectent des œufs en pleine eau (entre 20 et 60 km des côtes) de mi-février à fin mai, avec un maximum en mars-avril. Dans la Manche, Thompson & Harrop (1987) déterminent des aires de pontes qui, situées en Manche ouest en début de saison de reproduction (mi-février), se décaleraient progressivement vers l'est jusqu'à la fin juin. Au niveau de l'estuaire de la Gironde et du pertuis de Maumusson, Bregeon *et al.* (1978) (*in* Begout Anras, 1995) échelonnent les pontes de mars à mai, cependant qu'elles surviendraient en avril et mai en Bretagne (Boulineau-Coatanea, 1969). Plus au sud, les pontes sont plus précoces : de décembre à mars en Méditerranée (Barnabé, 1976 ; Kara, 1997) et de janvier à mars en Espagne (Arias, 1980, *in* Bertignac, 1987).

Tableau B.15 : périodes de ponte du bar, selon différents auteurs et différentes zones d'étude

Auteurs	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Durée	Zone
Kennedy & Fitzmaurice (1968, 1972)													3 mois	Irlande
Jennings & Pawson (1992)													3,5 mois	Côte Ouest UK
Thompson & Harrop (1987)													4,5 mois	Manche
Boulineau-Coatanea (1969)													2 mois	Pointe Bretagne
Bregeon <i>et al.</i> (1978)													3 mois	Gironde
Arias (1980)													3 mois	Espagne
Barnabé (1976) ; Kara (1997)													4 mois	Méditerranée

La présente étude est basée non plus sur l'observation de pontes de bar en pleine eau, mais sur l'évolution des stades de maturité ovarienne de cette espèce. De ce point de vue, elle a montré que certaines femelles étaient susceptibles de pondre dès la fin novembre en Manche Ouest. Cependant, cette date semble trop précoce pour marquer le début de la période de ponte au sein de la population. En effet, la composition ovocytaire globale de l'ensemble des femelles échantillonnées, indique plutôt que la majorité de celles-ci est en vitellogenèse à cette saison, mais sûrement pas dans la phase d'hydratation qui précède la ponte. Ainsi, la période de ponte du bar en Manche Ouest débiterait plutôt début janvier, pour finir vers la fin avril-début mai, avec une intensité maximale située entre la mi-février et la fin mars.

A première vue, ces résultats sont en désaccord avec ceux de Thompson & Harrop (1987), qui proviennent pourtant de la même zone d'étude (la Manche). En effet, ces auteurs situent le début des pontes mi-février, et non pas début janvier. Cependant,

leurs analyses se basent sur des échantillonnages d'œufs et de larves, qui ne sont que faiblement abondants dans la colonne d'eau. Les premières pontes de janvier ont donc pu échapper à leurs traits de plancton, tandis que celles de la mi-février, plus abondantes, ont été prises en compte. Pour ces auteurs, cette date marque donc le **début** de la saison de ponte, alors qu'elle indique, dans notre cas, le début du **plein** de cette saison.

De même, la date marquant la fin de la période de ponte du bar en Manche est plus précoce dans notre étude que dans celle de Thompson & Harrop (1987). Que ce soit en 2003 ou en 2004, il n'a pas été possible de faire d'échantillonnage en mai, car ce mois marque la fin de la saison de pêche : il n'y a plus de débarquements de bar à la criée de Roscoff. Mais les fins des saisons de pêche et de reproduction ne sont pas forcément synchrones. Dans notre cas, seule une partie des femelles échantillonnées vers la mi-avril 2003 ou 2004 a dépassé la période de ponte (stade VII de maturité sexuelle), tandis qu'une autre reste susceptible d'émettre des œufs. Les dernières pontes auraient donc lieu début mai, alors que Thompson & Harrop (1987) les situent en juin. En effet, ces auteurs ont montré que les œufs de bar sont présents en pleine eau jusqu'à cette date. Cependant, ils ont également mis en évidence que les zones de plus fortes densités, donc les zones de ponte, se déplacent vers l'Est de la Manche à partir d'avril. Ainsi, en Manche Ouest, avril-mai marquerait le retour en zone côtière des femelles en stade de post ponte, mais aussi la migration vers l'Est des femelles n'ayant pas achevé leur cycle de reproduction. Les zones exploitées par les chalutiers pélagiques étant désertées, un arrêt de la pêche s'en suivrait logiquement.

Selon la zone géographique étudiée, les différents auteurs qui se sont intéressés à la reproduction du bar mentionnent des périodes de reproduction de durée variable (entre 3 et près de 5 mois) (*tab. B.15*). Les dates de pontes, bien que de plus en plus précoces dans les zones les plus sud (elles sont approximativement centrées sur janvier-février dans les latitudes équivalentes à celles de la Méditerranée, et plutôt sur mars-avril au niveau de la Manche et de la Mer Celtique), restent relativement fluctuantes d'une étude à l'autre. Dans une certaine mesure, ces variations peuvent être liées aux méthodes utilisées (*e.g.* notre étude – évolution de la maturation ovarienne - et celle de Thompson & Harrop (1987) – traits de plancton). Cependant, leur explication la plus plausible pourrait provenir de l'influence environnementale, notamment celle de la température, sur la biologie du bar. En effet, les œufs n'éclosent pas en dessous d'une température de l'eau de 9°C (Jennings & Pawson, 1991). Il serait donc normal que, parallèlement à l'augmentation des latitudes, les périodes de ponte aient tendance à se décaler dans la saison.

Si les conditions environnementales influent sur les dates de pontes observées dans différentes zones géographiques, celles-ci, pour un même secteur et une même population, pourraient également être responsables de décalages interannuels de ces dates. Ainsi, la saison 2002-2003 semble légèrement plus précoce que celle de 2003-2004, peut-être en raison de conditions environnementales plus favorables. Le plein de la

période de ponte pourrait avoir débuté vers la mi-février en 2003, et plutôt vers début mars en 2004, soit une marge d'une quinzaine de jours entre ces deux saisons. Par contre, la fin des pontes en 2003 et 2004 coïncideraient quasiment parfaitement (mi-avril). Les dates des périodes de ponte du bar en Manche Ouest seraient donc relativement stables d'une année l'autre.

Mais les conditions environnementales ne sont pas les seules à intervenir au niveau de la maturation sexuelle. Les critères morphologiques propres à chaque individu semblent également jouer un rôle. Ainsi, les femelles de la catégorie commerciale 30 (moins de 1 kilo), et notamment celles d'entre elles qui viennent d'atteindre l'âge de la première maturité sexuelle, atteindraient le stade de ponte plus tardivement que les autres, et resteraient en « état » de pondre moins longtemps.

CHAPITRE C

IDENTIFICATION ET DÉLIMITATION DES STOCKS

I - INTRODUCTION	83
II - MATÉRIELS ET MÉTHODES	85
II.1- ACQUISITIONS DES DONNÉES GÉNÉTIQUES	85
II.1.1- Échantillonnage	85
II.1.2- Extraction de l'ADN	87
II.1.3- Choix des marqueurs	87
II.1.4- Amplification et migration de l'ADN	88
II.1.5- Problème rencontré lors du génotypage du locus <i>DLA0107</i>	89
II.1.6- Analyse des données génétiques	89
II.2- MARQUAGES	90
II.2.1- Les différents types de marquages possibles	90
II.2.2- Marquages hauturiers	91
III - RÉSULTATS	94
III.1- MARQUEURS MICROSATELLITES	94
III.1.1- Structure génétique des échantillons	94
III.1.2- Assignation	99
III.2- MARQUAGES	101
III.2.1- Composition en taille	103
III.2.2- Taux de recapture	103
III.2.3- Schéma migratoires	104
IV- CONCLUSIONS - DISCUSSION	107

I- INTRODUCTION

En règle générale, l'augmentation de la pression de pêche nécessite d'identifier la structure des stocks des espèces exploitées, afin que la ressource puisse être utilisée tout en préservant la biodiversité et l'écologie des écosystèmes marins (Van Herwerden *et al.*, 2003). De plus, la délimitation précise des entités biologiques qui composent les stocks halieutiques est un préalable nécessaire et essentiel à leur gestion, et ce quelle que soit l'espèce considérée. Dans le cas du bar, les principales zones de pêche se situent du golfe de Gascogne à la Mer du Nord (Mer Celtique et Manche incluses). Dans cette région géographique relativement vaste, la forte dispersion des jeunes bars qui quittent leur nourricerie pour rejoindre les zones de pontes, les grandes migrations des adultes entre les aires estivales de nourrissage et les aires hivernales de reproduction, associées au fort potentiel dispersif des œufs et larves dans la colonne d'eau, sont des arguments en faveur de l'homogénéisation biologique des populations. Cependant, des études de marquages (Holden & Williams, 1974 ; Kelley, 1979 ; Kennedy & Fitzmaurice, 1972 ; Pawson *et al.*, 1987), ainsi que la distribution saisonnière des zones de pêche tout au long de l'année, suggèrent qu'une séparation des stocks reste possible.

Une littérature abondante relate l'existence de nombreuses études génétique sur le bar (e.g. Patarnello *et al.*, 1993 ; Allegrucci *et al.*, 1997 ; Caccone *et al.*, 1997 ; Bahri-Sfar *et al.*, 2000 ; Lemaire *et al.*, 2000). Cependant, celles-ci portent le plus souvent sur les seules populations méditerranéennes, et les études qui prennent en compte les populations atlantiques sont plus rares (Castilho & McAndrew, 1998 ; Naciri *et al.*, 1999 ; Bonhomme *et al.*, 2002). De plus, elles sont alors essentiellement centrées sur les populations marocaines et portugaises, auxquelles ont été associées deux échantillons en provenance de la Manche et de la Mer du Nord. Ainsi, si une différenciation génétique significative entre « loups » vivant en Méditerranée et « bars » vivant en Atlantique semble avérée (Naciri *et al.*, 1999 ; Bonhomme *et al.*, 2002), la structuration génétique des individus évoluant au niveau des principales zones de pêche de cette espèce (du golfe de Gascogne jusqu'à la Mer du Nord) reste à établir.

La génétique n'est cependant pas le seul outil susceptible d'apporter des renseignements quand à la délimitation des stocks. Les études de marquage peuvent également révéler un grand nombre d'informations comportementales des poissons. Couplées à des analyses de marqueurs microsatellites, elles permettent d'en expliciter, voire d'en affiner les résultats (e.g. Adams & Hutchings, 2003). Chez le bar, des marquages à partir de captures hivernales provenant des chalutiers pélagiques qui ciblent les adultes en saison de reproduction, ont ainsi été mis en oeuvre.

Ainsi, en vue d'améliorer la délimitation des stocks biologiques de bar commun au niveau de ses principales zones de pêche (golfe de Gascogne et Manche), ce chapitre se propose d'analyser la structuration des populations nord-atlantiques, à partir de résultats de marqueurs génétiques microsatellites complétés par des résultats de marquages réalisés sur cette espèce depuis mars 2000.

II- MATÉRIELS ET MÉTHODES

II.1- ACQUISITIONS DES DONNÉES GÉNÉTIQUES

II.1.1- Échantillonnage

Stratégie d'échantillonnage. Huit échantillons ont été acquis dans le but d'analyses génétiques. Quatre d'entre eux proviennent des nurseries littorales des environs de Calais, Saint-Malo, La Rochelle et Biarritz ; deux autres des captures de chalutiers pélagiques professionnels dans le golfe de Gascogne et en Manche Ouest ; et les deux derniers de campagnes scientifiques de chalutage au niveau des côtes sud-ouest de l'Irlande et des côtes ouest de l'Ecosse/Irlande du Nord. Ces deux derniers échantillons, stockés pour études ultérieures à la Station Méditerranéenne de l'Environnement Littoral de Sète (Equipe « Génétique des Populations Marines » ; F. Bonhomme ; UMR CNRS 5171), ont été récupérés par l'intermédiaire de l'Écloserie Marine de Gravelines (S. Loreau, com. pers.). Tous les autres échantillons ont été acquis lors de nos travaux. Les quatre échantillons issus des nurseries littorales se composent exclusivement de juvéniles immatures, dont les âges s'échelonnent de 0 à 2 ans. À l'inverse, les échantillons Gascogne, Manche Ouest, Irlande et Ecosse ne contiennent *a priori* que des adultes sexuellement matures. Le détail des échantillonnages (lieux, nombres d'individus, dates ...) est présenté dans le tableau C.1, tandis que la figure C.1 illustre leur position géographique.

Tableau C.1 : Détail des échantillonnages

Échantillon	Origine / Engin / Lieu	Âge	Date	Effectifs
Ecosse	Campagne scientifique / Chalut pélagique / Ouest des côtes Écossaises	Adultes	début 2000	17
Irlande	Campagne scientifique / Chalut pélagique / Mer Celtique, ouest phare du Fastnet		début 2000	18
Manche Ouest	Campagne de pêche / Chalut pélagique / Rectangle Statistique 27E7		14-16 avr. 2003	31
Gascogne	Campagne de pêche / Chalut pélagique / Zone hauturière (large de Bordeaux)		5-23 fév. 2003	95
Calais	Concours de pêche récréative / Hameçon (cannes) / Plage de Calais	Juvéniles	20 oct. 2002	51
Saint-Malo	IFREMER / Pêcheries fixes de Saint-Malo / Baie du Mont-Saint-Michel		7 nov. 2002	116
La Rochelle	Musée Océanographique de La Rochelle / Chalut / Zone côtière (La Rochelle)		24 déc. 2002	53
Biarritz	Musée de la Mer de Biarritz / Chalut / Zone côtière (Biarritz)		18 juin 2003	51

Prélèvement et conservation des tissus. Certains individus (notamment les juvéniles) ont été congelés avant le prélèvement des tissus, alors que d'autres (notamment les adultes des échantillons Manche Ouest et Gascogne) ont pu être traités directement à l'état frais. Cependant, dans tous les cas, un morceau de la deuxième nageoire dorsale de chaque individu a été prélevé, puis conservé dans de l'éthanol à 95°.

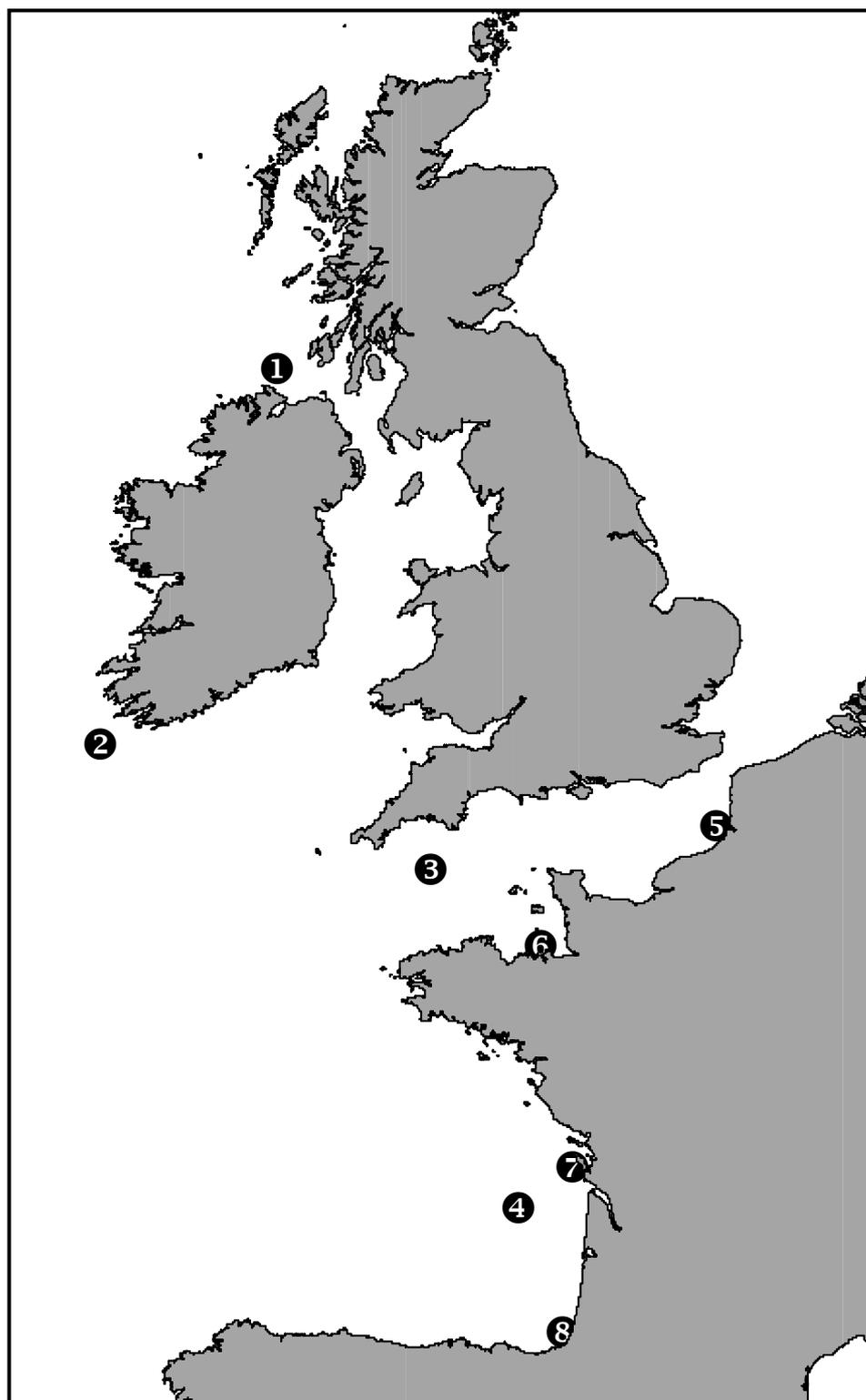


Figure C.1 : Position géographique des 8 échantillons échantillonnés

- ① Irlande ; ② Ecosse ; ③ Manche Ouest ; ④ Gascogne ;
⑤ Calais ; ⑥ Saint-Malo ; ⑦ La Rochelle ; ⑧ Biarritz.

II.1.2- Extraction de l'ADN

Deux protocoles d'extraction ont été successivement utilisés. Dans un premier temps, les extractions d'ADN génomique de tous les individus, exceptés ceux des populations d'Irlande et d'Ecosse, ont été faites à l'aide du protocole d'extraction spécifié dans le kit commercial QIAamp® DNA Mini Kit (QIAGEN). Par la suite, un protocole standard d'extraction au phénol chloroforme (*annexe C.1*) a été utilisé. Les extractions au kit QIAGEN permettent d'obtenir de l'ADN contenant nettement moins d'impuretés (ADN dégradé, protéines, ARN, ...) que celles réalisées selon le protocole au phénol-chloroforme, mais leur coût bien supérieur n'a pas permis leur utilisation exclusive.

II.1.3- Choix des marqueurs

Les marqueurs génétiques employés dans cette étude sont tous de type microsatellite. Classiquement utilisés en dynamique des populations, ces marqueurs fortement polymorphes sont des outils de choix pour des analyses de structures populationnelles. Leur diversité permet également de mettre en œuvre des techniques d'assignation des individus à une population dite « mère », ou population d'origine. Ces méthodes seront détaillées ci-dessous. La description des différents marqueurs figure dans le tableau C.2.

Tableau C.2 : Séquences « forward » et « reverse » des amorces à chaque marqueur, motifs des marqueurs, et fluorochromes de marquage utilisés sur l'amorce « forward » pour les huit marqueurs microsatellites utilisés dans cette étude. * Tsigenopoulos *et al.* (2003); ** Chistiakov *et al.* (2004); *** Ciftci *et al.* (2002)

Locus	Séquences des amorces		Motif	Fluorochromes utilisés
	Forward	Reverse		
DLA0001 *	GATGGCTGTCTGTTTCCTAAC /	GAGTGTCTTGTATCCGTTTTG	(TG) ₁₃	6-fam
DLA0003 *	GGACCAAATGCAAAAGCTACA /	GACAATCAGCTGGGATCAGA	(AC) ₂ (A) ₃ (AC) ₂₄	Tamra
DLA0004 *	TCCTTCCGTGAACTGAGAGC /	TCTTCCACCATAGGCTGACC	(AC) ₁₈	6-fam
DLA0006 *	TTCCATATTGTATGACACACCG /	GAGTCCTGCAAGACAATCCC	(AC) ₁₄	6-fam
DLA0011 *	TCGGAGCTGATATTGTGCAG /	CTGTCTGTCTCCCATTTGT	(AC) ₂₅	Tamra
DLA0107 **	GAGGCTGTATGCTGTTGCAG /	ACCCATGCATAAGGTCAGTG	(AC) ₁₆	6-fam
DLA0111 **	TCACAAAATGATCCATCTTCT /	ACCACTATGCCCAAGGACAA	(CTT) ₁₅ (CT) ₃ (C) ₂ TG C(T) ₂ G(CT) ₂ (T) ₂ CT	Tamra
Dla-47 ***	CGGATGAAACCAGTAGTTCC /	AGTTCTTAGACAGAGCGAGG	(CA) ₁₁	6-fam

Il est à noter qu'à notre connaissance, ces marqueurs n'ont pas été utilisés dans des études populationnelles poussées. Ciftci *et al.* (2002) mirent au point des marqueurs pour caractériser des populations de piscicultures. Pour leur part, Tsigenopoulos *et al.* (2003) et Chistiakov *et al.* (2004) ont développé des marqueurs dans le cadre d'un projet européen encore en cours (BassMap) visant à l'établissement d'une carte génétique chez *D. labrax* (Chistiakov *et al.*, 2005).

Le choix de ces locus parmi tous ceux décrits a répondu à deux critères essentiels sur la base des indications données par les différents auteurs :

- ces marqueurs sont *a priori* non liés entre eux (Tsigenopoulos et al. 2003 ; Chistiakov et al. 2004) et leur combinaison doit donc livrer des images indépendantes des forces affectant le génome de l'espèce. Par ailleurs la non-dépendance (« non-corrélation » ; équilibre de liaison) des allèles de locus distincts est essentielle dans les procédures d'assignation utilisées lors du traitement des données (*cf.* ci-dessous).

- Pour chacun des locus, la description donnée par les différentes publications, des diversités génétiques observée et attendue – dont les importances respectives permettent de rendre compte de l'écart au modèle panmictique - ont été prises en compte. Ainsi, seuls des locus pour lesquels des valeurs de diversités génétiques observée et attendue étaient similaires ont été retenus. Cette attention avait pour but de limiter au mieux la présence d'allèles nuls dans les données et de décrire les profils génétiques (*p.e.* l'estimation des fréquences alléliques) des populations de la manière la plus rigoureuse possible. Ceci est particulièrement important pour décrire au mieux la structure génétique intra-populationnelle et limiter les écarts à l'équilibre panmictique dus à des artefacts techniques plutôt qu'à de possibles causes biologiques.

II.1.4- Amplification et migration de l'ADN

Amplification. Les ADN ont été amplifiés par réactions de polymérisation en chaîne (PCR). Les compositions des milieux réactionnels de celles-ci, leurs conditions de température ainsi que les types de thermocycleurs utilisés sont décrits en annexe C.2.

Dépôt. Après ajout d'un volume de bleu de charge pour deux volumes de milieu réactionnel, les PCR ont été déposées sur gels d'acrylamide 6%. Les migrations électrophorétiques se sont déroulées dans du TBE 1X. L'annexe C.1 reprend les compositions des différentes solutions utilisées (acrylamide, TBE et bleu de charge).

Migration. Avant dépôt et migration de l'ADN, tous les gels d'acrylamide 6% sont préchauffés à 50 W pendant une dizaine à une vingtaine de minutes, afin de faire monter le gel en température. Après dépôt, le début de la migration s'effectue à 10 W, afin que l'ADN pénètre lentement dans le gel. Ceci permet d'optimiser la qualité des migrations. Les migrations se font ensuite à 50 W, avec une durée variable selon la taille des amorces (2 heures pour la *DLA0006*, la *DLA0011* et la *DLA0107* ; 3 heures pour la *DLA0001*, la *DLA0003*, la *DLA0004* et la *DLA0111* ; et 4h30 pour la *Dla-47*). Après migration, les fragments d'ADN amplifiés ont été visualisés sur les gels d'acrylamide à l'aide d'un scanner FMBio II (Hitachi Instruments, San José CA, USA), en tenant compte de la longueur d'onde d'émission des fluorochromes utilisés pour les différents locus (*tab. C.2*).

II.1.5- Problème rencontré lors du génotypage du locus *DLA0107*

Numérotés de 088 à 136, la plupart des allèles trouvés pour le locus *DLA0107* sont pairs et s'échelonnent toutes les quatre paires de bases. Cependant, sur la totalité des 19 allèles décelés, 7 ne suivent pas ce schéma et portent un numéro impair (107, 111, 115, 119, 123, 127 et 131). La taille du motif de ce locus semble donc n'être pas constante, ce qui pourrait s'expliquer par l'existence chez certains individus d'une délétion d'un nucléotide entre l'amorce et le début du microsatellite.

La bonne lisibilité du locus *DLA0107* (aucune difficulté n'a été décelée lors de la lecture des gels d'acrylamide), associée à la présence en proportions non négligeable de ces allèles impairs dans tous les échantillons, tendraient d'ailleurs à confirmer cette hypothèse. Cependant, afin de prévenir tout risque de biais, deux jeux de données auxquels ont été appliqués l'ensemble des traitements et analyses, ont été constitués. Le premier conserve l'intégralité de l'information, et comporte donc des allèles pairs et impairs. Par la suite, il sera noté « *DLA0107* ». Le second ne présente que des allèles pairs, toutes les données impaires ayant été transformées par l'ajout d'une paire de base (107 devient 108, 111 devient 112, etc.). Ce jeu de données corrigées est dénommé « *DLA0107cor* ».

II.1.6- Analyse des données génétiques

Tous les paramètres et estimateurs intervenant dans la mesure du polymorphisme et/ou la structuration des individus ont été calculés à l'aide du logiciel Genetix dans sa version 4.05 (Belkhir *et al.*, 1996-2004).

Mesure du polymorphisme. Le nombre d'allèles, l'hétérozygotie observée (*Ho*), et l'hétérozygotie théorique non biaisée sous l'hypothèse d'équilibre de Hardy-Weinberg (*He*), ont été calculés par locus et par population, à partir des données brutes de génotypage. L'hypothèse nulle d'un fonctionnement panmictique des populations a été testée en calculant le F_{is} (ou f) de Weir & Cockerham (1984), dont la significativité a été évaluée par la méthode de permutations aléatoires (10000 permutations).

Structure populationnelle. L'hétérogénéité spatiale des fréquences alléliques, qui est le reflet de la structure des populations, ainsi que le niveau de différenciation des paires d'échantillons, ont été estimés en calculant le θ (theta) de Weir & Cockerham (1984), un estimateur du F_{st} de Wright (1951). Comme dans le cas du F_{is} , la significativité de θ a été testée par permutations (10000 permutations).

Tests multiples. Dans le cas des tests multiples, le seuil de significativité α a été utilisé tel quel, mais a également été corrigé à l'aide d'une procédure séquentielle de Bonferroni (Holm, 1979). Ces corrections pour tests multiples concernent à la fois les tests de significativité de θ (test unilatéral) et de F_{is} (test bilatéral).

Assignment. L'assignation des différents individus échantillonnés à leur population d'origine la plus probable a été réalisée à l'aide du programme MLE 1.0 (Topchy *et al.*, 2004 ; <http://www.fw.msu.edu/labs/moecology/mleprogram.htm>), qui s'exécute à partir de l'ajout d'une macro complémentaire au logiciel Excel. Ce programme classe les individus selon un critère de maximum de vraisemblance. Le traitement a été lancé sur les six échantillons géographiquement inféodés à la Manche et au golfe de Gascogne, et génotypés avec huit locus. Les « populations mères » ont été représentées par les échantillons Manche Ouest et Gascogne, ce qui a permis d'analyser l'assignation des échantillons de juvéniles à ces échantillons d'adultes.

II.2- MARQUAGES

II.2.1- Les différents types de marquages possibles

Pour l'espèce *Dicentrarchus labrax*, deux catégories de marquages peuvent être envisagés : les marquages côtiers et les marquages hauturiers.

Les marquages côtiers sont principalement effectués par des pêcheurs récréatifs en saison estivale. Peu coûteux en moyens logistiques, ils restent cependant relativement aléatoires, car dépendant de pêcheurs volontaires. Ils présentent de plus l'inconvénient majeur de cibler à la fois juvéniles et adultes reproducteurs, car aucun critère morphologique externe ne permet de distinguer ces deux catégories d'individus qui possèdent pourtant des comportements migratoires très différents. L'interprétation des recaptures est alors délicate, notamment lorsque celles-ci s'effectuent à proximité des lieux de marquage, car il n'est pas possible de savoir si les poissons étaient encore inféodés aux estuaires qui leur servent de nourriceries, ou s'ils avaient déjà connu les migrations ontogéniques annuelles.

Pour pallier ce problème, un deuxième type de marquages s'effectuant à partir des captures de chalutiers pélagiques a été mis en place. Il permet de travailler sur une population structurée ne comportant que des bars sexuellement matures, car les chalutiers pélagiques ne ciblent cette espèce qu'en hiver, lorsque les poissons se regroupent en pleine eau au cours de la période de reproduction. En mars 2000, une opération de faisabilité menée en Manche et en Mer Celtique par le laboratoire DRV / RH du centre IFREMER de Brest, et par le CEFAS (Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science) de Lowestoft, a permis de mettre au point et de valider un protocole de marquage du bar en embarquant des scientifiques sur ces chalutiers. Dans la suite de cette étude, seul ce type de marquage a été considéré.

II.2.2- Marquages hauturiers

De décembre 2001 à mars 2004, près de 6000 bars communs ont été capturés, marqués puis relâchés au cours de trois campagnes de marquages hivernales, qui se sont déroulées en Manche, en Mer Celtique et dans le golfe de Gascogne. Organisées par le laboratoire UDPP / STH du centre IFREMER de Brest, et en collaboration avec la société Océanic Développement, ces campagnes ont été menées à partir de chalutiers pélagiques professionnels, grâce à la présence à bord de scientifiques embarqués pour l'occasion. Le tableau C.3 résume les données relatives aux opérations de marquage.

Tableau C.3 : Nombre de jours de marquages, nombre de bars communs marqués et localisation des zones de relâchés en fonction de la date des campagnes et de la zone géographique considérée. Le nom des paires de chalutiers pélagiques professionnels impliqués dans les campagnes de marquage est également indiqué : 1- Les Menhirs / Le Dolmen ; 2- Morgane / Thomas-Nicolas ; 3- Pen Kiriac III ; 4- Vent de Galerne / Melpomene ; 5- Magayant / Jet Stream ; 6- Actinie / Ablette ; 7- Gaetan Fabien / Pennaouerez Ar Mor ;

Zone	Date	Nb de jours de marquage / mois	Nb de bars marqués	Zones de captures et de relâchés (Rectangles Statistiques CIEM)	Chalutiers pélagiques
Manche / Mer Celtique	mars 2000	6	176	27E6; 28E6; 29E7; 30E4; 34E4	1
	mars 2002	28	860	27E6; 28E5; 28E6; 28E7; 29E7; 29E8; 30E4	1 - 2 - 3
	avril 2002	3	49	27E6; 28E6; 29E3; 29E6; 29E7	1 - 3
	fév. 2003	14	292	26E5; 27E4; 27E5; 27E6; 28E5; 28E6	1
	mars 2003	6	199	27E5; 28E6; 28E7; 29E5; 29E6; 30E5	4 - 5
	avril 2003	6	131	27E7; 28E7	5
	fév. 2004	3	38	28E5	1
	mars 2004	14	392	27E5; 27E6; 28E6; 28E8; 29E6; 29E8	1
			Total = 2137		
golfe de Gascogne	déc. 2001	7	238	18E8; 19E8; 20E8	6
	jan. 2002	11	457	19E8; 20E7; 21E7	6
	déc. 2002	4	57	21E7	6
	fév. 2003	20	803	21E7	6
	fév. 2003	21	1096	21E6; 21E7	6 - 7
	mars 2003	16	576	18E8; 19E7; 19E8; 20E6; 20E7; 21E7	6 - 7 - 4
	déc. 2003	10	140	21E7; 22E6; 22E7	6 - 4
	jan. 2004	13	486	21E7	6
fév. 2004	5	124	21E7	6	
			Total = 3977		

II.2.2.1- Type de marque

Les marques utilisées, appelées « New York » (Hallprint PTY Ltd., Holden Hill, South Australia), sont des marques interne / externe de grande taille, qui fonctionnent à la manière d'une « ancre » abdominale. Elles sont constituées par un cylindre de nylon de couleur jaune ayant l'aspect d'un spaghetti de 105 mm de long, à un bout duquel se situe une barre en forme de « T » permettant l'ancrage dans le poisson (*fig. C.2*). Toutes les marques sont numérotées individuellement, et portent un message imprimé en anglais et en français demandant leur retour au CEFAS de Lowestoft ou au centre IFREMER de Brest, ainsi que des précisions concernant la recapture (date, position).

Figure C.2 : Photographie d'une marque de type « New York » (Hallprint PTY Ltd., Holden Hill, South Australia)

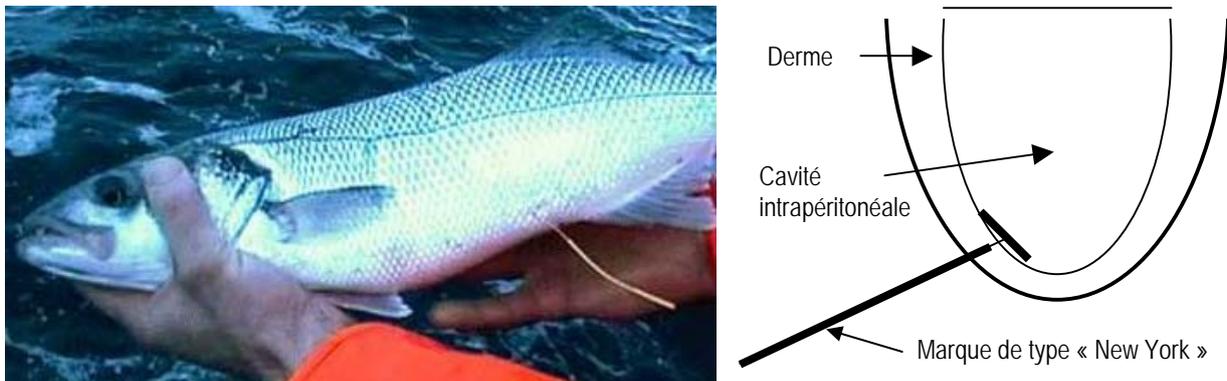


Les marques de type « New York » se manipulent et se posent relativement rapidement et facilement. Elles permettent aux poissons de rester libres de leurs mouvements, et ont déjà été utilisées avec succès dans de précédentes études de marquage sur le bar (Pawson *et al.*, 1987). De plus, un test préliminaire effectué sur de jeunes bars d'élevage maintenus dans des bacs d'aquaculture au sein des installations d'IFREMER a montré que le marquage ne semblait pas affecter la survie du poisson (données non publiées).

II.2.2.2- Déroulement du marquage

A chaque coup de chalut, les bars ayant le mieux supporté la capture (absence de lésions, pas ou peu de perte d'écaillés, maintien d'une certaine vigueur) sont sélectionnés pour être marqués. En attendant la pose de la marque, ils sont placés dans un bac contenant de l'eau de mer pour leur permettre de récupérer.

Figure C.3 : Photographie montrant une marque de type « New York » posée sur un bar, et schéma en coupe illustrant l'accrochage abdominal avec la position de la barre en « T » à l'intérieur de la cavité intrapéritonéale.



Chaque individu est ensuite enroulé dans une pièce de tissu humide qui lui recouvre la tête et les ouïes. L'opérateur peut alors le manipuler sans dommage, et sans prendre le risque de se blesser avec les épines des opercules et de la première nageoire dorsale. Les poissons sont tout d'abord mesurés (longueur totale notée au centimètre inférieur), puis une petite incision verticale est pratiquée au scalpel dans la partie ventrale située à 1 – 2 cm en amont de l'anus. Le péritoine doit être perforé. La barre en « T » de la marque est alors repliée dans l'axe du cylindre central, ce qui permet de l'introduire entièrement par l'incision. Enfin, une légère traction est exercée sur la marque, afin d'assurer son ancrage

par une bonne mise en place de la barre en « T » le long de la cavité intrapéritonéale (fig. C.3).

Les écailles, qui sont utilisées chez le bar pour estimer l'âge des individus, n'ont pas été prélevées ici. Des études antérieures sur cette espèce ont montré que la prise de quelques écailles ne diminuait pas les chances de survie des individus (Kelley, 1979). Cependant, le type d'engin utilisé dans cette étude (chalut pélagique) engendre une capture très stressante pour les poissons, et toute manipulation potentiellement responsable d'une augmentation de la mortalité a été rejetée. Mais de toute façon, même si leur âge n'est pas précisément connu, les bars marqués ont tous été pêchés sur des zones de concentrations de poissons en période de reproduction. Ils appartiennent donc tous *a priori* à la catégorie des adultes sexuellement matures.

Après le marquage, les poissons sont gardés quelques dizaines de minutes dans un bac d'eau de mer pour s'assurer qu'ils ont bien supporté l'opération, puis relâchés. Dates et positions des captures et des relâchés sont déterminées d'après les log books des chalutiers, qui contiennent normalement la position de tous les traits de chaluts (tab. C.3).

II.2.2.3- Publicité autour des campagnes de marquages

Afin d'informer les différents acteurs susceptibles de trouver des bars marqués (pêcheurs professionnels mais aussi récréatifs, mareyeurs, etc.) et de les sensibiliser au retour des marques, des affichettes ont été diffusées par routage vers les criées et les mareyeurs. Plus officiellement, un courrier explicitant le but des opérations a été adressé aux comités national, régionaux et locaux des pêches concernés par les façades Manche et Atlantique. Enfin, afin de toucher le plus large public possible, un article a été publié dans le journal professionnel « Le Marin » ainsi que dans le magazine de pêche récréative « La Pêche en Mer ».

II.2.2.4- Biais d'échantillonnage

Pour ne pas léser les patrons pêcheur ayant accepté de prendre à bord les opérateurs, tous les poissons destinés au marquage leur ont été achetés. Le prix d'achat se basant sur le poids, ce dernier a été estimé en utilisant la relation mathématique établie par Dorel en 1986, reliant le poids et la taille du bar. Pour pouvoir marquer le plus de bars possible au moindre coût, il a donc été demandé aux opérateurs de sélectionner si possible de petits poissons. Il existe donc un biais au niveau de la composition en taille des bars marqués, qui ne reflète en aucun cas celle de la totalité des captures.

III- RÉSULTATS

III.1- MARQUEURS MICROSATELLITES

Les huit locus microsateellites utilisés dans cette étude sont polymorphes. Le nombre d'allèles par locus tous échantillons confondus varie de 7 (*Dla-47*) à 28 (*DLA0011*), et de 4 (Ecosse, *DLA0001*) à 25 (golfe de Gascogne, *DLA0001*) si l'on individualise les échantillons (*tab. C.5*).

III.1.1- Structure génétique des échantillons

III.1.1.1- Diversité génétique

Les F_{is} de Weir & Cockerham (1984) indiquent que tous les échantillons sont à l'équilibre de Hardy-Weinberg pour les locus *DLA0003*, *DLA0004*, *DLA0107cor* (c'est-à-dire le locus *DLA0107* dont la numérotation des allèles a été corrigée ; § II.1.5) et *Dla-47* (p -value > 0,05). A l'inverse, un déséquilibre existe chez au moins un des échantillon pour les autres locus (*tab. C.5*). Cependant, si une correction séquentielle de Bonferroni est appliquée, ces déséquilibres n'apparaissent plus que pour trois locus. L'Irlande pour le locus *DLA0011*, ainsi que La Rochelle et Manche Ouest pour le locus *DLA0111* présentent en effet un excès significatif d'hétérozygotes, tandis que le locus *DLA0006* semble un peu à part, puisque tous les échantillons excepté celui de la Rochelle sont significativement déficitaires en hétérozygotes. Cette particularité du locus *DLA0006* pourrait être révélatrice de la présence d'un allèle nul.

A l'exception de Calais et Saint-Malo, le calcul des F_{is} moyens avec les jeux de données « *DLA0107* » ou « *DLA0107cor* » indique que les échantillons tous locus confondus sont à l'équilibre de Hardy-Weinberg (*tab. C.5*). Les déséquilibres recensés plus haut n'ont donc pas de réelle incidence sur les résultats multilocus.

Pour Calais et Saint-Malo, la correction séquentielle de Bonferroni annule les déséquilibres observés (*tab. C.5*), sauf dans le cas du F_{is} moyen de Calais calculé avec le jeu de données « *DLA0107cor* ». Ce déséquilibre est alors essentiellement du au locus *DLA0006*, puisque la significativité du F_{is} moyen disparaît dès lors qu'il n'entre plus en jeu ($f_{Calais} = -0,0036$; NS).

Tableau C.5 : Nombre d'individus génotypés (n), nombre d'allèle (k), hétérozygotie (He) calculée sans biais (Nei, 1978), hétérozygotie observé (Ho), et F_{is} calculé d'après la méthode de Weir & Cockerham (1984) par locus et par population. Le nombre total d'allèles par locus (K_{tot}), ainsi que les F_{is} moyens par population sont également donnés. Pour le locus *DLA0107*, les valeurs provenant du jeu de données non modifiées ainsi que celles des données corrigées sont présentes. * : F_{is} significatif pour $p < 0,05$; ** : F_{is} significatif pour $p < 0,01$; *** : F_{is} significatif pour $p < 0,001$. Les cases surlignées indiquent les valeurs qui restent significatives après corrections séquentielles de Bonferroni.

		Gascoigne	La Rochelle	Biarritz	Manche Ouest	Calais	Saint-Malo	Irlande	Ecosse
DLA0001 K _{tot} = 14	n	95	53	50	31	51	113	18	17
	k	9	8	9	7	9	14	8	4
	He	0,702	0,730	0,772	0,684	0,678	0,743	0,660	0,521
	Ho	0,653	0,623	0,740	0,581	0,706	0,673	0,500	0,529
	F_{is}	0,071	0,149 *	0,042	0,153	-0,042	0,095 *	0,248 *	-0,018
DLA0003 K _{tot} = 27	n	95	51	50	31	51	115		
	k	25	19	18	16	19	20		
	He	0,925	0,916	0,924	0,928	0,907	0,916		
	Ho	0,947	0,961	0,940	0,871	0,902	0,930		
	F_{is}	-0,025	-0,049	-0,018	0,062	0,006	-0,016		
DLA0004 K _{tot} = 18	n	95	53	50	31	50	116		
	k	15	14	14	11	13	16		
	He	0,888	0,883	0,860	0,844	0,866	0,873		
	Ho	0,905	0,830	0,860	0,903	0,900	0,853		
	F_{is}	-0,019	0,06	0	-0,072	-0,04	0,022		
DLA0006 K _{tot} = 13	n	95	49	50	31	50	116		
	k	11	8	8	9	9	11		
	He	0,673	0,528	0,582	0,533	0,617	0,610		
	Ho	0,568	0,490	0,360	0,355	0,260	0,491		
	F_{is}	0,156 **	0,073	0,383 ***	0,338 ***	0,581 ***	0,195 ***		
DLA0011 K _{tot} = 28	n	90	49	50	30	45	106	18	17
	k	24	25	23	17	21	23	16	15
	He	0,949	0,947	0,939	0,928	0,939	0,942	0,941	0,939
	Ho	0,944	0,959	0,920	0,833	0,889	0,934	1,000	0,941
	F_{is}	0,005	-0,013	0,02	0,104 *	0,054	0,008	-0,064 ***	-0,002
DLA0107 K _{tot} = 19	n	92	45	50	31	45	114	18	17
	k	16	14	14	15	12	16	10	11
	He	0,872	0,847	0,878	0,891	0,857	0,857	0,875	0,895
	Ho	0,783	0,800	0,900	0,936	0,867	0,816	0,889	0,941
	F_{is}	0,103 **	0,056	-0,025	-0,051	-0,011	0,049	-0,017	-0,053
DLA0107cor K _{tot} = 12	n	92	45	50	31	45	114	18	17
	k	10	9	8	10	8	11	7	8
	He	0,806	0,803	0,796	0,823	0,811	0,786	0,848	0,822
	Ho	0,750	0,778	0,800	0,903	0,778	0,746	0,833	0,882
	F_{is}	0,069	0,032	-0,005	-0,099	0,041	0,052	0,017	-0,076
DLA0111 K _{tot} = 14	n	94	52	50	31	50	115	18	17
	k	12	10	11	11	11	13	7	6
	He	0,837	0,853	0,870	0,856	0,853	0,854	0,711	0,800
	Ho	0,883	0,962	0,960	1,000	0,860	0,887	0,778	0,882
	F_{is}	-0,056	-0,129 **	-0,105 *	-0,172 ***	-0,008	-0,039	-0,097	-0,106
Dla-47 K _{tot} = 7	n	95	53	50	31	51	115	18	17
	k	7	6	6	6	6	6	5	7
	He	0,660	0,710	0,694	0,670	0,629	0,685	0,571	0,595
	Ho	0,684	0,755	0,640	0,710	0,628	0,678	0,556	0,471
	F_{is}	-0,037	-0,064	0,078	-0,015	0,003	0,01	0,029	0,215
F_{is} moyens (DLA0107)		0,021	0,006	0,031	0,028	0,053 *	0,033 *	0,01	-0,004
F_{is} moyens (DLA0107cor)		0,016	0,002	0,034	0,022	0,061 **	0,034 *	0,018	-0,008

III.1.1.2- Différenciation génétique

III.1.1.2.1- F_{st} par locus

Seul un locus (*DLA0001* ; p-value < 0,05) possède une valeur de F_{st} (Weir & Cockerham, 1984) significativement différente de 0, et ce uniquement dans le cas où le calcul s'effectue sur l'ensemble des huit échantillons (tab. C.6). Les F_{st} de tous les autres locus ne sont pas significatifs, que l'on considère les six (Calais, Saint-Malo, La Rochelle, Biarritz, Gascogne et Manche Ouest) ou les huit échantillons (les précédents plus Irlande et Ecosse).

Le F_{st} moyen des six échantillons génotypés sur huit locus n'est pas significatif ($\theta = 0,0010$; $IC_{\alpha = 0,05} = [-0,00055 ; 0,00245]$ avec le jeu de données « *DLA0107* » ; $IC_{\alpha = 0,05} = [-0,00065 ; 0,00255]$ avec le jeu de données « *DLA0107cor* »)(tab. C.6). Par contre, le F_{st} moyen des huit échantillons génotypés sur cinq locus est associé à une p-value de 0,018, et est donc significativement différent de zéro ($\theta = 0,0022$; $IC_{\alpha = 0,05} = [-0,00019 ; 0,00427]$ avec le jeu de données « *DLA0107* » ; $IC_{\alpha = 0,05} = [-0,00037 ; 0,00421]$ avec le jeu de données « *DLA0107cor* »)(tab. C.6).

Le niveau de différenciation génétique est donc globalement faible. Une très légère structure n'existe que lorsque la totalité des huit échantillons est réunie, c'est-à-dire lorsque l'Irlande et l'Ecosse se rajoutent aux six échantillons provenant de la Manche et du golfe de Gascogne.

θ	6 échantillons	8 échantillons
DLA0001	0,0046	0,0060 *
DLA0003	0,0017	/
DLA0004	-0,0005	/
DLA0006	0,0028	/
DLA0011	0,0006	0,0011
DLA0107	0,0013	0,0023
DLA0107cor	0,0020	0,0023
DLA0111	0,0008	0,0028
Dla-47	-0,0041	-0,0034
Moyenne 1	0,0010	0,0022 *
Moyenne 2	0,0010	0,0022 *

Tableau C.6 : θ de Weir & Cockerham (1984), calculés par locus pour huit locus et six échantillons (Calais, Saint-Malo, La Rochelle, Biarritz, Gascogne et Manche Ouest), ou pour cinq locus et huit échantillons (les précédents plus Irlande et Ecosse). Les valeurs du locus *DLA0107* figurent avec des données non corrigées (*DLA0107*) ou corrigées (*DLA0107cor*). Les F_{st} moyens, calculés tous locus confondus, sont également donnés (moyenne 1 : avec *DLA0107* sans *DLA0107cor*; moyenne 2 : avec *DLA0107cor* sans *DLA0107*).
* F_{st} significatif pour $p < 0,05$.

III.1.1.2.2- F_{st} par paire d'échantillons

Échantillons de Manche et du golfe de Gascogne génotypés sur huit locus. Quel que soit le jeu de données considérés (avec le locus *DLA0107* ou le locus *DLA0107cor*), les F_{st} calculés par paires d'échantillons ne permettent d'en différencier génétiquement qu'un seul couple (tab. C.7A et C.7B). En effet, seule la valeur de F_{st} pour Manche Ouest / Saint-Malo est significativement différente de zéro (p -value < 0,05 avec *DLA0107* ; p -value < 0,01 avec *DLA0107cor*). De plus, toute significativité est perdue dès lors que la correction séquentielle de Bonferroni est utilisée. Il y a donc absence de structuration génétique entre les six échantillons provenant de la Manche et du golfe de Gascogne. A noter que le choix du jeu de données (avec le locus *DLA0107*, tab. C.7A ; ou avec le locus *DLA0107cor*, tab. C.7B) a peu d'impact sur les résultats : les valeurs de F_{st} par paires d'échantillons ne varient que très légèrement du tableau C.7A au tableau C.7B.

Tableaux C.7A et C.7B : Valeurs des F_{st} calculés par paires d'échantillons, pour les six échantillons (Calais, Saint-Malo, La Rochelle, Biarritz, Gascogne et Manche Ouest) génotypés avec huit locus (*DLA0001*, *DLA0003*, *DLA0004*, *DLA0006*, *DLA0011*, *DLA0107* ou *DLA0107cor*, *DLA0111*, *Dla-4*). A : jeu de données avec *DLA0107* sans *DLA0107cor* ; B : jeu de données avec *DLA0107cor* sans *DLA0107*. * F_{st} significatif pour $p < 0,05$; ** F_{st} significatif pour $p < 0,01$.

7A	Gascogne	La Rochelle	Biarritz	Manche Ouest	Calais	Saint-Malo
Gascogne	-	0,0002	0,0021	0,0028	-0,0006	0,0008
La Rochelle		-	0,0007	0,0017	0,0001	-0,0002
Biarritz			-	-0,0002	0,0031	-0,0011
Manche Ouest				-	-0,0008	0,0048 *
Calais					-	0,0022
Saint-Malo						-

7B	Gascogne	La Rochelle	Biarritz	Manche Ouest	Calais	Saint-Malo
Gascogne	-	-0,0003	0,0019	0,0054	-0,0008	0,0010
La Rochelle		-	-0,0002	0,0028	-0,0001	-0,0005
Biarritz			-	0,0014	0,0015	-0,0013
Manche Ouest				-	-0,0004	0,0068 **
Calais					-	0,0016
Saint-Malo						-

Échantillons de Manche et du golfe de Gascogne génotypés sur cinq locus. Les résultats diffèrent peu des précédents (tab. C.8A et C.8B). Deux valeurs de F_{st} sont significatives ($p < 0,05$) dans chacun des tableaux C.8 (Biarritz / Calais et Calais / Saint-Malo, tab. C.8A ; Biarritz / Calais et Manche Ouest / Saint-Malo, tab. C.8B), mais cette significativité est perdue quand la correction séquentielle de Bonferroni est appliquée. Comme auparavant, aucune structure génétique n'est détectée.

Totalité des échantillons génotypés sur cinq locus. L'ajout des échantillons Irlande et Ecosse modifie la situation. Dans le cas du jeu de données contenant le locus *DLA0107* (tab. C.8A), l'Ecosse se distingue en effet de Biarritz et de Saint-Malo, tandis que l'Irlande diffère significativement de tous les autres échantillons, excepté ceux de Saint-Malo et d'Ecosse. L'utilisation des corrections séquentielles de Bonferroni supprime toute

significativité, mais il convient ici de considérer ces corrections avec précautions. En effet, si les résultats significatifs se distribuaient au hasard, chaque paire d'échantillons aurait 8 chances sur 28 d'avoir une valeur de F_{st} significative (8 correspond au nombre de populations, et 28 au nombre de paires d'échantillons possibles ($8 \times 7 / 2 = 28$)), et une moyenne de $7 \times 8 / 28 = 2$ valeurs significatives serait trouvée pour chacun des échantillons (7 couples peuvent être formés à partir d'un échantillon). Les cinq valeurs significatives trouvées pour l'Irlande ne sont donc pas dues au hasard, et cet échantillon semble bien s'individualiser par rapport aux autres, et tout particulièrement par rapport à ceux de la Manche et du golfe de Gascogne.

Dans le cas du jeu de données contenant le locus *DLA0107cor* (tab. C.8B), les résultats précédents sont nettement moins prononcés : l'Ecosse se différencie des deux mêmes échantillons (Biarritz et Saint-Malo), mais l'Irlande ne se différencie plus que de La Rochelle et Biarritz. De plus, les deux valeurs significatives trouvées pour l'Irlande et l'Ecosse peuvent être dues au hasard si on applique le raisonnement ci-dessus, et sont perdues si on utilise les corrections séquentielles de Bonferroni.

La différenciation de l'Irlande par rapport aux échantillons Gascogne, Manche Ouest et Saint-Malo semble ainsi essentiellement liée au locus *DLA0107*. Si les allèles impairs de ce locus n'existe pas (cf. § II.1.5), et qu'il convient de ne considérer que le jeu de données « *DLA0107cor* », la structuration de l'Irlande par rapport aux autres échantillons devient très hypothétique.

Tableaux C.8A et C.8B : Valeurs des F_{st} calculés par paires d'échantillons, pour les huit échantillons (Calais, Saint-Malo, La Rochelle, Biarritz, Gascogne, Manche Ouest, Irlande et Ecosse) génotypés avec cinq locus (*DLA0001*, *DLA0011*, *DLA0107* ou *DLA0107cor*, *DLA0111*, *Dla-47*). A : jeu de données avec *DLA0107* sans *DLA0107cor*; B : jeu de données avec *DLA0107cor* sans *DLA0107*. * F_{st} significatif pour $p < 0,05$; ** F_{st} significatif pour $p < 0,01$.

8A	Gascogne	La Rochelle	Biarritz	Manche Ouest	Calais	Saint-Malo	Irlande	Ecosse
Gascogne	-	-0,0017	0,0018	-0,0012	0,0001	0,0014	0,0099 *	0,0015
La Rochelle		-	0,0006	0,0007	0,0002	-0,0007	0,0146 *	0,0083
Biarritz			-	0,0020	0,0052 *	-0,0024	0,0159 **	0,0109 *
Manche Ouest				-	-0,0033	0,0028	0,0116 *	0,0034
Calais					-	0,0041 *	0,0047	-0,0011
Saint-Malo						-	0,0113 *	0,0120 *
Irlande							-	0,0058
Ecosse								-

8B	Gascogne	La Rochelle	Biarritz	Manche Ouest	Calais	Saint-Malo	Irlande	Ecosse
Gascogne	-	-0,0026	0,0015	0,0029	-0,0002	0,0017	0,0074	0,0030
La Rochelle		-	-0,0008	0,0025	-0,0002	-0,0011	0,0114 *	0,0091
Biarritz			-	0,0046	0,0027 *	-0,0027	0,0113 *	0,0110 *
Manche Ouest				-	-0,0027	0,0059 *	0,0088	0,0088
Calais					-	0,0030	0,0036	-0,0005
Saint-Malo						-	0,0081	0,0135 **
Irlande							-	0,0035
Ecosse								-

III.1.2- Assignment

Pour un même échantillon, le profil des histogrammes résultant de l'utilisation des jeux de données « DLA0107 » (fig. C.4 ; graphiques A) ou « DLA0107cor » (fig. C.4 ; graphiques B) sont quasi similaires. Contrairement à ce qui était observé dans le calcul des F_{st} par paires d'échantillons, le choix du jeu de données n'influence pas les résultats et est donc indifférent.

Dans l'hypothèse où les juvéniles de Manche (respectivement du golfe de Gascogne) proviendraient de la reproduction des adultes de Manche (respectivement du Golfe), et leur seraient donc préférentiellement assignés, les résultats obtenus indiquent des taux d'erreur d'assignation de 58,8 %, 74,1 %, 34 % et 48 % (données « DLA0107 »), ou 52,9 %, 72,4 %, 32,1 % et 46 % (données « DLA0107cor »), pour les échantillons respectifs de Calais, Saint-Malo, La Rochelle et Biarritz. Ces taux d'erreur sont particulièrement forts pour les échantillons de Calais et Saint-Malo. Ils dépassent 50 %, ce qui indique une assignation plus forte de ces juvéniles aux adultes du Golfe et non à ceux de la Manche, et infirmerait donc l'hypothèse de départ. Cependant, il faut également noter que :

- les taux d'erreur des deux autres échantillons (La Rochelle et Biarritz) ne sont pas négligeables. Bien que globalement assignés aux adultes du Golfe, une grosse proportion de ces juvéniles (environ un tiers pour La Rochelle, et un peu moins de la moitié pour Biarritz) n'en restent pas moins plus proches des adultes « Manche Ouest ».
- à l'exception de ceux de La Rochelle, relativement peu de juvéniles présentent une probabilité d'assignation à l'une des deux « populations mères » supérieure à 90 %. Les résultats mettent plutôt en évidence un continuum de probabilités d'assignation, et sont donc relativement ambigus.
- les effectifs des deux « populations mères » sont susceptibles d'influer sur les résultats. En effet, l'échantillon « Gascogne » comporte 95 individus contre 31 pour celui de « Manche Ouest ». Les fréquences alléliques sont donc mieux représentées et décrites pour « Gascogne », ce qui expliquerait des assignations plus fréquentes à cet échantillon de référence plutôt qu'à celui de « Manche Ouest ».

Ainsi, le schéma général qui se dégage des résultats d'assignation n'est pas représentatif d'échantillons structurés génétiquement, et tend au contraire à montrer qu'ils ne sont que faiblement différenciés.

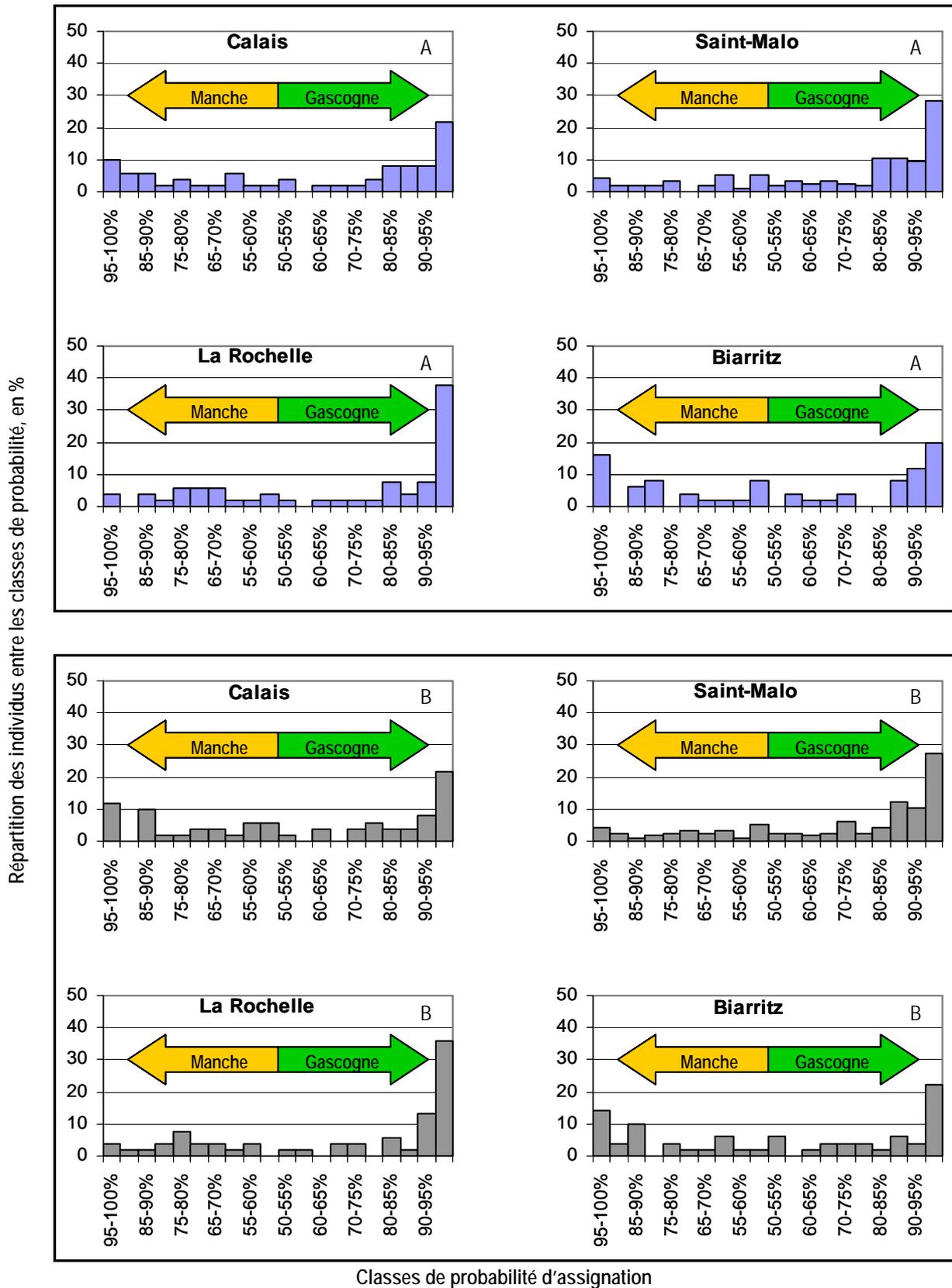


Figure C.4 : Répartition des juvéniles en fonction de leur probabilité d'être assignés à l'une des deux « populations mère » représentées par les adultes de l'échantillon « Manche Ouest » ou ceux de l'échantillon « Gascogne ». **Graphiques A :** assignations effectuées avec le jeu de données « DLA0107 » ; **Graphiques B :** assignations effectuées avec le jeu de données « DLA0107cor »

III.2- MARQUAGES

Entre mars 2000 et mars 2004, 1968 bars en Manche (divisions CIEM VII d, VII e et VII h), 169 bars en Mer Celtique (divisions VII a et VII h), et 3977 bars dans le golfe de Gascogne (divisions VIII a et VIII b) ont été marqués à partir de chalutiers pélagiques. Le tableau C.9 indique le nombre de poissons marqués par année et position de marquage, ainsi que le nombre de recaptures issues de ces différentes zones de marquage, tandis que la figure C.5 illustre la position des recaptures en fonction de la zone de relâché.

Tableau C.9 : Positions de relâché (décrites par les critères lieu et année de marquage), nombres de bars marqués, nombres de recaptures issues des relâchés et pourcentage qu'ils représentent (valeurs en italique entre parenthèses). Les marquages et les recaptures peuvent avoir eu lieu la même année (colonne « année n »), où être décalées d'une ou de deux années (colonne « année >n »).

Zone	Divisions et Rectangles Statistiques CIEM de marquage	Année	Nd de bars marqués	Recaptures année n / année >n		
Manche et Mer Celtique	VII a 34E4	2000	17			
	VII d 28E8; 29E8	29E8	2002	13		
		28E8; 29E8	2004	60		
	VII e 27E6; 28E5; 28E6; 28E7; 29E5; 29E6; 29E7	27E6; 28E6; 29E7	2000	111		
		27E6; 28E5; 28E6; 28E7; 29E5; 29E6; 29E7	2002	799	7 (0.9)	
		26E5; 27E5; 27E6; 27E7; 28E5; 28E6; 28E7; 29E5; 29E6	2003	609	12 (2.0)	2 (0.3)
		27E5; 27E6; 28E5; 28E6; 29E6	2004	370	3 (0.8)	
		30E4	2000	48	1 (2.1)	
	VII f 29E3; 30E4	29E3; 30E4	2002	97		
		30E5	2003	7		
	VII h 27E4	2003	6			
	golfe de Gascogne	21E7	2002	463		
VIII a 21E6; 21E7; 22E6; 22E7		21E6; 21E7; 22E6; 22E7	2003	2295	20 (0.9)	2 (0.01)
		21E7	2004	610	5 (0.8)	1 (0.2)
VIII b 18E8; 19E8; 20E8		18E8; 19E8; 20E8	2001	238	2 (0.8)	8 (3.4)
		19E8; 20E7	2002	51	1 (2.0)	
		18E8; 19E7; 19E8; 20E6; 20E7	2003	320	5 (1.6)	
Total			6114	56 (0,9)	13 (0,2)	

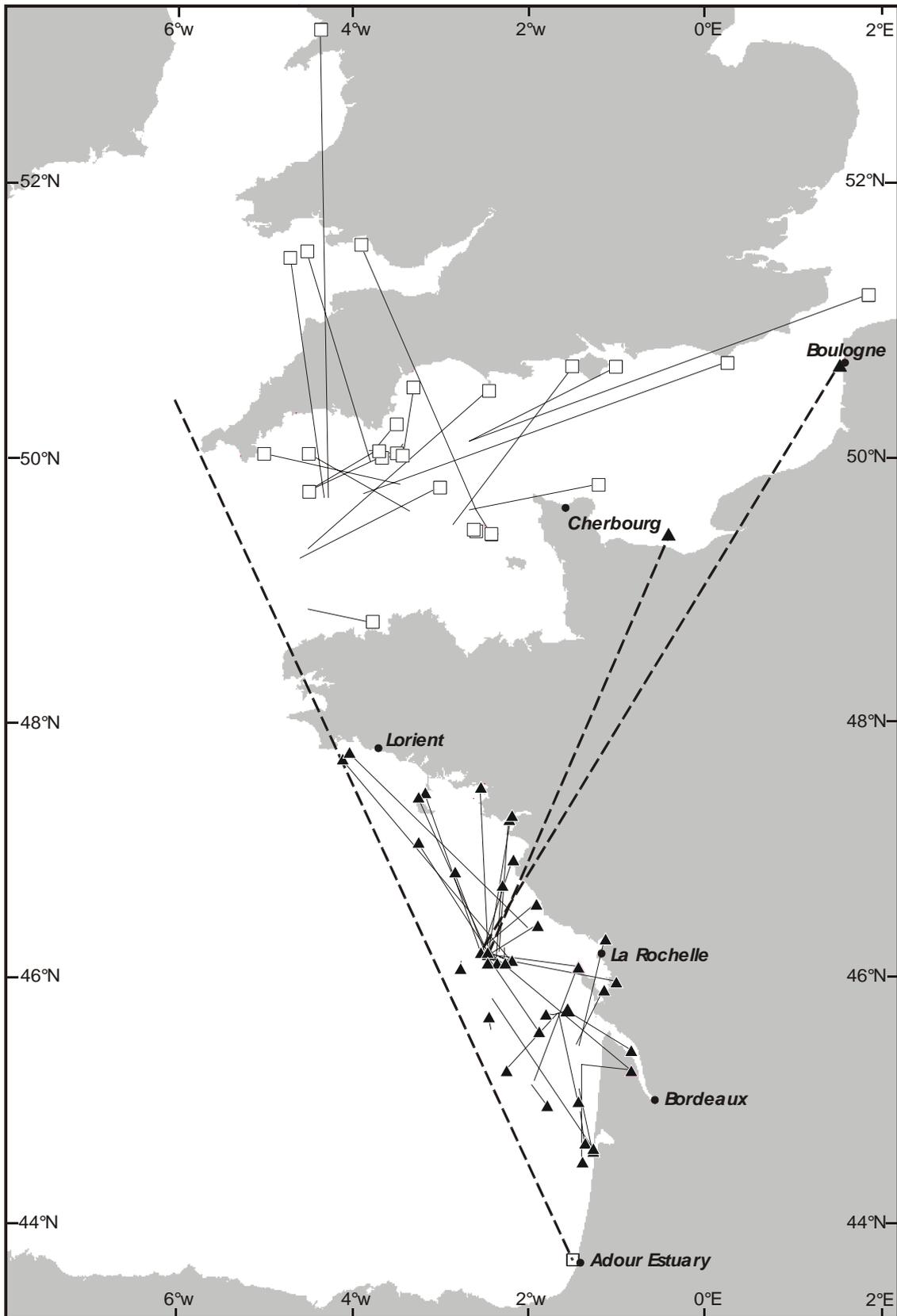


Figure C.5 : carte illustrant la position géographique des recaptures en fonction de celle des marquages. □ recaptures issues de marquages effectués en Manche et Mer Celtique ; ▲ recaptures issues de marquages effectués dans le golfe de Gascogne ; — ligne reliant la position du marquage à celle de la recapture ; - - - trajet des trois individus marqués dans un bassin et recapturés dans le second.

III.2.1- Composition en taille

Les tailles des bars marqués toutes zones confondues s'échelonnent entre 29 et 60 cm, avec un mode tournant autour de 40 - 41 cm dans le golfe de Gascogne, et de 43 cm en Manche et Mer Celtique (fig. C.6). Les opérateurs embarqués n'étaient pas supposés sexer les poissons. Cependant, la présence évidente de laitance apparaissant dès légère pression des flancs, a permis de conclure que la majorité d'entre eux étaient des mâles. Chez *Dicentrarchus labrax*, la taille à la première maturité sexuelle diffère entre les deux sexes. En Manche, elle est généralement considérée comme étant de 36 cm pour les mâles et de 42 cm pour les femelles (Pickett & Pawson, 1994). Cependant, ces valeurs sont à revoir à la baisse dès lors que l'on s'intéresse aux individus du golfe de Gascogne. Ceci pourrait expliquer que des individus sexuellement matures d'une taille inférieure à 36 cm (sans doute des mâles) aient été marqués dans le golfe de Gascogne, et que la taille modale du Golfe soit légèrement inférieure à celle de la Manche.

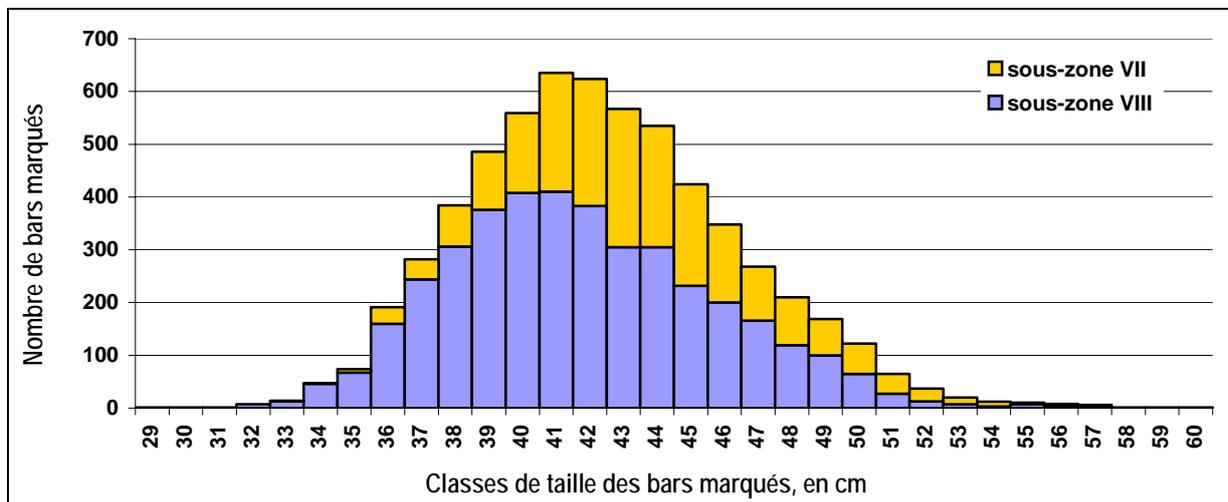


Figure C.6 : distribution des longueurs totales mesurées au centimètre inférieur pour les bars marqués dans les sous-zones CIEM VII (Manche et Mer Celtique) et VIII (golfe de Gascogne).

III.2.2- Taux de recapture

A ce jour (fin avril 2005), le nombre de recaptures déclarées s'élèvent à 69 – 24, 1, 28 et 16 d'entre elles provenant respectivement des divisions VIIe, VIIIf, VIIIa et VIIIb. Le taux de recapture (69 marques retrouvées sur 6114 marques posées) n'est donc que très légèrement supérieur à 1 %, ce qui représente une valeur relativement faible comparée à celles rapportées dans d'autres études (e.g. Pickett *et al.* (2004) obtiennent pour la même espèce un taux de recapture de 3,7 %, valeur qu'eux-mêmes considèrent déjà comme faible). Considérées comme traumatisantes pour les poissons, les captures au chalut peuvent être responsables d'une forte mortalité des individus marqués, ce qui expliquerait ce médiocre taux de recapture. Cependant, le bar est connu pour être une espèce particulièrement résistante. Ainsi, bien plus que les conditions de marquages, l'hostilité latente d'une partie des pêcheurs professionnels et récréatifs envers l'IFREMER,

avivée par les conflits inter-métiers inhérents à l'espèce bar, pourrait être à l'origine d'une rétention de certaines marques, d'où une diminution du taux de recapture observé.

III.2.3- Schémas migratoires

III.2.3.1- Cas général

Quelle que soit la zone géographique considérée, la majorité des recaptures (41 sur 69, soit 59,4 %) surviennent au cours des deux premiers mois suivant les marquages (*fig. C.7*). Entre le troisième et le septième mois, le nombre de recaptures mensuelles varie de 3 à 5. Il reste donc relativement constant sur une assez longue période, avant de fortement diminuer à partir du huitième mois suivant les marquages. Les recaptures deviennent alors de moins en moins fréquentes. Cependant, et bien que cela reste rare, quelques poissons marqués sont recapturés plus d'un an, voire plus de deux ans après les marquages.

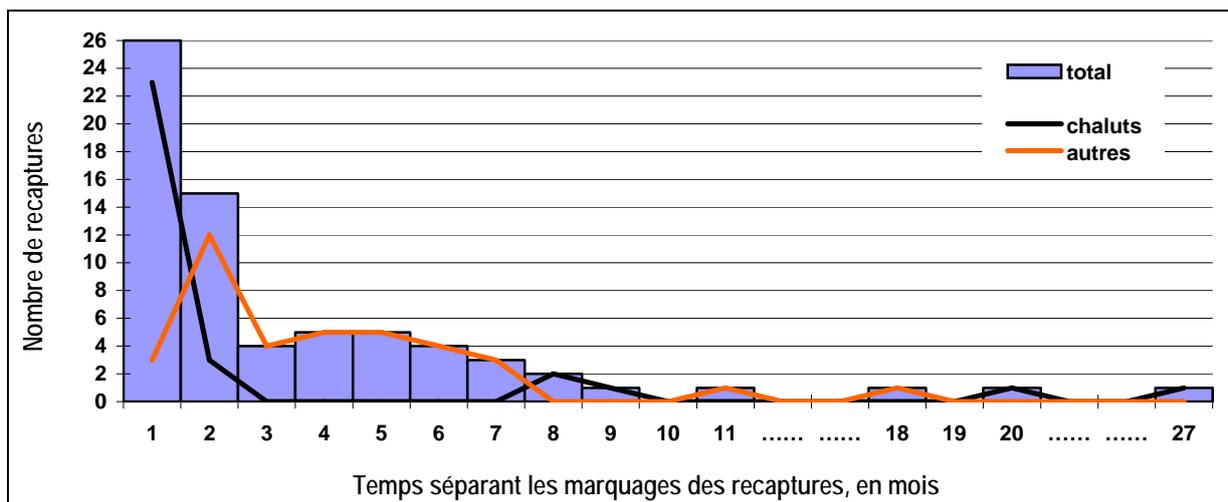


Figure C.7 : Nombre de recaptures en fonction du temps écoulé depuis le marquage, et en fonction de l'engin utilisé lors de la recapture. « chaluts » représente les chaluts pélagiques et de fond ; « autres » représente tous les engins n'appartenant pas à ces 2 premiers types.

Au cours du premier mois, les bars sont très majoritairement recapturés par des chalutiers pélagiques (23 individus sur 26), au niveau des rectangles statistiques sur lesquels ils ont été marqués, ou de rectangles adjacents. Cependant, la répartition des recaptures entre chaluts et autres types d'engins s'inverse complètement dès le deuxième mois, puisque 80 % des bars marqués (12 individus sur 15) ont cette fois-ci été repêchés près des côtes, et ce essentiellement par des ligneurs et des palangriers. Lors de leur période de reproduction, les poissons resteraient donc un minimum d'un mois au niveau des zones hauturières où ils sont ciblés par les chalutiers pélagiques, avant de rejoindre rapidement les zones côtières où travaillent ligneurs, palangriers et petits fileyeurs. Entre les troisième et septième mois suivant les marquages, 21 recaptures (soit 30,4 % des recaptures totales) dont les dates correspondent aux mois

d'avril à septembre ont été déclarées. Ce sont des recaptures estivales qui proviennent toutes d'engins autres que les chaluts. Sur l'ensemble des 69 marques récupérées, l'analogie entre périodes de l'année - estivale ou hivernale - et type de pêcheries recapturant les bars marqués – côtières (lignes, palangres et filets), ou hauturières (chaluts pélagiques et de fond) – est quasi systématique. Ceci permet de conforter le schéma migratoire traditionnellement accepté pour le bar, qui alterne présence estivale sur des zones de nourrissage côtières, et concentrations hivernales hauturières en période de reproduction (Pawson *et al.*, 1987).

Le modèle migratoire révélé par cette étude tend à montrer que les bars restent le plus souvent inféodés à un bassin : la grande majorité des recaptures proviennent en effet du bassin dans lequel le marquage a également eu lieu. Cependant, 3 des 69 recaptures (environ 4 %) montrent que de longues migrations entre la Manche ou la Mer Celtique et le golfe de Gascogne sont également possibles. Ainsi, un bar marqué en Mer Celtique a été repêché au niveau de l'estuaire de l'Adour, tandis que deux bars marqués dans le golfe de Gascogne ont été recapturés l'un à l'est de Cherbourg, et l'autre aux environs de Boulogne-sur-mer (*fig. C.5* ; pointillés en gras —).

III.2.3.2- Marquages en Manche et Mer Celtique

La quasi totalité des 25 recaptures de bars marqués en Manche et en Mer Celtique ont eu lieu le long des côtes anglaises, plus précisément dans la partie sud de la côte ouest (4 individus, c'est-à-dire 16%), au nord de l'aire de marquage « Manche Ouest » (12 individus ; 48 %), et dans la partie est de la côte sud jusqu'à la Mer du Nord (4 individus ; 16 %). En ce qui concerne les 5 autres recaptures, 2 individus (8 %) ont été repêchés au niveau des îles anglo-normande, et seuls 3 individus (12 %) sont parvenus jusqu'aux côtes françaises : l'un vers la pointe du Cotentin, le deuxième au nord de la côte finistérienne, et le troisième dans l'estuaire de l'Adour, c'est-à-dire dans le golfe de Gascogne (*fig. C.5*).

Cette dernière donnée est d'ailleurs extrêmement surprenante, en raison de la distance considérable (environ 480 milles, c'est-à-dire près de 900 km) parcourue en très peu de temps (36 jours), ce qui induit une distance moyenne journalière de 25 km. Les connaissances sur la vitesse maximale de migration du bar ne permettent pas actuellement de valider cette donnée, et ce d'autant plus qu'une erreur de notation des numéros de marque est toujours envisageable. Cependant, de grands et rapides déplacements ont déjà été rapportés chez cette espèce (Pawson *et al.*, 1987 ; Pickett *et al.*, 2004), et une telle migration n'aurait rien d'impossible.

III.2.3.3- Marquages dans le golfe de Gascogne

Dans le golfe de Gascogne, 44 marques ont été récupérées (*fig. C.5*). Elles provenaient soit des zones de pêche hivernales des chalutiers (20 bars c'est-à-dire 45,5 %), soit des zones de nourrissages estivales ciblées par les pêcheries côtières (24 bars ; 54,5 %). Dans le cas des recaptures côtières, l'ensemble de l'éventail des côtes du golfe de Gascogne est concerné. Cependant, les bars marqués au niveau de la division CIEM VIIIa ont été préférentiellement retrouvés dans la partie nord du Golfe, entre Lorient et La Rochelle, tandis que les recaptures provenant de marquages effectués dans la division VIIIb ont plutôt été effectuées dans la partie sud du Golfe, au niveau de la latitude de Bordeaux et en dessous.

Ainsi, un lien pourrait exister entre la zone de reproduction hivernale et la zone du golfe de Gascogne vers laquelle les bars migrent en été. Cependant, trop d'exceptions existent pour pouvoir confirmer cette hypothèse : la compréhension plus précise des migrations du bar dans le golfe de Gascogne nécessiterait l'étude de données de marquage supplémentaires.

IV- CONCLUSIONS - DISCUSSION

La gestion des pêcheries nécessite de connaître la structure des populations, et notamment de pouvoir identifier les différents stocks exploités. Actuellement, la modélisation des stocks halieutiques de bar se base sur des données renseignées par divisions CIEM (ICES, 2002, 2003, 2004). Cependant, ce découpage arbitraire ne correspond pas forcément à une réalité biologique, et peut de ce fait modifier les résultats des modèles, et donc biaiser les analyses qui en résultent. Cette étude, qui est à notre connaissance la première à coupler des résultats de marquages et des données génétiques de marqueurs microsatellites, permet d'analyser à petite échelle la structure des populations de bar. Elle est ainsi susceptible de contribuer à l'amélioration des paramètres de modélisation utilisés dans la gestion des stocks halieutiques de bar.

La position des recaptures semblent indiquer que ces poissons sont inféodés à un bassin particulier. Compte tenu du faible taux de recapture obtenu (1,1 %), et donc du petit nombre de données disponibles, ce résultat doit être considéré avec prudence. Cependant, les bassins de marquage et de recapture sont le plus souvent identiques : ceci pourrait suggérer l'existence de deux entités de population différentes, situées l'une dans le golfe de Gascogne et l'autre au niveau de la Manche et de la Mer Celtique. De longues migrations de part et d'autre de la pointe Bretagne sont néanmoins possibles. Dans cette étude, 4,3 % des bars recapturés (3 poissons sur 69) se sont déplacés d'un bassin à l'autre (*fig. C.5*). D'autres études indiquent également que cette espèce est capable de migrer de la Manche vers le golfe de Gascogne. Ainsi, Pickett *et al.* (2004) notent qu'un bar marqué dans le sud-est de l'Angleterre a été recapturé dans l'ouest de la France. De même, Pawson *et al.* (1987) relèvent un bar relâché dans l'estuaire de la Tamise et recapturé à 50 km de La Rochelle, un second bar marqué dans le sud d'Anglesey et repêché aux environs de l'île d'Yeu, et enfin un troisième bar marqué dans le Hampshire et recapturé au nord de l'Espagne (à 64 km à l'ouest de Santander). Les communications entre Manche / Mer Celtique et golfe de Gascogne ne peuvent donc être ignorées, même si elles semblent peu fréquentes.

Ces grands déplacements inter bassins, s'inscrivent le plus souvent dans le schéma annuel migratoire généralement admis pour le bar commun (Pawson *et al.*, 1987) : cette espèce est en effet connue pour se déplacer des zones estivales de nourrissages situées au nord, vers des zones hivernales de reproduction situées plus au sud. Tous les exemples tirés de la littérature cités ci-dessus rentrent dans ce schéma, ainsi que deux des trois bars de notre étude recapturés hors de leur bassin de marquage (*fig. C.5*). En effet, les deux bars du golfe de Gascogne recapturés l'un en baie de Seine et l'autre aux environs de Boulogne-sur-mer, ont été marqués sur des zones hivernales de

reproduction sud, et ont sans doute migré vers le nord puis le nord-est pour retrouver des zones estivales de nourrissage. Cependant, le bar marqué en hiver en Mer Celtique et recapturé au niveau de l'estuaire de l'Adour (*fig. C.5*) ne correspond pas au schéma général. Il indique néanmoins que de longs déplacements en peu de temps sont possibles pour cette espèce.

La différenciation génétique entre les individus provenant de la Manche et du golfe de Gascogne est quasi inexistante. En effet, la différenciation génétique moyenne des six échantillons génotypés avec huit marqueurs microsatellites est très faible et non significative ($\theta = 0,001$) (*tab. C.6*), et les F_{st} par paires pour ces six échantillons ne révèlent aucune structure tangible (*tab. C.7A, C.7B, C.8A et C.8B*). De plus, les taux d'erreur d'assignation sont élevés (entre plus de 30 % pour La Rochelle et jusqu'à plus de 70 % pour Saint-Malo), et la classe de probabilité d'assignation d'une forte proportion de juvéniles présente une valeur intermédiaire ou faible ($p < 90$ %) (*fig. C.4*). L'assignation des juvéniles à l'un ou l'autre des échantillons d'adultes pris comme populations mères (Gascogne ou Manche Ouest) est donc équivoque pour la plupart des individus, ce qui pourrait mettre en évidence leur homogénéité génétique. Cette absence de structure génétique au niveau de la Manche et du golfe de Gascogne n'est pas surprenante : elle confirme en effet les résultats de Naciri *et al.* (1999) et Bonhomme *et al.* (2002), dont les études utilisaient moins de marqueurs microsatellites et des marqueurs différents.

A ce niveau, les résultats de marquages et de génétique sont contradictoires : les premiers distinguent deux entités de population occupant chacune un bassin, tandis que les seconds indiquent une absence de structure populationnelle. Cependant, les déplacements de quelques individus de part et d'autre de la pointe Bretagne pourraient expliquer cette opposition. En effet, le nombre de migrants entre les deux bassins peut être considéré comme suffisamment élevé pour provoquer, au cours des générations successives, une homogénéité génétique entre les bars occupant le golfe de Gascogne, la Manche et la Mer Celtique.

Sur la totalité des échantillons (les six précédents associés à l'Irlande et à l'Ecosse) génotypés avec cinq marqueurs microsatellites, une légère structure génétique est observée. En effet, le F_{st} moyen est significativement différent de zéro malgré sa très faible valeur ($\theta = 0,002$), et les F_{st} par paires d'échantillons semblent indiquer une différenciation de l'Irlande (*tab. C.8A et C.8B*). Seul un petit nombre d'individus (18) composent l'échantillon irlandais. Sa richesse allélique en est globalement diminuée, ce qui pourrait entraîner une surestimation de la différenciation génétique par paires d'échantillons, et fausser les résultats. Cependant, l'échantillon écossais possède les mêmes caractéristiques (petit effectif de 17 individus et richesse allélique comparable), mais ne se distingue pas autant des autres échantillons. La différence notée au niveau de l'Irlande pourrait donc ne pas être due uniquement au faible effectif d'échantillonnage. D'autre part, des études de marquages ont montré que les communications entre Irlande et Royaume-Uni sont très restreintes, voire inexistantes. En effet, aucun bar marqué au

Royaume-Uni n'a jamais été retrouvé près des côtes irlandaises (Kelley, 1979 ; Pickett & Pawson, 1994), et aucun bar marqué en Irlande n'a jamais été retrouvé dans les eaux anglaises ou françaises (Kennedy & Fitzmaurice, 1972). Ces données tendraient à prouver que les bars irlandais constituent une population relativement isolée, ce qui pourrait expliquer la différenciation génétique notée au niveau de l'échantillon irlandais. Il convient cependant de rester prudent : la validation de cette hypothèse (retenue par le groupe d'étude CIEM sur le bar (ICES, 2003) nécessite l'acquisition de données supplémentaires.

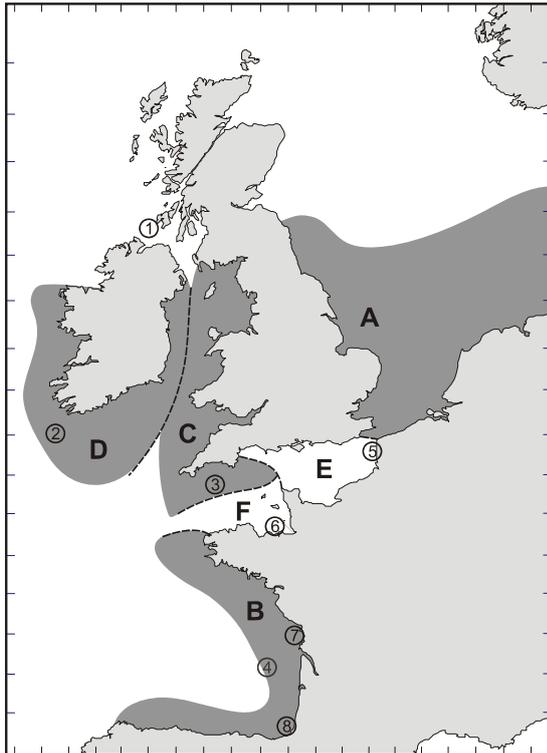


Figure C.8 : Carte localisant les six stocks distingués par le groupe d'étude CIEM sur le bar, et représentant la position géographique des huit échantillons prélevés pour les analyses génétiques. A : Mer du Nord (sous-zone CIEM IV) ; B : golfe de Gascogne (sous-zone CIEM VIII) ; C : ouest et sud-ouest des côtes du Royaume-Unis ; D : Irlande ; E : Manche Est ; F : partie sud de la Manche Ouest. 1 : Ecosse ; 2 : Irlande ; 3 : Manche Ouest ; 4 : Gascogne ; 5 : Calais ; 6 : Saint-Malo ; 7 : La Rochelle ; 8 : Biarritz.

Carte redessinée à partir de la figure 3.1 du rapport ICES (2003).

Les conclusions de cette étude pourraient avoir des répercussions au niveau de la gestion des stocks halieutiques de bar, exploités essentiellement par la France et le Royaume-Uni dans le golfe de Gascogne, la Manche, la Mer Celtique et le sud de la Mer du Nord. Actuellement, six stocks sont distingués par le groupe d'étude CIEM sur le bar (ICES, 2003) : A : Mer du Nord (sous-zone CIEM IV) ; B : golfe de Gascogne (sous-zone CIEM VIII) ; C : ouest et sud-ouest des côtes du Royaume-Uni ; D : Irlande ; E : Manche Est ; F : partie sud de la Manche Ouest. La figure C.8 permet de localiser la position géographique de ces « stocks », ainsi que celle des huit échantillons prélevés pour notre étude génétique. Au niveau de la Manche, les échantillons Manche Ouest (3), Calais (5) et Saint-Malo (6) proviennent respectivement des « stocks » C, E et F (*fig. C.8*). Or, la présente étude a révélé l'absence de différenciation génétique entre les trois échantillons. Selon toute vraisemblance, il ne devrait pas non plus en exister entre les trois « stocks » correspondant. De plus, la position des recaptures par rapport aux marquages réalisés en Manche Ouest (c'est-à-dire principalement dans le « stock C ») indiquent que de nombreuses communications ont lieu entre ces trois « stocks » (*fig. C.5*). Ainsi, les

frontières entre les « stocks » C, F et E (*fig. C.8*) semblent ne correspondre à aucune réalité biologique.

Eu égard aux résultats obtenus à l'aide des marqueurs microsatellites, il semble difficile de distinguer de nombreuses populations de bars au niveau du golfe de Gascogne, de la Manche et de la Mer Celtique. Cependant, la génétique tient compte d'une large échelle temporelle, dans laquelle transparaissent les comportements successifs de multiples générations. Des résultats ne se rapportant qu'aux comportements actuels des individus, comme par exemple ceux de l'étude de marquage, sont donc nécessaires pour décrire la situation à ce jour. Ainsi, dans l'optique d'une gestion des stocks halieutiques exploités, il semble raisonnable de considérer que deux entités populationnelles, correspondant à chacun des deux grands bassins géographiques étudiés (Manche et golfe de Gascogne), peuvent être distinguées, auxquelles se rajouterait éventuellement le stock évoluant dans les eaux irlandaises.

CHAPITRE D

LES USAGERS DE LA RESSOURCE BAR

I - INTRODUCTION	113
<hr/>	
II - PÊCHEURS PROFESSIONNELS	115
<hr/>	
II.1- PROVENANCE ET TRAITEMENT DES DONNÉES	115
II.2- LE POINT DE VUE DES NAVIRES	116
II.2.1- Méthodologie	116
II.2.2- Effectifs des flottilles et répartition des débarquements de bar	119
II.2.3- Engins et combinaisons d'engins utilisés par flottilles et sous-flottilles	121
II.2.4- Caractéristiques techniques et géographiques des navires qui ciblent le bar	126
II.3- LE POINT DE VUE DES ENGINS	129
II.3.1- Méthodologie	129
II.3.2- Principaux engins utilisés	131
II.3.3- Efficacité des engins vis-à-vis des captures de bar	131
II.3.4- Calendriers d'activité	132
II.4- CONCLUSIONS	136
<hr/>	
III - PÊCHEURS RÉCRÉATIFS	137
<hr/>	
III.1- MÉTHODOLOGIE	138
III.1.1- Principes de l'enquête téléphonique	138
III.1.2- Conceptions des « questionnaires bar »	139
III.2- SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE 2003-2004	141
III.2.1- Pêcheurs en mer, pêcheurs de bar et saisonnalité en 2004	141
III.2.2- Profils des pêcheurs de bar en 2003	142
III.2.3- Zones de pêches fréquentées sur l'ensemble de l'année 2004	143
III.2.4- Modes de pêche pratiqués et engins utilisés en 2004	143
III.2.5- Nombre de pêcheurs de bar et prélèvements de cette espèce en 2003	144
<hr/>	
IV- CONCLUSIONS - DISCUSSION	146
<hr/>	

I- INTRODUCTION

S'attaquer à la description d'une ou de plusieurs flottilles est toujours un exercice délicat. Il est en effet difficile de synthétiser une information de base qui est le plus souvent très complexe, en raison de la grande diversité des types de navires, des techniques de pêche et des espèces ciblées.

Dans le cas du bar, les modes d'exploitation sont très variés, car cette espèce peut être ciblée ou capturée en tant que prise accessoire, et que les nombreux engins utilisés pour sa pêche peuvent être très spécifiques ou très polyvalents. De plus, le secteur géographique d'étude est extrêmement vaste (ensemble des côtes de la Manche et du littoral Atlantique), et cette étude concerne donc une large part des navires de pêche français, ce qui multiplie les modes d'exploitation possibles.

Outre les professionnels, le bar est une espèce également largement convoitée par les pêcheurs récréatifs. Dans le cadre d'une étude portant sur les usagers qui exploitent cette ressource, cette catégorie de pêcheurs ne pouvait être oubliée. Cependant, la pêche récréative constitue un domaine d'étude à part, dans lequel il est difficile d'obtenir des données quantifiées fiables. En l'absence de toutes connaissances préalables permettant ne serait-ce que de dénombrer les pêcheurs récréatifs en France, une première estimation de la pêche récréative du bar a été menée, en sondant la population française à l'aide de questionnaires téléphoniques à grande échelle.

Ainsi, ce chapitre tente de donner une image globale des différents usagers qui débarquent du bar sur l'ensemble du littoral français (côtes méditerranéennes exceptées), qu'ils soient professionnels aussi bien que récréatifs. Pour tout ce qui touche aux pêches professionnelles, l'analyse s'applique à explorer deux points de vue, l'un se focalisant sur la répartition des navires entre différentes flottilles comportant chacune leurs caractéristiques propres, et le second dépassant la notion de flottille pour ne s'intéresser qu'aux engins mis en œuvre pour capturer du bar. Enfin, toujours pour les pêches professionnelles, il faut noter que les données traitées concernent deux années (2000 et 2001), afin qu'une comparaison interannuelle, même limitée, soit possible.

II- PÊCHEURS PROFESSIONNELS

II.1- PROVENANCE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Ce travail couple des données extraites de différentes sources : en effet, toutes les bases regroupant des données propres à la pêche professionnelle ont été utilisées. Il s'agit des fichiers « flotte nationale » et « typologie nationale », des bases RIC et « Marées » rapprochées au niveau de la base « Statistiques de pêche », et de la base « Activité ». Toutes ces informations sont gérées par différents organismes : la DPMA (Direction des Pêches Maritimes et Aquaculture) *via* le BCS (Bureau Central des Statistiques) pour le fichier « flotte nationale » et la base « Statistiques de pêche », l'OFIMER (office national interprofessionnel des produits de la mer et de l'aquaculture) pour le RIC, les CRTS (Centres Régionaux de Traitements Statistiques) pour la base « Marées », et IFREMER pour la base « Activité » et le fichier « typologie nationale ». Pour ne pas surcharger ce chapitre, les modes complexes de fonctionnement et de gestion de ces différentes bases ne sont pas expliqués ici, mais ont été récapitulés dans l'annexe D.1.

L'utilisation et l'exploitation de données issues des bases citées ci-dessus sont délicates, et ce d'autant plus que de nombreux biais difficilement détectables dégradent la qualité des résultats obtenus. Ainsi, la période d'étude n'a porté que sur les deux années 2000 et 2001, pour lesquelles les différentes bases sont renseignées de manière acceptable. On peut ainsi considérer que les données utilisées sont relativement fiables, bien que non exhaustives.

En fonction du type d'informations désirées, des extractions à partir de l'une ou l'autre de ces trois bases ont été réalisées. Ainsi :

- les données relatives aux effectifs des navires et aux débarquements totaux proviennent de la base RIC.
- les tables de typologie nationale des navires pour les années 2000 et 2001 ont permis d'attribuer à chaque navire étudié une flottille et/ou une sous-flottille, définies en fonction des engins utilisés susceptibles de capturer du bar.
- toutes les données propres aux caractéristiques techniques et au quartier d'immatriculation des navires sont issues du fichier « flotte nationale ».
- l'étude de l'activité des navires ciblant spécifiquement le bar s'appuie sur l'information disponible dans la base « Activité ».

Les navires professionnels n'utilisant strictement qu'un seul engin sont rares. Généralement, plusieurs engins voire catégories d'engins sont mis en œuvre pour capturer la ou les espèces ciblées. Deux points de vue, qui seront successivement considérés dans les paragraphes suivants, permettent ainsi d'étudier les débarquements de bar :

- en se plaçant du point de vue des navires et donc de la flottille à laquelle appartiennent ces navires (§ II.2),
- ou en ne considérant que l'engin utilisé à l'exclusion de tous types de navires (§ II.3).

II.2- LE POINT DE VUE DES NAVIRES

II.2.1- Méthodologie

II.2.1.1- Identification des navires débarquant du bar

Par l'intermédiaire de la base de données RIC, la première étape de ce travail a consisté à identifier tous les navires de Manche et du golfe de Gascogne ayant débarqué et vendu au moins une fois du bar en 2000 et/ou 2001. D'après les informations recensées dans les tables de typologie nationale 2000 et 2001, ces navires ont ensuite été répartis entre quatre flottilles principales - les chalutiers, les fileyeurs, les ligneurs, et les « divers » - elles-mêmes divisées entre plusieurs sous-flottilles, selon les engins et/ou combinaisons d'engins utilisés. Le tableau D.1 explicite la nomenclature adoptée pour désigner les différents engins, tandis que le tableau D.2 présente les combinaisons d'engins associées aux sous-flottilles. **Flottilles et sous-flottilles ont été définies du point de vue du bar, c'est-à-dire en tenant compte de l'efficacité et de la compatibilité des engins mis en œuvre vis à vis des captures de cette espèce.** Les annexes D.2 et D.3 récapitulent les engins décrits dans les tables de typologie nationale et les flottilles et sous-flottilles qui y ont été associées.

Tableau D.1 : Nomenclature désignant les différents engins mis en œuvre par les navires de Manche et du golfe de Gascogne ayant débarqué et vendu au moins une fois du bar en 2000 et/ou 2001.

Nomenclature	Engin correspondant	Nomenclature	Engin correspondant
Ch	Chalut indéterminé. (parfois plusieurs chaluts)	S	Sennes
Fd	Chalut de fond	P	Palangres (de fond ou de surface)
Pel	Chalut pélagique (en bœuf ou non)	L	Lignes (de traîne ou à main)
F	Filets (tous types)	a	Casiers et/ou Dragues et/ou Tamis ...

Tableau D.2 : Les différentes combinaisons d'engins trouvées dans les flottilles des chalutiers, des fileyeurs et des ligneurs. Chaque combinaison définit une sous-flottille particulière.

Flottille	Combinaison d'engins										
Chalutiers	Ch	Ch a	Ch F	Ch P	Fd	Fd a	Fd F	Fd P	Pel	Pel a	Pel F
Fileyeurs	F	Fa	FL	FLa	FLP	FLPa	FP	FPa	FS	S	SL
Ligneurs	L	La	LP	LPa	P	Pa					

Chalutiers. Le chalut a été considéré comme l'engin le plus efficace pour la capture du bar. Ainsi, dès que les tables de typologie nationale attribuent à un navire l'utilisation d'au moins un type de chalut, il est rangé dans la flottille des « chalutiers ». De même, si pour un navire donné, les tables de typologie mentionnent la mise en œuvre de plusieurs engins dont au moins un type de chalut, sa flottille sera celle des chalutiers. Par contre, son attribution à une sous-flottille particulière tiendra compte du fait que les autres engins sont ou non susceptibles de capturer du bar. Ainsi, un navire définit par les tables de typologie comme « chalutier pélagique pur », sera identifié comme « chalutier » faisant partie de la sous-flottille « Pel », tandis qu'un « chalutier-dragueur » sera identifié comme « chalutier » faisant partie de la sous-flottille « Ch a », ou qu'un « chalutier-palangrier » sera identifié comme « chalutier » faisant partie de la sous-flottille « Ch P » (*tab. D.2*).

A noter que certaines sous-flottilles 2000 ont été corrigées en fonction des sous-flottilles 2001, car la typologie nationale 2001 est plus détaillée que celle de l'année 2000. Ainsi, un même « chalutier pur » faisant partie de la sous-flottille « Ch » en 2000, et de la sous-flottille « Pel » en 2001, sera finalement identifié comme un « chalutier pélagique pur » les deux années.

Fileyeurs. La démarche adoptée pour définir la flottille des « fileyeurs » est similaire à celle utilisée pour la flottille des « chalutiers ». Si, pour un navire donné, les tables de typologie ne mentionnent aucun type de chalut, mais au moins un type de filet associé ou non à d'autres engins, il est classé parmi les « fileyeurs ». Comme dans le cas des « chalutiers », de nombreux cas sont possibles, car certains « fileyeurs » sont très polyvalents et utilisent également lignes et/ou palangres, ainsi que dragues et/ou casiers et/ou tamis. Les différences entre toutes ces combinaisons d'engins apparaissent, de même que précédemment, au niveau de l'attribution d'un navire à une sous-flottille particulière. Ainsi, un « fileyeur pur » dans les tables de typologie deviendra un navire de la flottille des « fileyeurs » et de la sous-flottille « F », tandis qu'un « fileyeur-caseyeur » ou qu'un « fileyeur-polyvalent » seront attribués aux « fileyeurs » de la sous-flottille « Fa », ou encore qu'un « fileyeur-ligneur-palangrier » sera identifié comme « fileyeur » de la sous-flottille « FLP » (*tab. D.2*).

Ligneurs. Dans le cas des « ligneurs », la situation est moins complexe, puisque les navires les plus polyvalents, décrits par les tables de typologie comme mettant en œuvre des lignes ainsi que des filets et/ou des chaluts, ont déjà été classés parmi les « fileyeurs » ou les « chalutiers ». Cette flottille est donc plus homogène. Elle comprend

les navires qui ne font que de la ligne et/ou de la palangre, certains d'entre eux pouvant également utiliser des dragues et/ou des casiers (*tab. D.2*).

Divers. Enfin, parmi l'ensemble des navires ayant pêché du bar en 2000 et/ou 2001, la flottille « divers » regroupent ceux pour lesquels les tables de typologie ne mentionnent que l'utilisation de dragues, tamis et/ou casiers, c'est-à-dire d'engins peu adaptés à la capture de cette espèce. Ces navires ne peuvent donc être rattachés à l'une des trois autres flottilles définies ci-dessus, d'où la création d'une quatrième flottille composite, qui ne correspond pas forcément à un groupe homogène de navires possédant le même type de caractéristiques. De plus, outre les dragues, tamis et/ou casiers, la base « Activité » révèle que ces navires emploient également des engins côtiers tels que lignes, palangres, ou filets. Les débarquements de bar s'expliqueraient donc plutôt par leur mise en œuvre, même si celle-ci n'est pas assez importante pour figurer au niveau des tables de typologie et ainsi orienter les navires concernés vers d'autres flottilles

Devant la multiplicité des combinaisons d'engins utilisés, l'attribution d'un navire à une flottille est un peu arbitraire, et ce d'autant plus qu'il est difficile de savoir si l'un des engins est plus spécialement destiné au bar ou non. Par exemple, un navire définit comme « fileyeur-palangrier » au niveau des tables de typologie nationale, est susceptible de ne cibler le bar qu'à la palangre et jamais au filet. Il n'en sera pas moins attribué à la flottille des « fileyeurs ». Le mode de classification des navires par flottille et sous-flottille présenté ci-dessus est donc en partie critiquable, mais a cependant été retenu, car il fallait bien résumer l'information beaucoup trop complexe des tables de typologie nationale.

II.2.1.2- Sélection des navires ciblant spécifiquement le bar

Le bar peut être ciblé, ou ne représenter qu'une prise accessoire dans les captures des pêcheurs. L'étude des navires qui en débarquent nécessite alors de s'intéresser à l'ensemble des pêcheurs de bar, qu'ils soient occasionnels ou réguliers, mais également au plus petit nombre qui cible spécifiquement cette espèce, afin de pouvoir affiner la description.

En théorie, si tous les navires pêchant une espèce X sont classés en fonction du tonnage annuel de cette espèce qu'ils débarquent, la courbe obtenue permet généralement de mettre en évidence un décrochage caractéristique à partir d'un niveau seuil de capture (*fig. D.1a*). Les navires débarquant plus que ce niveau seuil pourront être considérés comme ciblant spécifiquement l'espèce, tandis que les navires dont les débarquements sont inférieurs au seuil seront définis comme ne la pêchant qu'occasionnellement. Cependant, dans le cas du bar, aucun niveau seuil n'a pu être déterminé selon cette méthode classiquement utilisée pour d'autres espèces, et ce quelque soit l'engin de pêche considéré. Les courbes obtenues décroissent régulièrement : elles ne montrent aucun décrochage permettant de définir précisément un seuil (*fig. D.1b*).

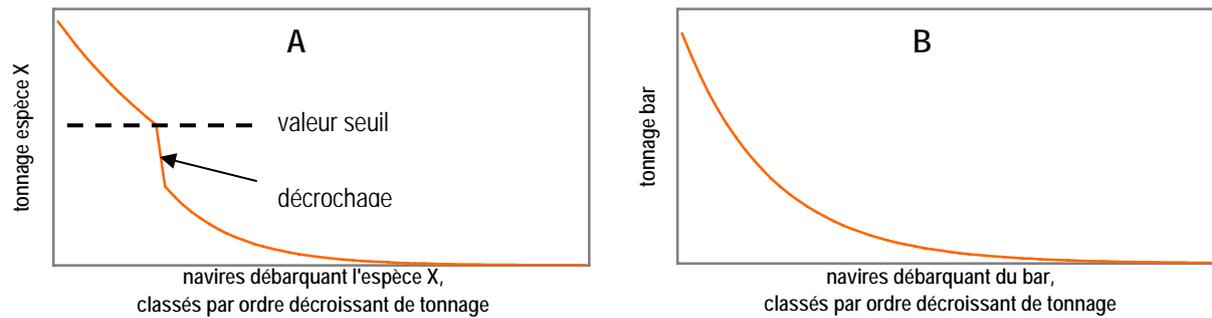


Figure D.1 : Tonnages débarqués annuellement et individuellement pour l'ensemble des navires. Ces derniers sont classés selon les valeurs décroissantes des débarquements. **A- Cas théorique :** la courbe obtenue marque un décrochage qui permet de définir une valeur seuil. Un navire débarquant un tonnage supérieur à cette valeur seuil est considéré comme ciblant spécifiquement l'espèce X ; pour un tonnage inférieur, les captures seront considérées comme prises accessoires. **B- Cas du bar :** quelque soit l'engin considéré, aucun décrochage n'est visible dans la courbe. Il n'est donc pas possible de fixer une valeur seuil.

Une autre méthode, beaucoup plus empirique, a donc été élaborée pour identifier les navires qui ciblent spécifiquement le bar. Du fait de l'existence de pêches saisonnières, cette méthode se base sur le principe qu'un navire ne peut être considéré comme ciblant spécifiquement cette espèce que si ses débarquements mensuels en bar, pour au moins un mois dans l'année, sont supérieurs à une valeur seuil. La valeur seuil diffère d'une flottille à l'autre, en fonction de la puissance de pêche des engins mis en œuvre par chacune d'elles.

Ainsi, seuls les chalutiers qui ont débarqué un minimum d'une tonne de bar pour au moins un mois dans l'année, ont été retenus. Ce seuil d'une tonne pour les chalutiers a été abaissé à 500 kg pour les fileyeurs, et à 300 kg pour les ligneurs et les navires appartenant à la flottille « divers » : un fileyeur (respectivement ligneur ou « divers ») n'ayant pas débarqué, au moins un mois dans l'année, 500 kg de bar (respectivement 300 kg), n'est donc pas considéré comme ciblant le bar. Les valeurs seuil d'une tonne, 500 kg et 300 kg ont été déterminées d'après des observations sur le terrain.

II.2.2- Effectifs des flottilles et répartition des débarquements de bar

D'après le RIC, 2528 navires ont vendu de 500 g à 60,9 tonnes de bar au cours de l'année 2000, et 2541 navires (dont 2233 déjà présents en 2000) ont vendu de 400 g à 89,1 tonnes de bar au cours de l'année 2001. Les navires qui débarquent régulièrement ou occasionnellement du bar (*tab. D.3*) représentent donc près des deux tiers de la flotte française de pêche (3900 navires au total pour les façades Manche et Atlantique).

Avant seuillage. Sur l'ensemble des navires débarquant du bar, les chalutiers et fileyeurs dominent largement. Ils représentent respectivement 45 % et 27 % des effectifs totaux (environ 1160 et 680 unités), et sont à l'origine de la grosse majorité des débarquements : plus de 55 % pour les chalutiers (environ 2200 tonnes annuelles), et 20 % à 25 % pour les fileyeurs (760 à 990 tonnes par an). Ces deux flottilles semblent

peu évoluer d'une année l'autre, contrairement à celles des ligneurs et des divers dont les effectifs annuels et les débarquements varient plus largement. L'effectif des ligneurs oscillerait ainsi autour d'une dizaine de pourcent, tandis que leurs débarquements s'élevaient à un peu plus de 10 %. Les « divers », pour qui le bar ne représente *a priori* qu'une capture accessoire, sont étonnamment nombreux, avec environ 15 % de la totalité des navires (jusqu'à 500 unités). Enfin, il faut noter que quelques navires, pourtant déclarés inactifs à la pêche, sont également à l'origine de la vente de quelques centaines de kilo de bar chaque année.

Tableau D.3 : Nombre de navires et tonnages annuels correspondant, répartis entre les différentes flottilles, pour les années 2000 et 2001. La première partie du tableau (avant seuillage) regroupe la totalité des navires ayant vendu au moins une fois du bar au cours de l'année. La seconde partie (après seuillage) ne fait figurer que les navires sélectionnés par l'opération de seuillage comme ciblant spécifiquement le bar.

Flottilles	2000		2001		
	Nombre de navires	Poids annuel (tonnes)	Nombre de navires	Poids annuel (tonnes)	
Avant seuillage	Chalutiers	1165	2169	1159	2246
	Fileyeurs	681	990	676	760
	Ligneurs	281	570	199	483
	Divers	383	194	498	403
	Inactifs	18	11	9	1
	<i>Total</i>	<i>2528</i>	<i>3933</i>	<i>2541</i>	<i>3892</i>
Après seuillage	Chalutiers	197	1726	195	1830
	Fileyeurs	223	854	194	619
	Ligneurs	163	547	119	467
	Divers	66	120	133	326
	<i>Total</i>	<i>649</i>	<i>3247</i>	<i>641</i>	<i>3242</i>

Après seuillage. Seuls 650 navires ciblant spécifiquement le bar, et débarquant un peu plus de 3200 tonnes chaque année, sont sélectionnés par le seuillage (*tab. D.3*). Cette opération a donc permis d'écartier les trois quarts des navires ayant vendu au moins une fois du bar en 2000 et/ou 2001, tout en conservant 83 % (soit la quasi totalité) des tonnages débarqués. Le seuillage mis en place serait donc efficace, d'autant plus que la relative stabilité des effectifs des différentes flottilles entre les deux années étudiées (exception faite des « divers »), laisse à penser que les navires ciblant effectivement le bar chaque année ont bien été retenus.

Avec une perte de près des 4/5^{ème} de ses effectifs initiaux, la flottille des chalutiers est celle qui voit son nombre de navires le plus drastiquement réduit. La diminution est également importante pour les fileyeurs et les « divers », où seul un quart à un tiers des effectifs initiaux sont maintenus. Elle est la moins marquée chez les ligneurs, qui conservent plus de la moitié de leur nombre d'origine. Ceci s'explique sans doute par le type de pêche pratiqué. L'utilisation d'hameçons implique en effet le choix préalable de l'espèce à pêcher. Les ligneurs qui vendent du bar l'ont donc le plus généralement ciblé, et sont alors retenus par la sélection. La part relative du nombre de navire ciblant le bar dans chaque flottille est relativement équilibrée : une trentaine de pourcents (environ 200 unités par an) pour les chalutiers et les fileyeurs, et une vingtaine de pourcents

(entre 120 et 160 unités) pour les ligneurs. Les débarquements, quand à eux, se répartissent quasiment de la même manière que précédemment.

II.2.3- Engins et combinaisons d'engins utilisés par flottilles et sous-flottilles

II.2.3.1- Chalutiers

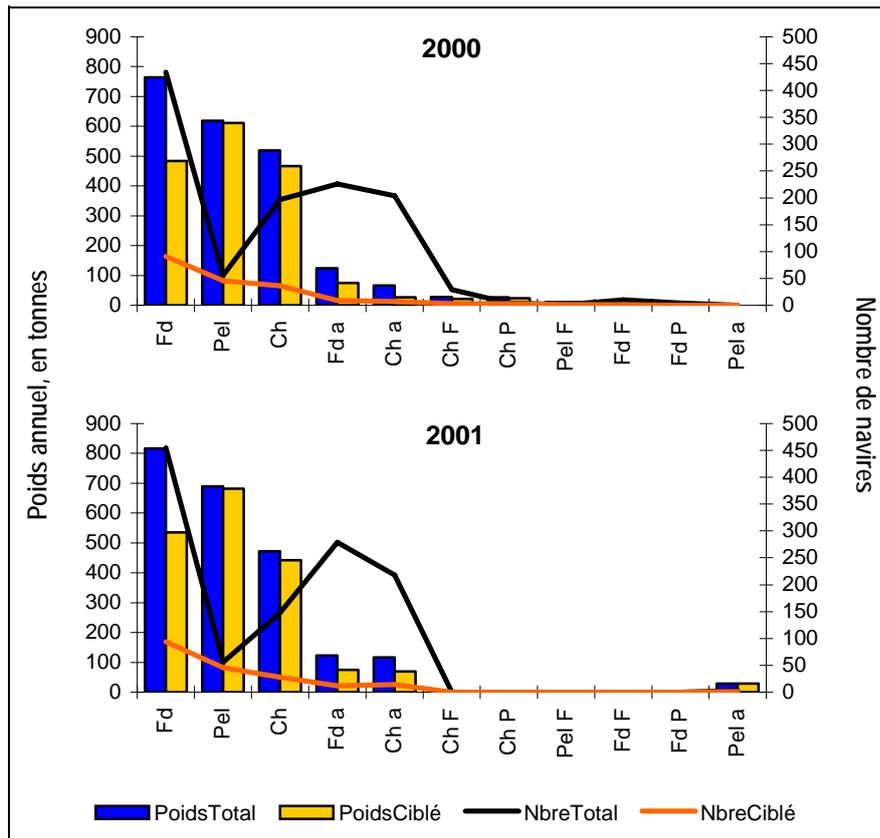


Figure D.2 : Poids annuel total de bars débarqué par tous les navires de la flottille des chalutiers, et poids annuel de bars débarqué uniquement par les chalutiers ciblant cette espèce, en 2000 et en 2001. Les tonnages, le nombre total de navires, et le nombre de navires ciblant le bar, sont répartis par sous-flottilles. Les sous-flottilles sont définies d'après l'engin ou la combinaison d'engins qu'elles utilisent. « Fd » : chalut de fond ; « Pel » : chalut pélagique (en bœuf ou non) ; « Ch » : chalut indéterminé ; « F » : tous types de filet ; « P » : palangres de fond ou de surface ; « a » : casiers et/ou dragues et/ou tamis (tab. D.1).

Sur les deux années étudiées, 11 sous-flottilles caractérisées par un engin ou une combinaison d'engins se distinguent pour **l'ensemble des chalutiers** vendant du bar (fig. D.2). Seules trois de ces sous-flottilles - les chalutiers de fond (« Fd »), les chalutiers pélagiques (« Pel ») et les chalutiers indéterminés (« Ch ») - débarquent des quantités importantes s'élevant entre 500 et 800 tonnes par an. Trois autres sous-flottilles débarquent annuellement une cinquantaine à une centaine de tonnes (« Fd a », « Ch a » et « Pel a »). Elles utilisent des combinaisons d'engins où figurent les trois mêmes que précédemment (« Fd », « Pel », et « Ch »), auxquels sont adjoints des casiers et/ou dragues et/ou tamis (« a »). Les cinq sous-flottilles restantes peuvent être considérées comme anecdotiques. Elles n'apparaissent d'ailleurs que dans la typologie 2000, et non dans celle de l'année 2001.

Les tonnages des **chalutiers qui ciblent spécifiquement le bar** se répartissent de manière presque identique entre les mêmes 11 sous-flottilles : la quasi intégralité des

prises provient donc de pêches ciblées. La différence la plus notable est observée au niveau des chalutiers de fond (« Fd »), pour lesquels les tonnages ciblés sont inférieurs d'environ 300 tonnes aux tonnages totaux : il s'agit de la seule sous-flottille dont les prises accessoires sont tangibles.

Les courbes illustrant le nombre de navires des différentes sous-flottilles sont comparables d'une année l'autre (*fig. D.2*). Elles divergent par contre complètement selon que l'on s'intéresse à la totalité des chalutiers débarquant du bar – 150 unités au minimum, hormis pour les chalutiers pélagiques et les cinq sous-flottilles annexes, et jusqu'à plus de 400 unités - ou uniquement à ceux qui le ciblent spécifiquement – jamais plus d'une centaine d'unités pour la sous-flottille la plus nombreuse des chalutiers de fond, et moins de 50 unités pour les autres. Les prises ciblées de bar sont donc le fait du plus petit nombre de chalutiers, le plus grand nombre ne capturant cette espèce qu'occasionnellement, en prise accessoire, et en très faible quantité.

Outre les chaluts, les navires appartenant aux trois principales sous-flottilles mixtes (« Fd a », « Pel a » et « Ch a ») mettent en œuvre des casiers et/ou dragues et/ou tamis. Cependant, on peut supposer que leurs débarquements en bars proviennent principalement de l'utilisation des chaluts, et non pas de celle des autres engins qui ne sont pas adaptés à la capture de cette espèce. D'autre part, l'étude détaillée des tables de typologie nationale révèlent que les chalutiers qualifiés d'« indéterminés » sont plus susceptibles d'utiliser des engins appartenant à la catégorie des chaluts de fonds qu'à la catégorie des chaluts pélagiques. Ainsi, en laissant de côté les cinq sous-flottilles mixtes (« Ch F », « Ch P », « Pel F », « Fd F » et « Fd P ») qui ne représentent qu'un pourcentage négligeable des débarquements et du nombre de navires, en ne tenant pas compte des casiers et/ou dragues et/ou tamis, et en assimilant les chalutiers indéterminés au chalutiers de fond, il est possible d'agréger les six sous-flottilles restantes en deux groupes : les chalutiers dits de fond (« Fd » + « Fd a » + « Ch » + « Ch a ») et les chalutiers pélagiques (« Pel » + « Pel a »).

Tableau D.4 : Tonnages annuel totaux et tonnages annuel ciblés de bars débarqués par chacun des 2 groupes principaux de chalutiers en 2000 et 2001. Les nombres de navires totaux et ciblant le bar sont indiqués. Les chalutiers dits de fond regroupent les sous-flottilles « Fd » + « Fd a » + « Ch » + « Ch a ». Les chalutiers pélagiques regroupent les sous-flottilles « Pel » + « Pel a ».

	2000		2001	
	Chalutiers dits de fond	Chalutiers pélagiques	Chalutiers dits de fond	Chalutiers pélagiques
PoidsTotal (tonnes)	1474	619	1528	717
NbreTotal	1061	56	1100	59
PoidsCiblé (tonnes)	1053	611	1121	710
NbreCiblant	143	46	148	47

Le ratio des navires qui ciblent le bar par rapport à l'ensemble de ceux qui en vendent ne s'élève qu'à un peu plus de 13% dans le cas des chalutiers dits de fond, mais atteint 80% dans le cas des chalutiers pélagiques (*tab. D.4*). Pour ces derniers, le bar est donc

pratiquement toujours ciblé, alors qu'il constitue majoritairement une prise accessoire pour la plupart des chalutiers de fond.

Les chaluts pélagiques sont généralement considérés comme des engins très « efficaces », dont l'utilisation met en danger la ressource. Cependant, cette grande efficacité ne doit pas faire oublier le rôle des autres types de chaluts au niveau de la pêche du bar. En effet, le ratio « tonnage ciblé » sur « nombre de navires ciblant le bar » permet de calculer des débarquements annuels moyens pour les pélagiques d'environ 14 tonnes par navire, mais indique également que ceux des chalutiers de fond ne sont pas négligeables : plus de 7 tonnes par navire. De plus, 70% des débarquements totaux de l'ensemble des chalutiers sont attribués aux chalutiers dits de fond. Au niveau de l'impact sur la ressource, cette catégorie de navires ne peut donc être négligée.

II.2.3.2- Fileyeurs

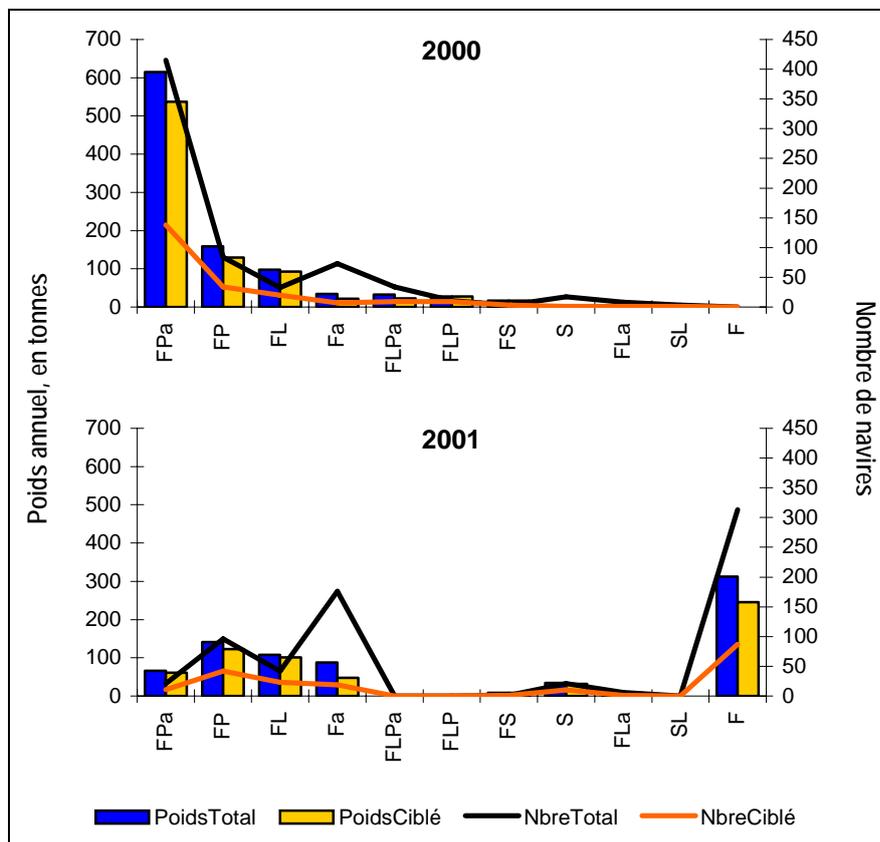


Figure D.3 : Poids annuel total de bars débarqué par la totalité des navires appartenant à la flottille des fileyeurs, et poids annuel de bars débarqué uniquement par les fileyeurs ciblant cette espèce, en 2000 et en 2001. Les tonnages, le nombre total de navires, et le nombre de navires ciblant le bar, sont répartis par sous-flottilles. Les sous-flottilles sont définies d'après l'engin ou la combinaison d'engins qu'elles utilisent. « F » : tous types de filets ; « P » : palangres de fond ou de surface ; « L » : lignes de traîne ou à main ; « S » : senne ; « a » : casiers et/ou dragues et/ou tamis (tab. D.1).

Les fileyeurs se subdivisent également en 11 sous-flottilles (fig. D.3), mais la situation interannuelle est beaucoup plus complexe que dans le cas des chalutiers. Une des raisons de cette complexité provient probablement des fichiers de typologie nationale utilisés pour attribuer chaque navire à une sous-flottille particulière. En effet, les typologies 2000 et 2001 n'ont pas été établies selon les mêmes critères. Ceci explique par exemple que certaines sous-flottilles ne soient présentes qu'en 2000 et pas en 2001 (« FLP », « FLPa », « SL »), ou que les « FPa » (fileyeurs-palangriers utilisant également des

dragues et/ou des casiers et/ou des tamis) soient très bien représentés en 2000 et très peu en 2001. Une autre explication peut venir de la grande polyvalence des fileyeurs. Ceux-ci pratiquent en effet un grand nombre de métiers et peuvent facilement changer leurs activités d'une année l'autre, ou tout du moins fortement les modifier.

Malgré cette hétérogénéité interannuelle, toutes les sous-flottes semblent fonctionner individuellement de la même manière : (1) les tonnages ciblés représentent pratiquement toujours un minimum de 70% de la production globale, (2) le ratio entre fileyeurs ciblant spécifiquement le bar et totalité des fileyeurs varie le plus souvent entre une trentaine et une cinquantaine de pourcents, (3) les productions de chaque sous-flotte restent globalement proportionnelles au nombre de navires qui les composent. Au niveau de la production en bar, aucune sous-flotte ne semble donc plus particulièrement efficace qu'une autre.

II.2.3.3- Ligneurs

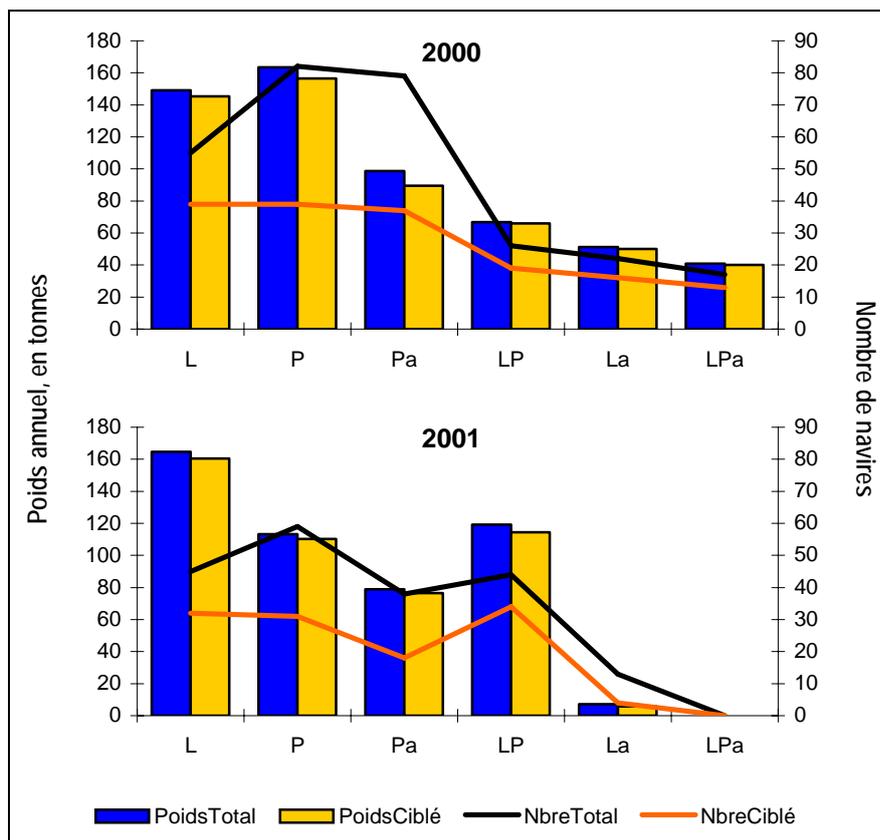


Figure D.4 : Poids annuel total de bars débarqué par la totalité des navires appartenant à la flottille des ligneurs, et poids annuel de bars débarqué uniquement par les ligneurs ciblant cette espèce, en 2000 et en 2001. Les tonnages, le nombre total de navires, et le nombre de navires ciblant le bar, sont répartis par sous-flottes. Les sous-flottes sont définies d'après l'engin ou la combinaison d'engins qu'elles utilisent. « L » : lignes de traîne ou à main ; « P » : palangres de fond ou de surface ; « a » : casiers et/ou dragues et/ou tamis (tab. D.1).

Concernant les métiers pratiqués, la flottille des ligneurs est beaucoup plus homogène que les autres (fig. D.4). Les navires mettent essentiellement en œuvre lignes et/ou palangres. Quelques-uns utilisent en plus des engins tels casiers, dragues ou tamis. Dans chacune des six sous-flottes, les tonnages ciblés, jamais inférieurs à 80%, sont le plus souvent supérieurs à 95% des tonnages totaux. Le bar débarqué par la flottille des ligneurs provient donc quasi-intégralement de captures ciblées.

Par sous-flottes, le ratio « navires ciblant le bar » sur « nombre total de navires » évolue globalement entre 45% et plus de 70%. Une différence entre types d'engins utilisés apparaît à ce niveau : le ratio est plus élevé lorsque ce sont des lignes qui sont mises en œuvre (sous-flottes « L » et « La »), que lorsque ce sont des palangres (sous-flottes « P » et « Pa »). Les prises accessoires, quoique très peu abondantes dans les deux cas, semblent cependant plus courantes chez les palangriers que chez les ligneurs.

Concernant le nombre total de navires composant la flotte, une variation est mise en évidence entre 2000 (281 navires) et 2001 (199 navires). Cette variation entraîne et explique en grande partie le décalage visible entre les courbes des graphiques, ainsi que les différences de tonnages débarqués chacune des deux années par les six sous-flottes. Cependant, les courbes représentant le nombre de navires ciblant le bar varient moins que les courbes représentant le nombre total de navires en débarquant. Les variations interannuelles d'effectifs sont donc moindres dès que l'on s'intéresse à des navires qui ciblent spécifiquement une espèce.

Tableau D.5 : Tonnages annuel totaux et tonnages annuel ciblés de bars débarqués par les ligneurs et les palangriers en 2000 et 2001. Les nombres de navires totaux et ciblant le bar sont indiqués. Les ligneurs regroupent les sous-flottes « L », « La » et la moitié des « LP » + « LPa ». Les palangriers regroupent les sous-flottes « P », « Pa » et la moitié des « LP » + « LPa ».

	2000		2001	
	Ligneurs	Palangriers	Ligneurs	Palangriers
PoidsTotal , en tonnes	254	316	231	252
NbreTotal	98.5	182.5	80	119
PoidsCiblé , en tonnes	248	299	224	243
NbreCiblé	71	92	53	66

Si l'on considère que le bar n'est pêché ni par l'intermédiaire des casiers, ni par celui des dragues ou des tamis, et que les débarquements des « ligneurs-palangriers » proviennent en moyenne pour moitié des lignes et pour moitié des palangres, les six sous-flottes peuvent être agrégées en deux groupes : les ligneurs d'un côté et les palangriers de l'autre (*tab. D.5*).

Le nombre de palangriers est supérieur à celui des ligneurs : ils représentent environ 60% de la flotte totale, et 55% des navires qui ciblent le bar. Au niveau des débarquements, qu'ils soient totaux ou ciblés, la part des palangriers varie entre 52% et 55%. On peut donc considérer que les ligneurs sont légèrement plus efficaces que les palangriers, mais sans que ce résultat soit vraiment significatif.

II.2.4- Caractéristiques techniques et géographiques des navires qui ciblent le bar

Ce sous-chapitre est consacré uniquement aux navires qui ciblent spécifiquement le bar. La flottille « divers » qui, du fait même de sa définition, regroupe des types de navires ainsi que des types d'engins très hétérogènes, n'a pas été prise en compte. En ce qui concerne la partie « caractéristiques techniques », une analyse détaillée a été développée en annexe D.4, et seuls les résultats les plus généraux sont présentés ici.

II.2.4.1- Caractéristiques techniques des flottilles

Quatre composantes propres à chaque navire sont classiquement utilisées pour caractériser les flottilles : la longueur, la jauge, la puissance et l'âge. Si l'on considère l'ensemble des navires qui ciblent spécifiquement le bar, les chalutiers sont ceux qui possèdent les caractéristiques techniques les plus « fortes » : 20 m, 72 Tx, 375 kW et dates de construction un peu supérieures à 1985 en moyenne. Les ligneurs au contraire présentent les caractéristiques techniques les plus « faibles » : 8,3 m, 5,7 Tx, 90 kW et dates de construction situées vers 1981 ou 1982 en moyenne ; tandis que les fileyeurs occupent une position intermédiaire, plutôt plus proche de celle des ligneurs que de celle des chalutiers : 13 m, 24 Tx, 185 kW et dates de construction un peu inférieures à 1985 en moyenne.

II.2.4.2- Répartition géographique des immatriculations

Le quartier maritime d'immatriculation des navires permet de les répartir entre quatre zones géographiques distinctes : la Manche Est (immatriculation entre Dunkerque et Cherbourg), la Manche Ouest (immatriculation entre Saint-Malo et Audierne), le nord du golfe de Gascogne (immatriculation entre Le Guilvinec et Les Sables d'Olonne), et le sud du golfe de Gascogne (immatriculation entre Noirmoutier et Bayonne).

Tableau D.6 : Navires ciblant spécifiquement le bar, répartis par flottilles et par quartiers d'immatriculation pour les années 2000 et 2001. Manche Est : immatriculations de Dunkerque à Cherbourg ; Manche Ouest : immatriculations de Saint-Malo à Audierne ; Golfe nord : immatriculations du Guilvinec aux Sables d'Olonne ; Golfe sud : immatriculations de Noirmoutier à Bayonne.

Zone géographique	2000				2001			
	Chalutiers	Fileyeurs	Ligneurs	Total	Chalutiers	Fileyeurs	Ligneurs	Total
Manche Est	67	11	20	98	81	15	15	111
Manche Ouest	12	20	40	72	9	25	26	60
Golfe Nord	91	123	95	309	87	112	74	273
Golfe Sud	27	69	8	104	18	42	4	64

Le nombre total d'immatriculations de navires ciblant spécifiquement le bar est plus élevé dans le golfe de Gascogne (350 navires en moyenne sur les années 2000 et 2001) que

dans la Manche (170 navires environ). La séparation Nord/Sud et Est/Ouest de ces deux façades maritimes montre en outre qu'il y a trois fois plus d'immatriculations dans le nord du golfe de Gascogne que partout ailleurs (*tab. D.6*).

Les chalutiers sont plus abondants en Manche Est et dans le nord du golfe de Gascogne : environ 80 navires sont immatriculés dans ces deux secteurs, contre une vingtaine ou moins d'immatriculations dans les deux autres secteurs (Manche Ouest et sud du Golfe).

Seul un cinquième de la flottille des fileyeurs est présent en Manche, ce qui représente une quarantaine de navires répartis entre les parties est et ouest. Les fileyeurs sont donc majoritairement trouvés dans le golfe de Gascogne, et particulièrement dans la zone nord (environ 120 navires contre une soixantaine dans la zone sud).

Excepté dans le nord du Golfe (85 navires en moyenne), les ligneurs ne sont jamais plus d'une quarantaine par zone. Leur présence plus importante dans la partie nord du golfe de Gascogne s'explique par le grand nombre de palangriers travaillant au niveau des îles du Morbras et de la Vendée.

II.2.4.3- Répartition géographique des caractéristiques techniques

Tableau D.7 : Moyennes des longueurs (en centimètres), moyennes des puissances (en kiloWatts) et moyennes des ratios entre ces 2 caractéristiques techniques, pour les navires ciblant spécifiquement le bar. Les navires sont regroupés par flottilles. Les valeurs sont données pour les années 2000 et 2001. Manche Est : immatriculations de Dunkerque à Cherbourg ; Manche Ouest : immatriculations de Saint-Malo à Audierne ; Golfe nord : immatriculations du Guilvinec aux Sables d'Olonne ; Golfe sud : immatriculations de Noirmoutier à Bayonne.

Zone	2000			2001			
	Longueur (cm)	Puissance (kW)	Long/Puiss	Longueur (cm)	Puissance (kW)	Long/Puiss	
Chalutier	Manche Est	2080	430	5	2088	430	5
	Manche Ouest	2152	424	5.2	2183	425	5.3
	Golfe Nord	1862	333	5.8	1907	338	5.9
	Golfe Sud	1989	350	6	1908	322	6.1
Fileyeur	Manche Est	1078	119	10.9	1040	138	9.1
	Manche Ouest	1202	169	8.5	1162	175	8.2
	Golfe Nord	1252	165	9.2	1302	178	8.8
	Golfe Sud	1410	223	9.3	1479	252	6.8
Ligneur	Manche Est	691	79	13.8	665	81	9.5
	Manche Ouest	875	119	7.8	793	109	8.2
	Golfe Nord	834	81	12.6	863	90	12.2
	Golfe Sud	943	93	10.4	1037	100	12.2

Que ce soit pour l'année 2000 ou l'année 2001, les **chalutiers** immatriculés en Manche sont globalement plus grands et plus puissants que ceux immatriculés dans le golfe de Gascogne. Les moyennes tournent autour de 21 mètres et 425 kW en Manche, contre 19 mètres et 335 kW dans le Golfe (*tab. D.7*). Il n'y a par contre pas de différences nettes entre chalutiers de l'est ou de l'ouest de la Manche, ni entre chalutiers du nord ou du sud

du golfe de Gascogne, bien que les chalutiers de Manche Ouest puissent être considérés comme les plus grands de l'ensemble de la flottille.

La longueur et la puissance des **fileyeurs** augmentent graduellement entre les quatre secteurs décrits, de la Manche Est jusqu'au sud du golfe de Gascogne. Entre ces deux extrêmes, les moyennes diffèrent de 3 à 4 mètres et de plus de 100 kW (tab D. 7).

Le même type d'observation peut être fait sur les longueurs des **ligneurs**, dont les moyennes entre la Manche Est et le sud du golfe de Gascogne augmentent de 2,5 m en 2000 et de près de 4 m en 2001. Du côté puissances en revanche, les plus fortes sont trouvées en Manche Ouest. Les valeurs moyennes entre les quatre secteurs ne diffèrent pas de plus de 30 à 40 kW : les ligneurs sont donc la flottille pour laquelle les variations de puissances entre navires sont les moins fortes.

Le ratio moyen longueur/puissance permet de définir la puissance relative et/ou la longueur relative de chaque flottille. Plus le ratio est petit, plus la puissance relative est forte et plus la longueur relative est faible. Avec un ratio compris entre 5 et 6, les chalutiers sont la flottille dont la puissance relative est de loin la plus forte. Puis viennent les fileyeurs, avec un ratio approximativement compris entre 8 et 9, et enfin les ligneurs, avec un ratio tournant autour de 11 +/- 3.

Le découpage des flottilles entre quatre secteurs, révèle une hétérogénéité géographique marquée chez les fileyeurs et surtout chez les ligneurs. Ainsi, les ligneurs immatriculés en Manche Ouest présentent une puissance relative nettement supérieure à celle des trois autres groupes de ligneurs, et même à celle de quasiment tous les fileyeurs. Ceci s'explique par la technique très spécifique des ligneurs de Manche Ouest, qui pêchent le bar dans des zones à forts courants comme dans le Raz de Sein, ce qui nécessite des navires de tailles relativement restreintes (moins de 10 mètres) mais possédant des moteurs puissants.

II.3- LE POINT DE VUE DES ENGINS

La répartition des navires entre différentes flottilles et sous-flottilles permet de définir les principaux groupes de navires qui exploitent le bar, et d'en déterminer certaines caractéristiques. Cependant, dans le cas des navires polyvalents, l'utilisation des seules tables de typologie nationale ne permet pas d'identifier avec certitude l'engin prioritairement mis en œuvre pour capturer du bar, et l'attribution de ces navires à telle ou telle sous-flottille, voire flottille, devient alors arbitraire. Se détacher de la notion de « navire », pour ne conserver que celle d'« engin » associée à la quantité de bar capturée par cet engin, permet ainsi de dépasser ce problème et d'apporter un éclairage complémentaire

II.3.1- Méthodologie

La base « Activité » renseigne les cinq métiers principaux exercés au cours d'un mois donné par chaque navire qui y est référencé, un métier se définissant comme l'association entre un seul engin de pêche et une seule espèce. En scindant l'information « métier » entre ses deux composantes « engin » et « espèce », le nombre de [mois x engin] consacré par chaque navire à une espèce peut être comptabilisé. L'immatriculation du navire, référencée dans les deux bases « Activité » et RIC, permet alors de faire le lien entre le nombre de [mois x engin] alloué à une espèce et le tonnage débarqué de cette espèce.

Ainsi, pour tous les navires ayant vendu au moins une fois du bar au cours des années 2000 et/ou 2001, et pour chaque type d'engin mis en œuvre par ces navires, le couplage entre la base « Activité » et les données du RIC a permis dans un premier temps :

- d'estimer le nombre de [mois x engin] consacrés à la totalité des débarquements toutes espèces confondues,
- d'estimer le nombre de [mois x engin] consacrés au bar,
- de calculer les tonnages de bar débarqués,

pour finalement, dans un deuxième temps :

- comparer la part des [mois x engin] consacrés au bar à la totalité des [mois x engin] consacrés à l'ensemble des espèces pêchées,
- confronter la part des [mois x engin] consacrés au bar aux tonnages de bars débarqués.

Pour les engins principaux, l'association mensuelle des [mois x engin] et des débarquements a permis, en outre, de tracer leur calendriers d'activité sur l'année.

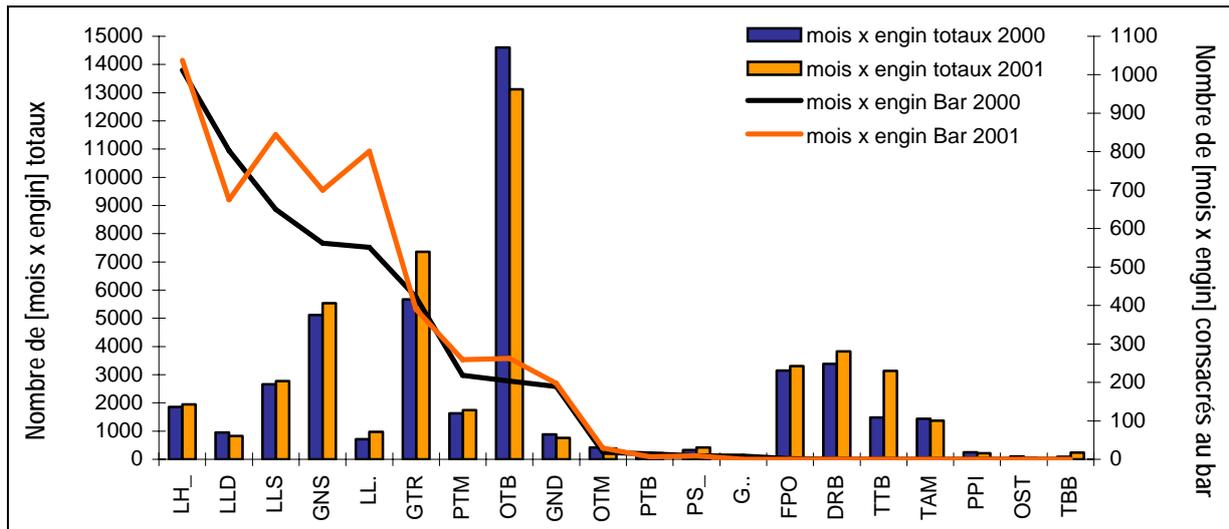


Figure D.5a : Répartition entre les différents engins mis en œuvre par la flottille de pêche française des [mois x engin] consacrés au bar, et des [mois x engin] totaux toutes espèces confondues, pour les années 2000 et 2001.

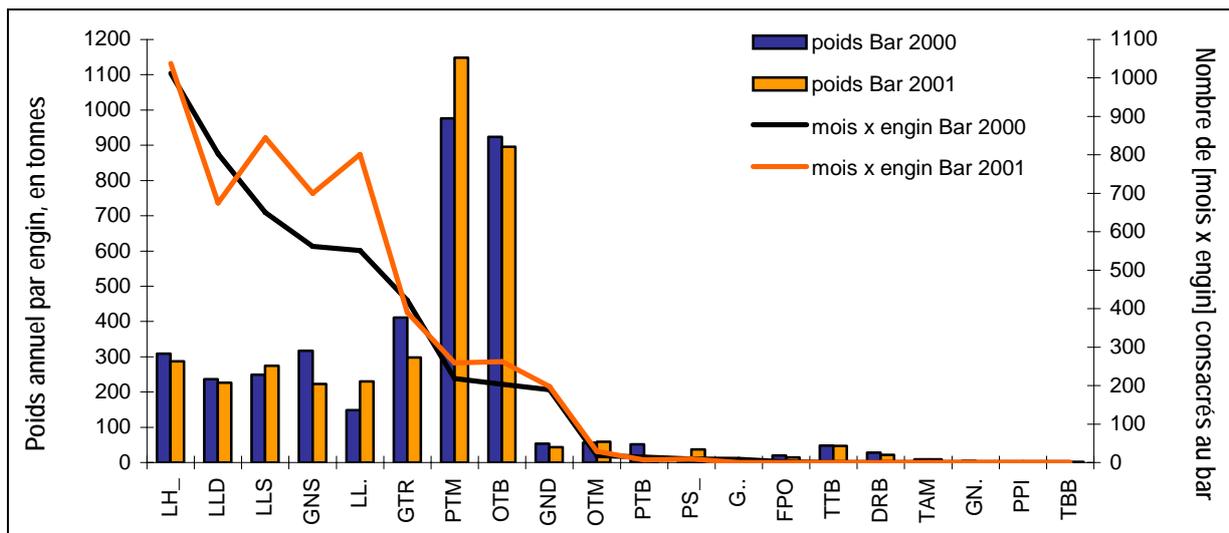


Figure D.5b : Répartition entre les différents engins mis en œuvre par la flottille de pêche française des [mois x engin] consacrés au bar, et des débarquements annuels de bars en tonnes, pour les années 2000 et 2001.

Nomenclature utilisée pour les différents engins :

- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| LH_ : Ligne de traîne | OTB : Chalut de fond (1 navire) | DRB : Drague à Gélidium |
| LLD : Palangre dérivante | GND : Filet maillant dérivant | TTB : Chalut à perche |
| LLS : Palangre de fond | OTM : Chalut pélagique (1 navire) | TAM : Tamis |
| GNS : Filet droit mononappe | PTB : Chalut de fond (2 navires) | PPI : Pêche à pied |
| LL. : Divers palangres | PS_ : Senne tournante coulissante | OST : Chalut indéterminé |
| GTR : Trémail | G. : Filet + Palangre | TBB : Chalut à perche |
| PTM : Chalut pélagique en bœuf | FPO : Casier | GN. : Filet maillant encerclant |

II.3.2- Principaux engins utilisés

Les [mois x engin] consacrés au bar (*fig. D.5a*) sont très majoritairement représentés par les lignes de traîne (plus de 1000 [mois x engin] par an) et palangres (de 600 à 800 [mois x engin] par type de palangre chaque année, ce qui représente environ 2000 [mois x engin] par an pour tous les types confondus). Puis viennent les filets droits mononappes ou les trémails (respectivement 400 et 200 [mois x engin] par an), et enfin les chaluts pélagiques en bœufs ou de fond tractés par un seul navire (un peu plus de 200 [mois x engin] par an).

Cette répartition entre les différents types d'engins des [mois x engin] consacrés au bar est inversement proportionnelle à celle des [mois x engin] totaux. En effet, toutes espèces confondues, les [mois x engin] des lignes et palangres atteignent 6000 unités, nombre qui est approximativement doublé dans le cas des filets, et qui est porté à environ 14000 pour les chalutiers de fond. A noter l'exception des chalutiers pélagiques en bœufs, pour lesquels le nombre des [mois x engin] totaux est comparable à celui des lignes (environ 1700 unités).

Pour les lignes et palangres, les [mois x engin] consacrés au bar correspondent à la majeure part des [mois x engin] totaux utilisés pour l'ensemble des espèces pêchées. Ils représentent en effet entre un quart (palangre de fond) et 80 % (palangre dérivante, divers palangres) des [mois x engin] totaux. Cette part diminue quand on considère les différents types de filets (entre 5 et 12,5 %), ainsi que le chalutage pélagique en bœuf (autour de 14 %), et devient très faible chez les chalutiers de fond (1 à 2 %).

D'autres types d'engins (casiers, drague à gélidium, chalut à perche) sont assez largement utilisés, avec plus de 3000 [mois x engin] totaux. Mais ils ne sont pas mis en œuvre pour cibler le bar (nombre de [mois x engin] consacrés au bar nul ou quasi nul). Leur contribution vis à vis des captures de bar est d'ailleurs négligeable et, quand elles se produisent, il s'agit de prise accessoire, voire accidentelle.

II.3.3- Efficacité des engins vis-à-vis des captures de bar

Au vu des tonnages de bar débarqués (*fig. D.5b*), on peut considérer qu'il existe 7 engins spécifiquement mis en œuvre pour cibler le bar : les lignes de traîne, deux types de palangres (dérivantes et de fond, les palangres « divers » se répartissant entre ces deux premières catégories), deux types de filets calés (droits mononappes ou trémails) et deux types de chaluts (pélagiques en bœufs ou de fond). Les autres engins, notamment les filets maillant dérivant et tous les autres types de chaluts, ne sont pas utilisés ou sont inefficaces vis à vis des captures de bar.

Les débarquements sensiblement équivalents des lignes, palangres et filets (environ 300 tonnes par an) mettent en évidence une différence d'efficacité entre ces engins, puisque

le débarquement d'une même quantité de poisson nécessite plus de [mois x engin] pour les lignes ou palangres que pour les filets. Cependant, d'un point de vue efficacité de capture, ces cinq engins peuvent être rassemblés au sein d'un même groupe opposé à celui des chaluts. L'efficacité des chalutiers ne leur est en effet pas comparable, puisque pour un effort moindre, voire très inférieur (environ cinq fois moins de [mois x engin] consacrés au bar pour les chalutiers que pour les ligneurs par exemple), les débarquements sont presque quadruplés (plus de 1000 tonnes par an contre environ 300 tonnes). A noter que les chalutiers pélagiques en bœufs semblent légèrement plus efficaces que les chalutiers de fond un navire, puisque les tonnages débarqués sont un peu supérieurs alors que les [mois x engin] sont pratiquement identiques.

II.3.4- Calendriers d'activité

La figure D.6 illustre l'évolution annuelle des [mois x engin] et des débarquements pour les principaux engins servant à cibler le bar, et ce pour les années 2000 et 2001. Les différents graphiques sont donc autant de calendriers d'activité de ces engins.

II.3.4.1- Caractéristiques générales

Deux groupes d'engins se démarquent : d'une part les lignes (LH_), palangres (LLD, LLS et LL.) et chalutage pélagique (PTM) pour lesquels les courbes de [mois x engin] suivent rigoureusement l'évolution des débarquements, et d'autre part les filets (GNS et GTR) et chalutage de fond (OTB) pour lesquels l'évolution des deux types de données représentées semble dissociée.

Dans le premier cas, l'efficacité des engins peut être considérée comme constante tout au long de l'année : les débarquements et l'effort nécessaire à leur obtention, représenté par les [mois x engin], sont corrélés positivement.

Dans le deuxième cas, les courbes des [mois x engin] sont plus chaotiques, ne semblent pas respecter de cycle annuel précis et ne présentent pas de réelles tendances. Entre deux mois consécutifs, le nombre de [mois x engin] peut rester similaire alors que le niveau des débarquements évolue beaucoup, ou à l'inverse présenter une variation significative sans que les débarquements en soient affectés. Ceci illustre une des caractéristiques des filets et du chalutage de fond, qui sont des engins moins spécifiques par rapport à ceux décrits précédemment dans le premier groupe. Ainsi, même si le bar est ciblé (condition sine qua non pour qu'un [mois x engin] consacré au bar soit présent dans la base « Activité »), d'autres espèces peuvent également être capturées dans le même temps. Le ciblage du bar est donc moins sensible, ce qui explique que niveaux de débarquement et efforts soient dissociés dans une certaine mesure.

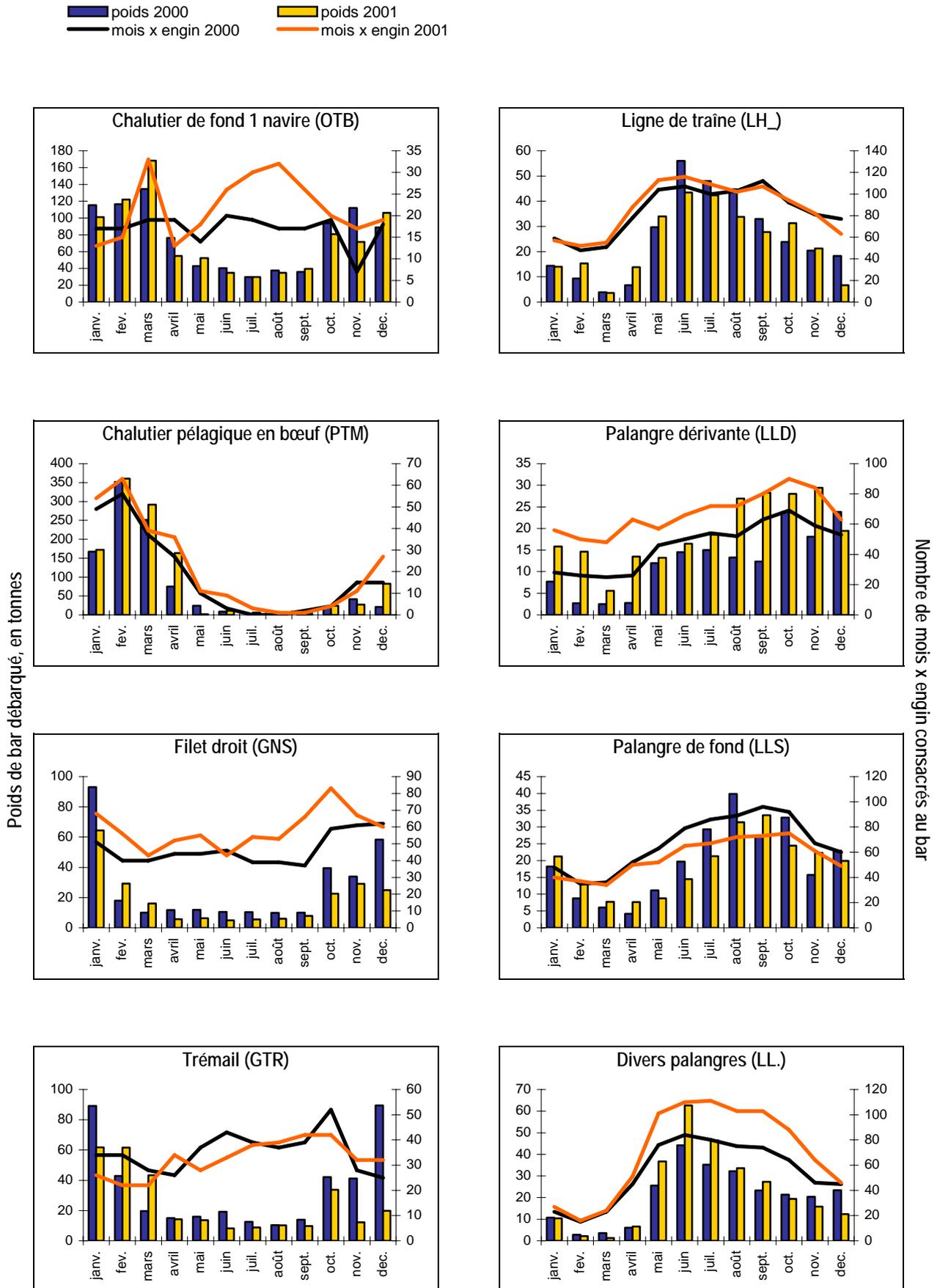


Figure D.6 : Calendriers d'activité des 8 engins principaux utilisés pour cibler le bar. Les calendriers sont établis d'après le nombre de mois x engin consacré chaque mois au bar par l'ensemble de la flottille.

II.3.4.2- Ligne de traîne (LH₋)

Les débarquements des ligneurs concernent essentiellement la période estivale. Faibles en mars-avril (moins de 10 tonnes mensuelles), ils augmentent à partir de mai, sont maximum en juin (50 tonnes environ), et restent forts jusqu'à septembre-octobre (grossièrement entre 30 et 40 tonnes mensuelles). De novembre à février les débarquements sont plus faibles (15 tonnes) avant d'atteindre leur niveau minimum en mars. La répartition des [mois x engin] suit cette évolution cyclique. Au cours de la période estivale ils sont de l'ordre de 100 à 120 unités, puis décroissent en hiver. Le minimum est atteint en février-mars, avec environ 50 unités.

Les ligneurs pratiquent leur métier à l'aide de navires de taille relativement réduite, et en zones côtières. Les migrations annuelles du bar, qui dépeuplent les zones les plus côtières au cours de la saison de reproduction, ainsi que les conditions météorologiques hivernales peu favorables, pourraient expliquer la baisse des débarquements entre décembre et avril.

II.3.4.3- Palangres (LLD, LLS et LL.)

On considère trois types de palangres, les palangres dérivantes (LLD), les palangres de fond (LLS) et les palangres « divers » (LL.). Ces dernières correspondent à des palangres dont le type est non identifié au niveau de la base « Activité », mais qui sont généralement des palangres dérivantes ou de fond. L'étude de leur calendrier d'activité, qui révèle un niveau de débarquements estivaux nettement supérieur à celui des débarquements hivernaux, ne représente donc rien de vraiment concret, puisque des [mois x engin] et des débarquements issus de plusieurs engins sont regroupés en proportions indéterminées.

Pour les palangres dérivantes la saison de pêche commence dès avril, mais les plus forts débarquements (entre 20 et 30 tonnes mensuelles) surviennent tardivement (août 2001 et octobre 2000). La fin de la période de pêche varie d'une année l'autre. En 2000, les débarquements sur l'ensemble de la période hivernale (janvier à avril) sont restés faibles, tandis qu'en 2001, seul le mois de mars a été marqué par une réelle diminution des débarquements, ceux des autres mois hivernaux s'élevant à environ 15 tonnes.

Pour les palangres de fond, les évolutions au cours de la saison de pêche sont plus prononcées. Elle s'amorce à partir de mai-juin, est maximum en août (environ 35 tonnes), puis s'infléchit dès novembre-décembre pour être minimale en mars-avril (moins de 10 tonnes mensuelles).

Dans tous les cas, la répartition des [mois x engin] suit l'évolution des débarquements. Les valeurs minimales au cours des mois hivernaux tournent autour de 30 unités. Les valeurs maximales dépassent la centaine d'unités.

Comme dans le cas des lignes, et bien que cela soit moins sensible, la majeure part des débarquements a lieu au cours de la période estivale. Les mêmes arguments que précédemment peuvent être avancés, à savoir que des conditions météorologiques plus favorables ainsi que la présence plus abondante du poisson près des côtes facilite les captures estivales.

II.3.4.4- Filets (GNS et GTR)

Les débarquements estivaux, de mars à septembre dans le cas des filets droits (GNS) et d'avril à septembre pour les trémails (GTR), sont faibles et relativement constants sur toute la période (autour d'une dizaine de tonnes mensuelles). La saison de pêche semble débuter en octobre et est maximale en décembre-janvier (jusqu'à 90 tonnes pour l'année 2000).

Les [mois x engin] fluctuent entre 20 et 50 unités pour les trémails (GTR) et entre 40 et 80 unités pour les filets droits (GNS), mais aucune réelle tendance ne se dégage.

Les filets sont des engins relativement peu spécifiques qui ciblent plusieurs espèces à la fois. Posés en zones plutôt hauturières, ils sont susceptibles de capturer plus de bar au cours de sa période de reproduction, c'est-à-dire entre octobre-novembre et mars-avril, qu'au cours des mois les plus chauds où les poissons évoluent plus près des côtes. Cette hypothèse a d'ailleurs été confirmée par l'étude des CPUE, tout au moins au niveau du golfe de Gascogne (*chapitre E, § II.5.3*). L'évolution des débarquements observée pourrait donc s'expliquer par les mouvements migratoires de l'espèce.

II.3.4.5- Chalutiers (PTM et OTB)

Les chalutiers pélagiques en bœufs (PTM) ne ciblent le bar, et ce de manière très spécifique - la courbe des [mois x engin] suit parfaitement l'évolution des débarquements - qu'au cours de la période de reproduction (entre octobre-novembre et mars-avril). Les premières marées se déroulent en octobre-novembre, et les dernières début mai, ce qui explique les faibles valeurs des débarquements au cours de ces mois (moins d'une cinquantaine de tonnes mensuelles). En décembre, selon les années et les mouvements migratoires des poissons, les débarquements sont plus ou moins élevés (20 tonnes en 2000 contre 80 en 2001). La saison de pêche est maximale à partir de janvier et jusqu'en avril. Les rendements les plus forts sont obtenus en février et mars (250 à 350 tonnes mensuelles pour 40 à 60 [mois x engin]). Durant la période estivale, les débarquements sont négligeables, voire nuls, ainsi que le nombre de [mois x engin].

En ce qui concerne le chalutage de fond un navire (OTB), la situation est très différente. Les forts débarquements d'octobre à avril (de 60 et 160 tonnes mensuelles) diminuent

entre mai et septembre (de 30 à 40 tonnes mensuelles), comme dans le cas des chalutiers pélagiques, mais la différence entre période hivernale et période estivale est beaucoup moins marquée. De plus, le niveau des débarquements des chalutiers de fond, s'il s'équilibre avec celui des chalutiers pélagiques sur l'ensemble d'une année, est bien moindre dès que l'on s'intéresse aux débarquements mensuels maximum : 160 tonnes en mars 2001 pour les chalutiers de fond contre 350 tonnes en février 2001 pour les chalutiers pélagiques.

En outre, la répartition des [mois x engin] diverge complètement de ce qui était observé précédemment : le nombre de [mois x engin] varie d'un mois l'autre, et parfois brutalement, mais aucune tendance ne se dégage réellement et les valeurs sont globalement comprises entre 10 et 35 unités. Comme dans le cas des filets, le chalutage de fond est un métier peu spécifique, en ce sens qu'il ne cible pas qu'une seule espèce. Le niveau de capture dépend donc en partie de la présence du poisson sur les zones de pêche habituellement chalutées, présence plus abondante au cours de la période de reproduction que pendant la période estivale, ce qui explique les débarquements plus forts en hiver.

II.4- CONCLUSIONS

Parmi tous les engins mis en œuvre pour cibler le bar, certains sont utilisés plutôt en période hivernale (chaluts et filets), et d'autres plutôt en période estivale (lignes et palangres). Du point de vue de cette espèce, une pression de pêche s'exerce donc tout au long de l'année, et ce dans tous les écosystèmes qu'elle occupe.

De nombreux navires (2500 environ) utilisant toutes sortes d'engins, autrement dit de nombreux métiers, capturent du bar. Cependant, il ne constitue qu'une prise accessoire pour les 3/4 d'entre eux qui n'en débarque que de faibles quantités (environ 700 tonnes pour 1850 navires). La grosse majorité des débarquements (3200 tonnes environ) n'est donc le fait que de 650 navires qui ciblent spécifiquement cette espèce.

La part du temps allouée au bar par rapport à celle consacrée aux autres espèces ciblées varie beaucoup entre les métiers, et met en évidence les grandes disparités d'efficacité des différents engins utilisés. Cette espèce apparaît ainsi comme une ressource très convoitée (en raison notamment d'une valeur marchande élevée), et intéressant un grand nombre de pêcheurs qui exercent des métiers disparates en terme d'engins utilisés et de techniques de pêche pratiquées. On peut alors mieux comprendre les conflits inter-métiers qui se focalisent régulièrement sur cette espèce.

III. PÊCHEURS RÉCRÉATIFS

Peu d'études nationales se sont intéressées à l'exploitation d'une ressource commune et renouvelable dans un cadre de loisir (Drouot *et al.*, 2003). Cependant, la pêche récréative du bar commun (*Dicentrarchus labrax*) en Europe, ou celle d'espèces voisines comme le bar rayé (*Morone saxatilis*) en Amérique du Nord, sont connues pour être très appréciées de nombreux pêcheurs de loisir, ce qui entraîne des conséquences non négligeables au niveau de la ressource. En effet, les prélèvements de bar rayé aux Etats-Unis par la pêche récréative s'élèveraient à 6107 tonnes, c'est-à-dire au double des prélèvements dus à la pêche professionnelle (NMFS, 1999). De même, Potten estimait en 1990 que les captures des pêcheurs récréatifs et professionnels étaient équivalentes (plus de 600 tonnes dans les deux cas).

En France, aucune étude comparable n'a été menée à ce jour sur *D. labrax*. Or, dans le cadre d'une gestion de cette ressource, l'évaluation des pêches récréatives françaises du bar devient incontournable. En effet, même si la pression de pêche exercée sur cette espèce par les pêcheurs de loisir français est restée inconnue jusqu'à aujourd'hui, la pêche récréative n'en doit pas moins être considérée comme un « métier » à part entière, et ne peut être écartée des scénarii de gestion. Evaluer les pêches récréatives permettrait en outre de mieux analyser les interactions entre tous les usagers s'intéressant à cette espèce, ainsi que de déterminer l'impact économique des pêcheurs récréatifs.

Le but de ce chapitre n'est pas d'explicitier en détails les méthodes et techniques retenues pour évaluer les pêches récréatives françaises du bar, ni même d'exposer précisément les premiers résultats obtenus, qui ne sont que préliminaires et font l'objet d'autres études actuellement en cours. Cependant, le présent travail ne pouvait en faire abstraction, et passe ainsi globalement en revue les démarches utilisées et les principaux résultats.

III.1- MÉTHODOLOGIE

Actuellement, aucune contrainte de recensement n'est imposée aux pêcheurs récréatifs en France. Afin de pouvoir les dénombrer, décrire au mieux leurs modes et pratiques de pêche en mer, et estimer leurs prélèvements de bar, la méthode *a priori* la plus fiable et la moins biaisée consiste à réaliser un sondage à l'échelle de l'ensemble de la population française. L'institut BVA, institut d'études d'opinion et de marché spécialisé entre autre dans les sondages téléphoniques, a ainsi été sollicité pour mener plusieurs vagues d'enquêtes.

III.1.1- Principes de l'enquête téléphonique

Les enquêtes concernant la pêche récréative du bar ont été réalisées dans le cadre de l'omnibus téléphonique de BVA appelé OMNITEL®, qui fonctionne avec le système CATI (Computer Assisted Telephone Interview). Chaque semaine (le vendredi après-midi et le samedi toute la journée), un échantillon national représentatif de la population française, composé de 1000 hommes et femmes âgés de 15 ans et plus, est interrogé. La durée totale de l'interview n'excède pas 20 à 30 minutes. Elle se compose de différents questionnaires portant sur des domaines très variés (politique, grande consommation ...) parmi lesquels s'insère, en deuxième ou troisième position, le questionnaire sur la pêche récréative du bar (durée de l'ordre de 4 minutes).

La représentativité de l'échantillon national est garantie par une stratification préalable par région et catégorie de commune, puis par l'utilisation de la « méthode des quotas » appliquée sur le sexe, l'âge et l'activité de l'interviewé(e), ainsi que la catégorie socio-professionnelle du chef de famille (*annexe D.5*). Une correction sur le poids des individus est effectuée à l'issue du sondage, afin de rééquilibrer les catégories citées ci-dessus dans l'échantillon interviewé. Cette méthode se base sur les statistiques issues du recensement de la population par l'INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques), et permet d'obtenir un échantillon conforme à la population étudiée. A chaque vague d'enquête de 1000 personnes, l'échantillon national est entièrement renouvelé.

Les résultats de l'enquête doivent être lus en tenant compte des marges d'erreur aléatoires E propre à tout sondage. Ces marges d'erreur sont liées à la taille de l'échantillon d'une part et au score d'enquête d'autre part, et se calcule selon la formule :

$$E = 2 \sqrt{P(100-P)/N} \quad \text{avec } N \text{ la taille de l'échantillon} \\ \text{et } P \text{ le pourcentage de réponse}$$

Si un pourcentage P est attribué à la réponse X d'une question donnée, le score théorique de cette réponse sera compris dans l'intervalle $[P - E ; P + E]$.

III.1.2- Conceptions des « questionnaires bar »

Plusieurs questionnaires ont été élaborés et testés. Le **premier**, réalisé courant **janvier 2003** sur deux vagues de 1000 individus, comportait six questions clés. Dans un premier temps, celles-ci portaient sur l'ensemble des espèces marines susceptibles d'être concernées par la pêche récréative avant, dans un deuxième temps, de se focaliser plus spécifiquement sur le bar. Les résultats de ce questionnaire ne seront pas exposés ici. Un rapport (Drouot *et al.*, 2003) les détaille et recense l'ensemble des questions posées.

Devant certains pourcentages obtenus surprenants - les réponses des 2008 personnes interviewées indiquaient par exemple que 22 % de la population française de plus de 15 ans avait pratiqué la pêche maritime de loisir en 2001, soit un résultat quatre fois supérieur aux prévisions les plus optimistes - cette expérience novatrice dans ce domaine en France a été réitérée. La méthode de base (enquête téléphonique dans le cadre de l'OMNITEL® de BVA) a été conservée, mais en modifiant le questionnaire, afin de ne cibler que l'espèce « bar ». De plus, les biais identifiés lors de la première enquête (erreur de mémoire, tendance à donner des chiffres ronds, individus qui répondent pour toute la famille, etc.), et recensés dans le rapport de Drouot *et al.* (2003) ont été pris en compte, afin de rendre les questions plus pertinentes et plus compréhensibles, et ainsi d'améliorer la qualité des réponses.

Un **deuxième « questionnaire bar »** a donc été élaboré. Préalablement validé par une **phase test** réalisée sur deux vagues de 1000 personnes en **janvier 2004**, il est conçu pour générer des informations par croisement des réponses aux questions, et s'ordonne autour de huit questions clés portant sur trois échelles de temps. La première échelle correspond à l'ensemble de l'année 2003, la seconde se concentre sur une période de pêche précise de l'année 2004, et la troisième se focalise uniquement sur la dernière sortie en mer (*fig. D.7*). Cette subdivision a nécessité la répartition des vagues d'enquêtes **tout au long de l'année 2004 ainsi qu'en janvier 2005** (*tab. D.8*), ce qui permet de tenir compte des variations saisonnières et d'éviter un certain nombre d'erreur de mémoire. Quatorze vagues ont ainsi été lancées, ce qui représente un total de 14054 individus de plus de 15 ans interviewés.

Tableau D.8 : Calendrier de base d'interrogations, pour les 14 vagues de 1000 personnes du questionnaire bar 2003-2004

Interviews	Période de pêche de référence	Vagues OMNITEL®
Mars 2004	Fin hiver : Janvier, Février 2004	2 vagues
Juin 2004	Printemps : Mars, Avril et Mai 2004	3 vagues
Septembre 2004	Été : Juin, Juillet et Août 2004	5 vagues
Novembre 2004	Automne : Septembre, Octobre 2004	2 vagues
Janvier 2005	Début hiver : Novembre, Décembre 2004	2 vagues

Q1. En 2004 au cours des mois de janvier et février, avez-vous personnellement pêché en mer ou en bord de mer dans un cadre de loisirs ?

- Oui
- Non → Q8

Q2. En 2004 au cours des mois de janvier et février, avez-vous personnellement pêché du bar ou loup dans un cadre de loisirs ?

- Oui
- Non → Q8

Q3. Combien de sorties pour pêcher du bar ou loup avez-vous effectué au cours des mois de janvier et février 2004 et dans quels départements (n° de dép. ou libellé) ?

Département 1		Sorties (nombre)	
Département 2		Sorties (nombre)	

Q4. Lors de votre dernière sortie en mer pour pêcher du bar ou loup, quel mode de pêche avez-vous pratiqué ?
 Enquêteur : *Lire les 3 modes - Une seule réponse possible*

- Sous-marine (que vous soyez parti du bord ou d'une embarcation)
- Bateau
- Du bord ou à pied

Q5. Quel est le principal engin de pêche que vous avez utilisé lors de votre dernière sortie en mer pour pêcher du bar ou loup ?
 Enquêteur : *Lire les 4 engins de pêche - Une seule réponse possible*

- Filet
- Fusil
- Palangre
- Canne ou ligne

Q6. Lors de votre dernière sortie pour pêcher du bar ou loup, dans quel département êtes vous allé ?
 Enquêteur : *Numéro de département ou libellé*

	Numéro	Libellé
Département		

Q7. Lors de votre dernière sortie, combien de bars ou loups avez-vous pêché vous personnellement ?

Nombre de bars ou loups pêchés ?	
Pour quel <u>poids global</u> en kilos ?	

A tous

Q8. En 2003, avez-vous pêché du bar ou loup ?

- Oui
- Non

Si pas de pêche de bar au cours de l'année 2003 (Réponse NON en Q8) ni de pêche saisonnière en 2004 (Réponse NON en Q1) → STOP INTERVIEW.

Q8a. Combien de sorties pour pêcher du bar ou loup avez-vous effectué au cours de l'année 2003 ?

Q8b. Quel poids total (en kilos) représentent vos prises de bar ou loup au cours de l'année 2003 ?

Si Oui à la Q1 ou Oui à la Q8

Q9. Appartenez-vous à une association de pêche en mer ?

- Oui
- Non

Si Oui à la Q2 ou Oui à la Q8

Q10. Accepteriez-vous d'être recontacté d'ici la fin de l'année pour une enquête complémentaire sur la pêche de loisir en mer ?

- Oui
- Non

Code postal de l'interviewé(e) :

Figure D.7 : QUESTIONNAIRE BAR 2003-2004 pour les deux premières vagues d'enquêtes de 1000 personnes interviewées en mars 2004. Les questionnaires utilisés lors des douze autres vagues d'enquêtes sont identiques, aux noms des mois énoncés dans les questions Q1, Q2 et Q3 près. Ceux-ci ont en effet été modifiés, pour s'adapter à la période de pêche de référence à laquelle le questionnaire correspond (*tab. D.8*).

III.2- SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE 2003-2004

Les cinq paragraphes suivant (*III.2.1 à III.2.5*) renvoient aux années 2003 **ou** 2004, selon que les résultats exposés proviennent des parties du questionnaire portant sur l'ensemble de l'année 2003 **ou seulement** sur une des cinq périodes de référence de l'année 2004 (§ *III.1.2, fig. D.7*).

III.2.1- Pêcheurs en mer, pêcheurs de bar et saisonnalité en 2004

Le pourcentage de la population française âgée de plus de 15 ans qui déclare avoir pratiqué au moins une fois une activité de pêche de loisir en mer au cours de la période de référence ciblée par le questionnaire (janvier – février, ou mars à mai, ou juin à août, ou septembre – octobre, ou novembre – décembre), varie de 2,5 % (janvier –février) à 9,6 % (juin à août) (*fig. D.8*). La pêche de loisir en mer présente donc une forte saisonnalité et, au vu des résultats enregistrés pour l'année 2004, se pratique de façon nettement plus marquée en période estivale. La courbe du pourcentage de pêcheurs de bar suit les mêmes évolutions (*fig. D.8*), bien que les valeurs soient bien évidemment moindres. Pour l'année 2004, celles-ci varient entre 0,4 % (janvier – février) et 2,4 % (juin à août) de la population, ce qui concorde avec une valeur moyenne estimée à 2,2 % pour l'ensemble de l'année 2003. 9,6 % de la population française âgée de plus de 15 ans s'adonnerait donc, au moins une fois dans l'année, à la pêche récréative en mer, mais seul 2,5 % la pratiquerait toute l'année. De même, les pêcheurs de bar correspondraient à 2,4 % de la population, mais ils ne seraient que 0,4 % à exercer ce type de pêche toute l'année.

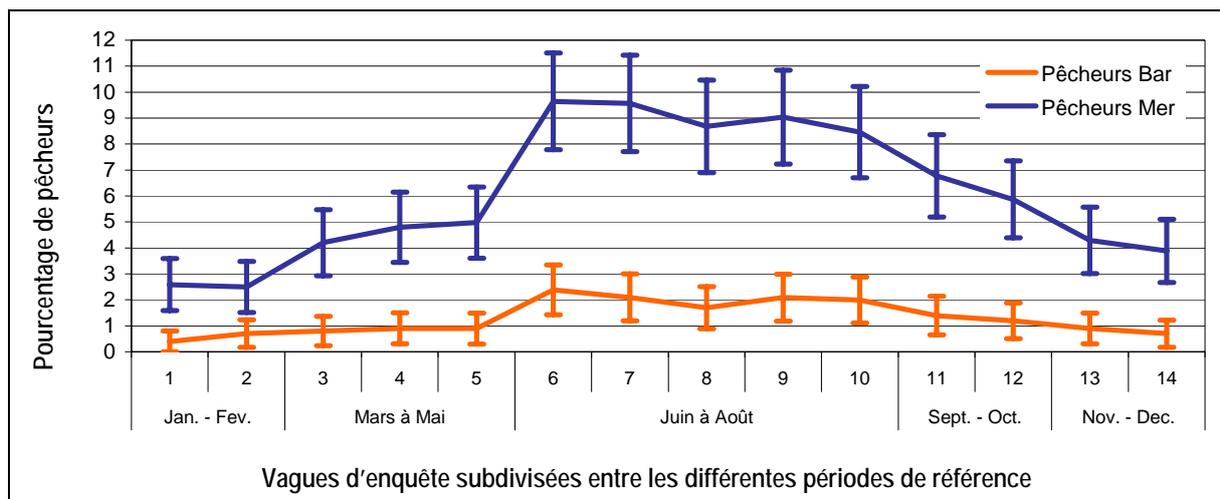


Figure D.8 : Proportions de pêcheurs en mer et de pêcheurs de bar au cours des 5 périodes de références de l'année 2004. Les résultats enregistrés sont subdivisés entre les 14 vagues d'enquêtes

III.2.2- Profils des pêcheurs de bar en 2003

Le tableau D.9 illustre le profil des pêcheurs de bar en 2003, ainsi que celui de l'ensemble de l'échantillon interviewé (14054 individus), représentatif du profil de la population française âgée de 15 ans et plus. Ce tableau permet également d'identifier les pourcentages qui, chez les pêcheurs de bar, sont significativement plus grands par rapport à ceux de l'échantillon total avec un seuil de confiance de 90 %.

Tableau D.9 : Profil des pêcheurs de bar en 2003.
1 : échantillon total (n = 15054) ; 2 : pêcheurs de bar (n = 310). * écart significatif à la hausse par rapport à l'échantillon total ($\alpha = 0,1$).

		1	2
Sexe	Homme	48%	79%*
	Femme	52%	21%
Age	Moins de 25 ans	16%	16%
	25-34 ans	18%	18%
	35-49 ans	27%	33%*
	50-64 ans	20%	19%
	65 ans et plus	20%	14%
Acti- vité	Actif	55%	64%*
	Inactif	45%	36%
CSP du chef de famille	Agriculteur	2%	2%
	Cadre supérieur	17%	18%
	Prof. intermédiaire	14%	19%*
	Employé	11%	14%*
	Ouvrier	23%	23%
	Inactif	34%	25%
Région	Région parisienne	19%	17%
	Bassin parisien Est	8%	4%
	Bassin parisien Ouest	10%	10%
	Nord	7%	6%
	Ouest	13%	23%*
	Est	9%	2%
	Sud Ouest	11%	14%*
	Centre Est	12%	5%
Méditerranée	12%	19%*	
Habitat	Commune rurale	25%	22%
	Moins de 20.000 hab	17%	20%
	De 20.000 à 100.000	13%	16%
	Plus de 100.000 hab	29%	28%
	Agglomération parisienne	16%	15%
Dep.	Départements côtiers	30%	54%*
	Départements hors littoral	70%	46%

Sexe, âge et activité. Les pêcheurs de bar sont très majoritairement des hommes (près de 80 %, avec une très nette sur-représentation par rapport à l'échantillon total). Ils sont plutôt jeunes (67 % de moins de 50 ans, mais avec la domination de la classe des 35-49 ans) et actifs (64 %, soit 9 % de plus que dans l'échantillon total).

Catégories socioprofessionnelles. Toutes les CSP, en proportions sensiblement identiques à celles trouvées dans l'ensemble de la population française, sont représentées chez les pêcheurs de bar. Un écart significatif à la hausse existe cependant pour les professions intermédiaires et les employés. Ces pêcheurs ne se recrutent donc pas particulièrement parmi les catégories les plus aisées de la population.

Répartition géographique. Une sur-représentation des façades atlantique et méditerranéenne est logiquement observée : 56 % des pêcheurs de bar vivent au niveau des régions Ouest, Sud Ouest et Méditerranée contre 36 % de la population en général. De même, les départements côtiers sont plus souvent habités par ces pêcheurs que les départements hors littoral (54 % contre 46 %), et cette répartition tranche avec celle observée pour l'ensemble des individus interviewés. Par contre, il n'existe pas de différences notoires dans le choix du type d'agglomération (petites communes ou grosses villes).

III.2.3- Zones de pêches fréquentées sur l'ensemble de l'année 2004

Les départements les plus appréciés par les pêcheurs de bar se situent au niveau de la pointe Bretagne, avec essentiellement le Finistère et le Morbihan : respectivement 15 % et 11 % des fréquentations. Puis, avec 7 % à 8 % des fréquentations, le Pas-de-Calais, la Manche, la Vendée, l'Hérault et les Bouches-du-Rhône viennent en deuxième position, juste avant le reste des façades atlantique et méditerranéenne (3 % à 5 % des fréquentations pour les départements concernés). Le reste de la façade Manche ne contient que des départements peu fréquentés.

III.2.4- Modes de pêche pratiqués et engins utilisés en 2004

Les pêcheurs de bar pratiquent trois grands modes de pêche : la pêche à pied ou en bord de mer, la pêche en bateau, et la pêche sous-marine (*fig. D.9*). Sur la totalité de l'année 2004, 8,8 % des pêcheurs de bar pratiqueraient la pêche sous-marine, les deux autres modes de pêche se partageant presque équitablement le pourcentage restant (43,4 % pour la pêche en bateau, et 47,8 % pour la pêche du bord). Selon les saisons, ces proportions varient légèrement. Excepté en été, où la pêche en bateau domine, la pêche à pied ou du bord représente toujours un peu plus de la moitié (voire plus 60 % en hiver) des modes de pêche. Cette pêche est en effet assez peu soumise aux conditions climatiques. La pêche en bateau, très présente en période estivale (été plus automne), tend logiquement à diminuer à la mauvaise saison (hiver plus printemps), tandis que la pêche sous-marine se pratique essentiellement au printemps et en été.

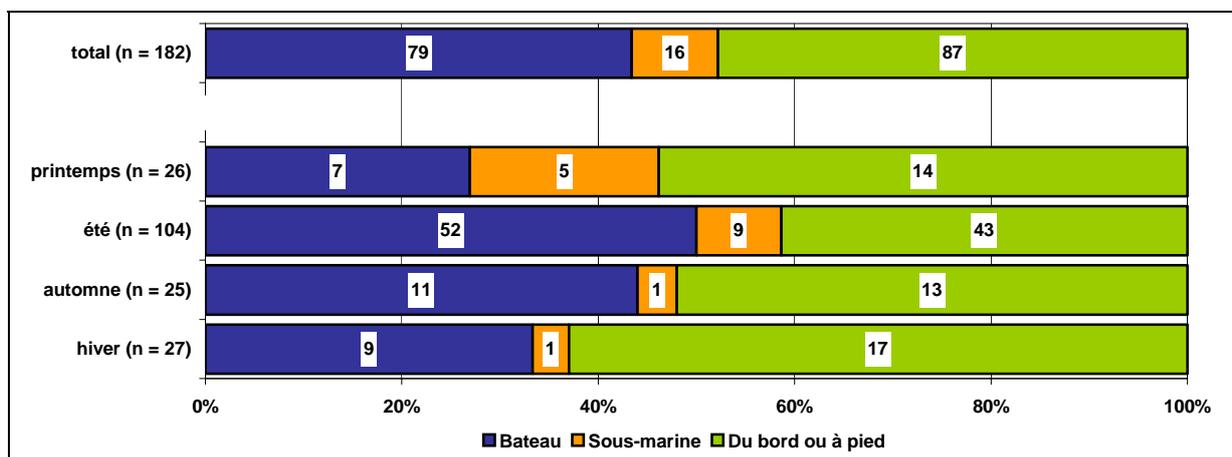


Figure D.9 : Mode de pêche pratiqué, selon les saisons, par les 182 pêcheurs de bar interviewés en 2004. Les nombres indiqués correspondent aux nombres de pêcheurs par saison et par mode de pêche.

Les engins de pêche qui prédominent largement sont les cannes et lignes (83 %). Utilisables du bord ou en bateau, elles constituent les engins les plus faciles à mettre en œuvre. Quelques pêcheurs embarqués posent des filets (6,6 %) et des palangres (1,6 %), mais ces engins peuvent être considérés comme marginaux. Enfin, les pêcheurs sous-marins utilisent tous logiquement un fusil, dont l'utilisation correspond donc à 8,8 %.

III.2.5- Nombre de pêcheurs de bar et prélèvements de cette espèce en 2003

Sur les 14054 personnes interviewées, 310 « pêcheurs de bar » ont été identifiés en 2003, dont 244 ont déclaré avoir prélevé 1914 kilo de bar au cours de cette même année. Une première approche permettant d'estimer globalement le nombre de pêcheurs récréatifs de bar en France, ainsi que les quantités de bar qu'ils prélèvent, a été mise en oeuvre.

III.2.5.1- Estimation du nombre de pêcheurs récréatifs de bar

Soit N la totalité de la population française âgée de plus de 15 ans, n l'effectif des personnes interviewées au cours des 14 vagues d'enquêtes, et a la proportion de pêcheurs de bar au sein de l'échantillon n . On note :

$N = 46\ 849\ 856$ personnes ;
 $n = 14\ 054$ personnes ;
 et $a = 310$ personnes.

Soit P la proportion inconnue de pêcheurs de bar au sein de la totalité de la population française. P peut être estimée par la proportion p qui représente le nombre de pêcheur de bar dans l'échantillon n . On a $p = a / n \Leftrightarrow p = 0,022$. Cette faible proportion incite à penser que la distribution de la variable aléatoire « pêcheur de bar » suit une loi de Poisson. Cependant, étant donné que n est très grand, on peut l'approximer par une loi normale $N(np, \sqrt{npq})$.

L'intervalle de confiance de la proportion inconnue P peut alors se calculer, en utilisant les estimateurs non biaisés :

$$p = a / n \quad \text{pour } P, \text{ et}$$

$$s_p^2 = \frac{pq}{n-1} \cdot \frac{N-n}{N} \quad \text{pour la variance (échantillonnage sans remise) ; } q = (1 - p)$$

$$\text{On a alors } Pr \left[p - \left(1,96 s_p + \frac{1}{2n} \right) < P < p + \left(1,96 s_p + \frac{1}{2n} \right) \right] = 1 - \alpha = 0,95$$

$$\Leftrightarrow Pr [0,0196 < P < 0,0245] = 0,95$$

En multipliant les proportions trouvées par N , on obtient :

$$917\ 987 < \text{nombre de pêcheurs de bar en France} < 1\ 148\ 821$$

III.2.5.2- Poids de bar prélevé annuellement par les pêcheurs récréatifs

Sur les 310 pêcheurs de bar recensés par interviews pour l'année 2003, seuls 244 ont indiqué la quantité de bar pêchée. L'estimation de la quantité totale de bar prélevée (1914 kilo) se base donc sur cette nouvelle proportion de pêcheur de bar, notée **b**.

Soit **Q** la quantité inconnue de bar prélevée (en kilo) au cours de l'année 2003. **Q** peut être estimée à partir de la variable de dénombrement **q**, qui représente le nombre moyen de kilo de bar par pêcheur. Cette variable suit une distribution de Poisson (le coefficient d'asymétrie est en effet de 2,73, ce qui est une valeur très élevée), et les bornes de son intervalle de confiance s'écrivent :

$$Pr \left[\bar{x} + \frac{t^2_{\alpha/2}}{2b} - t_{\alpha/2} \sqrt{(1 - f_E) \left[\frac{S^2_x}{b} + \frac{t^2_{\alpha/2}}{4b^2} \right]} < q < \bar{x} + \frac{t^2_{\alpha/2}}{2b} + t_{\alpha/2} \sqrt{(1 - f_E) \left[\frac{S^2_x}{b} + \frac{t^2_{\alpha/2}}{4b^2} \right]} \right] = (1 - \alpha)$$

Avec : \bar{x} le nombre de kilo de bar annuel moyen par pêcheur ($\bar{x} = 7,91$)

S^2_x la variance correspondante ($S^2_x = 116,95$)

$t_{\alpha/2}$ la valeur de la distribution de Student

($\alpha = 0,05$; $\nu = 244$ degrés de liberté) ; $t_{\alpha/2} = 1,97$

f_E le rapport entre le nombre de pêcheur de bar échantillonné **b** et le nombre total de pêcheur de bar dans la population française **P**

Pour $\alpha = 0,05$ et **P** égal à la borne inférieure de son intervalle de confiance (**P** = 917 987 pêcheurs de bar), on obtient :

$$Pr(6,56 < q < 9,29) = 0,95 \Leftrightarrow Pr(6\,020\,292 < Q < 8\,524\,047) = 0,95$$

Pour $\alpha = 0,05$ et **P** égal à la borne supérieure de son intervalle de confiance (**P** = 1 148 821 pêcheurs de bar), on obtient :

$$Pr(6,56 < q < 9,29) = 0,95 \Leftrightarrow Pr(7\,534\,094 < Q < 10\,667\,518) = 0,95$$

La **quantité annuelle de bar** prélevée par les pêcheurs récréatifs français serait donc comprise entre **6 020 et 10 668 tonnes**, pour l'ensemble du littoral français (Manche, Atlantique et Méditerranée).

IV- CONCLUSIONS - DISCUSSION

Les pêcheries françaises qui capturent du bar en Manche et dans le golfe de Gascogne sont d'une grande complexité : de nombreux navires (environ 2500, soit près des deux tiers de la flotte française de pêche dans cette même zone géographique), utilisant des engins très divers, s'intéressent à cette espèce, ce qui en rend la description délicate.

L'identification des navires qui ciblent spécifiquement le bar (650 navires environ), associée à leur regroupement en trois flottilles principales (chalutiers, fileyeurs et ligneurs), a permis d'apporter une vision synthétique de ces pêcheries. Cependant, ces grandes entités sont très hétérogènes. En effet, les nombreuses sous-flottilles qui les composent mettent en œuvre des combinaisons d'engins dont certains sont communs à plusieurs d'entre elles (l'utilisation des lignes par exemple, se retrouvent aussi bien chez les ligneurs que chez plusieurs types de fileyeurs et chalutiers). Ainsi, affiner la description des flottilles en les subdivisant en sous-flottilles met en évidence une grande complexité au niveau de l'utilisation des engins.

Sept engins principaux permettent de cibler le bar : les lignes de traîne, deux catégories de palangres (dérivantes et de fond), deux catégories de filets (droits et trémails), et deux catégories de chaluts (pélagiques et de fond). Deux caractéristiques propres à leur utilisation semblent particulièrement significatives :

- Leur efficacité est très variable : celle des chaluts est très largement supérieure à celle des filets, qui est elle-même supérieure à celle des lignes et palangres. Ceci justifie que les engins les plus susceptibles de puiser largement dans la ressource bar (les chaluts pélagiques notamment) soient régulièrement montrés du doigt par les pêcheurs professionnels et récréatifs soucieux de sa préservation.
- La comparaison des tonnages débarqués indique que les chaluts pélagiques ne sont pas les seuls « gros prédateurs ». En effet, les 1000 tonnes annuelles qu'ils prélèvent sont suivis de près par les 900 tonnes des chaluts de fond, les 800 à 900 tonnes de l'ensemble des lignes et palangres, et les 700 tonnes des filets.

Ainsi, entre les engins très efficaces mais peu nombreux (chaluts pélagiques), et ceux beaucoup moins efficaces mais également beaucoup plus nombreux (lignes et palangres), toutes les catégories jouent un rôle important au niveau des débarquements de bar. Et ceci est d'autant plus vrai que chaque engin est mis en œuvre dans des zones et à des périodes de l'année différentes, ce qui implique un ciblage du bar permanent dans le temps et dans l'espace.

Les résultats de l'enquête BVA sur la pêche récréative du bar en France sont surprenants à bien des égards. En effet, aucune prévision ne se serait avancée à prédire qu'environ un million de pêcheurs récréatifs (2,2 % de la population française âgée de plus de 15 ans) capturent annuellement plus de 6000 tonnes de bar le long des façades littorales de la Manche, de l'Atlantique et de la Méditerranée. Cependant, ces chiffres sont à considérer avec prudence, et ne sont actuellement que des résultats préliminaires qui demandent à être affinés : de petits biais dans l'échantillonnage sont en effet susceptibles d'entraîner de très grosses modifications lors de l'extrapolation des valeurs trouvées à l'échelle de la population.

Cette enquête a d'ores et déjà suscité de nombreuses réactions. Certains responsables de fédérations de pêche de loisir en mer s'insurgent plus ou moins violemment contre les résultats trouvés, arguant du fait que les pêcheurs appartenant à leurs associations capturent peu de bars et les remettent le plus souvent à l'eau. Cependant, l'enquête BVA a montré que seuls 3,7 % des « pêcheurs de bar » font partie d'une association de pêche en mer. Il est alors difficile d'extrapoler leurs pratiques de pêche à celles de l'ensemble des pêcheurs.

Les réactions des pêcheurs récréatifs aux résultats de l'enquête BVA sont généralement fonction du type de pêche qu'ils pratiquent eux-même. Les chasseurs sous-marin sont le plus souvent relativement sceptiques devant les quantités déclarées prélevées par les personnes interviewées, et ont tendance à trouver celles-ci excessives. Mais les pêcheurs utilisant une embarcation seraient plutôt surpris que seuls 19 % (respectivement 7,8 %) des interviewés déclarent pêcher annuellement plus de 10 kg (respectivement plus de 20 kg) de bar. Les caractéristiques propres à chaque type de pêche (la chasse sous-marine est beaucoup plus aléatoire que la pêche d'une embarcation) joueraient donc sur les impressions et les avis de ceux qui les pratiquent.

Des traitements supplémentaires s'avèrent nécessaire, afin de mieux cibler les éventuels biais du questionnaire, et d'obtenir les résultats les plus probants possibles. Des enquêtes de terrains permettraient également de mieux détailler les pratiques des différentes catégories de pêcheurs récréatifs. Cependant, l'ordre de grandeur des valeurs trouvées ne serait pas aberrant, comme semble d'ailleurs le corroborer les témoignages collectés en réaction aux résultats de l'enquête BVA. La pêche récréative française au bar pourrait donc être estimée à plus de 2000 tonnes de captures pour chacune des trois façades maritimes (Manche, Atlantique et Méditerranée).

CHAPITRE E

L'EXPLOITATION DU BAR

I - INTRODUCTION	151
<hr/>	
II - LES STATISTIQUES OFFICIELLES	153
<hr/>	
II.1- MATÉRIELS ET MÉTHODES	153
II.1.1- Provenance des données	153
II.1.2- Métiers étudiés	153
II.1.3- Traitements des données	155
II.2- VENTES ET DÉBARQUEMENTS	161
II.2.1- Les ventes en criées	161
II.2.2- Les débarquements renseignés	163
II.2.3- Provenance des captures des principaux métiers	165
II.3- ÉVOLUTION TEMPORELLE DES INDICES D'ABONDANCE	169
II.4- SPATIALISATION DES CPUE SELON LA LATITUDE	171
II.4.1- Chalutage pélagique en bœuf	171
II.4.2- Chalutage de fond 1 navire	173
II.4.3- Filet	173
II.4.4- Ligne	174
II.5- CARTOGRAPHIE DES CPUE	175
II.5.1- Chalutage pélagique en bœuf	175
II.5.2- Chalutage de fond	179
II.5.3- Filet	181
II.5.4- Ligne	184
II.6- CONCLUSIONS	187
<hr/>	
III - CAS PARTICULIERS	190
<hr/>	
III.1- MATÉRIEL ET MÉTHODES	190
III.2- RÉSULTATS	191
III.2.1- Cpue	191
III.2.2- Indice de désaisonnalisation	194
III.2.3- Poids moyens	195
III.3- CONCLUSIONS	197
<hr/>	
IV - CONCLUSIONS - DISCUSSION	198
<hr/>	

I- INTRODUCTION

Ce chapitre se propose d'utiliser plusieurs outils et méthodes, afin de caractériser l'exploitation du bar par les pêcheries françaises de Manche et du golfe de Gascogne. Ainsi :

- Des séries chronologiques des ventes et débarquements ont été établies. Elles mettent en évidence les variations au cours du temps et les tendances évolutives de l'exploitation du bar. Elles permettent également de comparer les différents secteurs de pêche (sous-zones CIEM), ainsi que les métiers.
- Les évolutions temporelles des captures par unité d'effort (CPUE), en fonction des secteurs de pêche et des métiers, ont été calculées. Bien que grossièrement, ces courbes reflètent les variations du niveau d'abondance de la ressource.
- Des CPUE mensuelles moyennes ont été spatialisées et/ou cartographiées. Elles traduisent les déplacements des bars au cours de l'année, et permettent l'identification de certaines zones de concentration.

On admet couramment que les CPUE peuvent servir d'estimateurs de la densité d'une espèce dans une zone de pêche donnée, et sont donc des indices d'abondance. Cependant, il est également connu que la relation liant CPUE et abondance n'est pas simple. Outre la qualité des données (la quantification de l'effort de pêche n'est jamais chose aisée ; Laurec & Le Guen, 1981), le comportement des poissons dans la masse d'eau (responsable d'une hétérogénéité dans l'espace et dans le temps de la distribution du stock), ainsi que le comportement des pêcheurs et les caractéristiques techniques de leurs bateaux (responsables d'une hétérogénéité de la flottille de pêche), sont susceptibles de biaiser significativement les calculs (Laurec & Fonteneau, 1978).

Les valeurs brutes des résultats présentées dans ce chapitre, et surtout celles qui résultent de calculs de CPUE, sont donc hautement sujettes à caution. Cependant, les méthodes de calcul ayant été standardisées et appliquées toujours de la même manière, les tendances mises en évidence peuvent être considérées comme fiables.

II- LES STATISTIQUES OFFICIELLES

II.1- MATÉRIELS ET MÉTHODES

II.1.1- Provenance des données

Les données utilisées dans ce chapitre sont relatives aux ventes de bar en criées, mais aussi et surtout aux débarquements renseignés selon l'activité des navires (engin(s) mis en œuvre, zone(s) de pêche fréquentée(s), effort de pêche correspondant, etc.). Elles proviennent donc des bases qui constituent le système français de collecte des données de pêche professionnelle, et plus particulièrement des bases RIC (réseau inter-criées de collecte des données de vente de la pêche fraîche dans les ports français) et « Marées » (base générée par les journaux de bords déclaratifs). Le fonctionnement de ces bases de données, déjà exploitées dans le chapitre précédent, est détaillé en annexe D.1.

Le rapprochement du RIC et de la base « Marées » s'effectuant au niveau de la base « Statistiques de pêche », toutes les extractions de données se sont déroulées par son intermédiaire. La structure informatique de cette base ayant subi de profondes modifications, une double extraction a été nécessaire : la première pour toutes les données antérieures à 1999, 31 décembre 1998 inclus (extraction réalisée en mars 2002), et la deuxième pour toutes les données postérieures à 1998, 1^{er} janvier 1999 inclus (extraction réalisée en juin 2003).

Les dates des données disponibles s'échelonnent de 1984 à 2002. Cependant, en raison d'une mise en place progressive, les bases ne sont généralement considérées comme exploitables qu'à partir de 1986, voire 1990 pour certaines espèces. De plus, l'année 2002 n'était pas entièrement renseignée à la date de l'extraction (juin 2003). Plusieurs mois de retard, notamment au niveau du rendu et/ou de la saisie des journaux déclaratifs, sont en effet couramment observés. La durée de la période d'étude a donc été modulée en fonction du type d'analyse développé ci-après, et du degré de précision des données recherché.

II.1.2- Métiers étudiés

Dans le chapitre D, la notion d'« engin » fait appel soit à la classification des tables de typologie nationale, soit aux nomenclatures FAO (Food and Agriculture Organization) en vigueur dans la base « Activité ». Les tables de typologie permettent de répartir les

navires en différentes sous-flottes caractérisées par un engin particulier, voire un groupe d'engins, sans que les captures de bar puissent leur être attribuées avec certitude (*chapitre D, § III.1.1*). La nomenclature FAO est plus précise, mais son utilisation au niveau de la base « Activité » ne permet pas non plus d'associer sûrement un engin à une quantité de bar débarquée (*chapitre D, § III.2.1*).

Dans le présent chapitre, qui porte non plus sur les usagers exploitant le bar mais sur l'exploitation elle-même de cette espèce, les engins sont différenciés d'après la nomenclature CRTS en vigueur dans la base « Marées ». Cette nomenclature identifie chaque engin par un code à trois chiffres. Par référence aux engins principaux figurant dans la base « Activité » utilisés pour capturer du bar (« LH_ » : ligne de traîne ; « LLD » : palangre dérivante ; « LLS » : palangre de fond ; « LL. » : divers palangres ; « GNS » : filet droit mononappe ; « GTR » : trémail ; « PTM » : chalut pélagique en bœuf ; « OTB » : chalut de fond 1 navire ; *chapitre D, § III.2.2*), et en tenant compte des trois flottilles principales qui ciblent cette espèce (chalutiers, fileyeurs et ligneurs ; *chapitre D § III.1.2*), quatre « métiers » ont été définis (*tab. E.1*) : le chalutage pélagique en bœuf, le chalutage de fond 1 navire, le filet et la ligne.

Tableau E.1 : répartition des engins définis d'après la nomenclature CRTS en vigueur dans la base « Marées » entre les quatre métiers (chalutage pélagique en bœuf « ChalutPB », chalutage de fond « ChalutF », filet, ligne) qui ciblent le bar en Manche, Mer Celtique et dans le golfe de Gascogne.

Métier	Code	Libellé
ChalutPB	942	Chaluts bœufs pélagiques (2 navires)
	945	Chaluts bœufs pélagiques (maillage < 20 mm, 2 navires)
	949	Plusieurs chaluts bœufs (2 navires)
ChalutF	931	Chaluts de fond à panneaux (1navire)
	934	Chaluts de fond (maillage < 20 mm, 1 navire)
	941	Chaluts bœufs de fond (2 navires)
	944	Chaluts bœufs de fond (maillage < 20 mm, 2 navires)
Filet	52	Filets + casiers
	510	Filets maillants (non spécifiés)
	511	Filets maillants calés (ancrés, filets maillants de fond à une nappe)
	512	Trémail (filets maillants de fond à plusieurs nappes)
	513	Filets flottants, filets maillants calés entre deux eaux
	519	Filets maillants et filets emmêlants (non spécifiés)
	520	Filets maillants dérivants
Ligne	32	Palangres + casiers
	224	Lignes à main, lignes à cannes manœuvrées à la main (mitraille, palangrotte)
	310	Ligne de traîne
	320	Palangres non spécifiées
	321	Palangres calées (palangres de fond)
	322	Palangres dérivantes (palangres flottantes)
329	Divers palangres	

Le terme « métier » correspond, dans sa définition la plus stricte, à l'association entre une technique de pêche (donc un engin) et une espèce donnée. Cependant, en élargissant cette définition et en substituant à un engin précis une catégorie d'engins, on peut considérer qu'il existe quatre principaux métiers français qui ciblent le bar :

- le **chalutage pélagique en bœuf**. Les chaluts pélagiques sont mis en œuvre par des navires construits spécialement pour ça et qui n'utilisent pas d'autres types d'engin. Ils constituent donc bien un métier à part entière.
- le **chalutage de fond**. Un peu plus polyvalents que les chalutiers pélagiques, les chalutiers de fond peuvent utiliser plusieurs types de chaluts, et même parfois mettre en œuvre d'autres types d'engins. Selon le type d'étude, on considèrera uniquement les chalutiers de fond 1 navire (engins 931 et 934), ou bien l'ensemble de ces chalutiers.
- la **ligne**. Toutes les catégories de lignes et de palangres ont été regroupées sous le même métier, en raison du non respect régulier des nomenclatures CRTS (confusion entre les engins 310 et 320 notamment), et parce qu'il s'agit d'engins relativement similaires du point de vue de l'efficacité et des techniques de pêche (utilisation d'hameçons).
- le **filet**. Pour le même genre de raison, aucune distinction n'a été faite entre les différentes catégories de filet.

II.1.3- Traitements des données

II.1.3.1- Ventes renseignées par le RIC

Les données ont été structurées de manière à obtenir les ventes totales par [année] x [mois] x [catégorie commerciale] de 1986 à 2001 incluses. L'utilisation de l'information « catégorie commerciale » sur une longue série temporelle de données n'est pas chose aisée. En effet :

- les bornes inférieures et supérieures des catégories définies par la CEE évoluent au cours du temps (*tab E.2*),
- les catégories CEE ne sont que rarement appliquées par les criées. Elles utilisent le plus souvent leurs propres catégories, qui évoluent également dans le temps (*tab. E.3*).

Tableau E.2 : Définitions des catégories commerciales adoptées par la CEE pour le bar (*D. labrax*) depuis le 1^{er} juin 1981.

01/06/1981	01/01/1986	01/05/2001
cat. « 00 » « non trié » ou indéfini	cat. « 00 » « non trié » ou indéfini	cat. « 00 » « non trié » ou indéfini
cat. « 10 » 1000 grammes et plus	cat. « 10 » 3000 grammes et plus	cat. « 10 » 2000 grammes et plus
cat. « 20 » moins de 1000 grammes	cat. « 20 » 1000 à 3000 grammes	cat. « 20 » 1000 à 2000 grammes
	cat. « 30 » 350 à 1000 grammes	cat. « 30 » moins de 1000 grammes

Un effort de normalisation des codifications locales est réalisé depuis 2001/2002, mais les données antérieures sont le plus souvent fortement hétérogènes de ce point de vue. Deux exemples parmi de nombreux autres sont illustrés dans le tableau E.3, qui permet de mettre en évidence les problèmes ayant trait aux catégories de vente dans la base « Marées » :

- certaines catégories locales ne sont pas des subdivisions des catégories commerciales CEE : leurs bornes supérieures et inférieures se chevauchent. Comme les criées référencent les ventes d'après leurs catégories locales, un très fort pourcentage de catégories commerciales CEE n'est pas renseigné dans la base « Marées » (présence de « 00 »).
- les catégories locales divergent beaucoup d'une criée à l'autre, ce qui rend difficile l'homogénéisation des données sur une zone géographique recouvrant plus qu'un seul quartier maritime.

Tableau E.3 : Catégories locales utilisées pour la vente du bar en 1989 à la criées du Guilvinec, et en 1996 à la criée d'Arcachon, et catégories commerciales CEE correspondantes *telles que référencées dans la base « Marées »*

Cat. locales du Guilvinec (1989)	Cat. commerciales CEE	Cat. locales d'Arcachon (1996)	Cat. commerciales CEE
« 00 » non trié ou indéfini	« 00 »	« 00 » non trié ou indéfini	« 00 »
« 10 » 2000 à 15000 grammes	« 00 »	« 10 » 2000 grammes et plus	« 00 »
« 20 » 1000 à 2000 grammes	« 20 »	« 20 » 800 à 2000 grammes	« 00 »
« 30 » 500 à 1000 grammes	« 30 »	« 30 » 500 à 800 grammes	« 00 »
« 40 » 300 à 500 grammes	« 00 »		

Afin de rendre la série temporelle des ventes cohérente sur l'ensemble de la période d'étude, un traitement au cas par cas a été réalisé. Les catégories locales associées à toutes les données ont été transformées en catégories commerciales CEE définies depuis le 1^{er} mai 2001 (*tab E.2*). Pour les catégories locales non entièrement incluses dans une des catégories commerciales CEE, la répartition a été faite au mieux, de manière à limiter les biais engendrés : par exemple, la catégorie « 20 » d'Arcachon en 1996 (*tab E.3*) a été attribuée à la catégorie CEE la plus proche, c'est-à-dire à la catégorie « 20 » de mai 2001 (1000 à 2000 grammes), plutôt qu'à la catégorie « 30 » (moins de 1000 grammes).

II.1.3.2- Débarquements renseignés dans la base « Marées »

Les données ont été structurées par [année] x [mois] x [métier] ou [année] x [mois] x [zone de capture] de 1986 à 2001 incluses. Les « métiers » correspondent à ceux définis dans le paragraphe II.1.2 ci-dessus (chalutage pélagique en bœuf, chalutage de fond 1 navire, filet, ligne). Les « zones de capture » sont représentées soit par les sous-zones CIEM, soit par les divisions CIEM. L'« activité des navires » (zones et efforts de pêche notamment) n'est disponible que par l'intermédiaire de la base « Marées ». Mais celle-ci n'est pas exhaustive, et les ventes du RIC comparées aux débarquements renseignés de la base « Marées » indique une nette sous-estimation de ces derniers. Les journaux de

bord déclaratifs n'étant pas totalement fiables, et le rendu des logbooks et fiches de pêche s'avérant incomplet, une perte sèche au niveau du poids déclaré est en effet logiquement observée (*tab. E.4*). Les données de la base « Marées » ne peuvent donc être utilisées à l'état brut, sauf à considérer qu'elles n'indiquent que des tendances, et à comparer ces tendances entre elles.

Tableau E.4 : Ventes annuelles totales (en tonnes) extraites de la base de données RIC, débarquements annuels renseignés (en tonnes) extraits de la base « Marées » pour lesquels l'activité des navires (engins, zones de pêche, effort de pêche ...) est connue, et rapport (en pourcentage) entre ces deux types de données.

Année	Ventes	Débarquements	Rapport	Année	Ventes	Débarquements	Rapport
1986	2661	1765	66,30	1994	2030	1956	96,35
1987	3186	2404	75,45	1995	2047	2033	99,34
1988	2390	1871	78,28	1996	3280	2988	91,11
1989	2720	1970	72,40	1997	2938	2599	88,45
1990	2414	1710	70,84	1998	2901	2446	84,33
1991	2615	2059	78,73	1999	3312	2238	67,57
1992	2748	2161	78,65	2000	3925	2143	54,60
1993	2364	1933	81,77	2001	3898	1988	51,00

La sous-estimation de la base « Marée » par rapport au RIC (*tab. E.4*) est particulièrement prononcée jusqu'au début des années 90 (30 % d'écart au minimum), mais également depuis la restructuration informatique de la base « Statistiques de pêche » en 1999 (jusqu'à près de la moitié des ventes non recensées au niveau des débarquements renseignés). C'est la raison pour laquelle les données brutes de la base « Marées » ont été extrapolées à celles du RIC pour les trois dernières années de la période d'étude (1999 à 2001). En faisant correspondre montants des poids renseignés et montants des poids vendus, cette extrapolation permet de mieux appréhender l'évolution des débarquements depuis 1999, et ainsi de s'affranchir des tendances à la baisse artificiellement créées par la diminution du volume de données disponibles. Basée sur la typologie 2001 des flottilles, elle a été réalisée en élevant les poids renseignés aux engins utilisés en fonction des sous-zone CIEM fréquentées.

II.1.3.3- Calcul des CPUE

II.1.3.3.1- Sélection préalable des données

La base « Marées » est la seule qui puisse fournir des données de débarquements associées à des efforts de pêche détaillés. Le calcul de CPUE passe donc par son utilisation. Cependant, un traitement préalable des données s'impose, afin d'écartier celles d'entre elles les plus susceptibles de biaiser significativement les résultats des calculs. Plusieurs niveaux de sélection ont ainsi été appliqués.

(1) les **données** visiblement **erronées** qui ont pu être détectées ont été supprimées. (Il est par exemple hautement improbable qu'un ligneur vende 3000 kg de bar en une seule fois).

(2) la qualité des CPUE calculées à partir de **marées dirigées** sur une espèce cible est sensiblement supérieure à celle des CPUE prenant en compte l'ensemble des données de bases (Biseau, 1998). La plupart des marées ne ciblant pas spécifiquement le bar ont ainsi été supprimées par la mise en place de seuils minimum en dessous desquels le bar ne peut représenter qu'une prise accessoire pour le navire de pêche. La totalité des marées non dirigées n'a cependant pas pu être détectée et éliminée, car les seuils, placés à 200 kg pour le chalutage pélagique en bœuf ou de fond et à 25 kg pour le filet, ont été choisis très faibles pour ne pas risquer la suppression de marées dirigées. Aucun seuil n'a été mis en place pour la ligne, ce métier étant susceptible de présenter des marées dirigées avec de très faibles captures.

(3) l'**effort de pêche** correspondant aux captures recensées a été comptabilisé en jours de pêche. Il est basé le plus possible sur la durée totale de la marée, afin de limiter les biais liés à la déclaration du temps de pêche par les pêcheurs et/ou à la saisie des données. Pour la ligne, où les marées sont le plus souvent journalières et où la qualité déclarative du temps de pêche est très aléatoire, l'effort de pêche mensuel a le plus souvent été évalué en fonction du nombre de jours de pêche dans le mois.

II.1.3.3.2- Méthodes de calcul

Les débarquements renseignés (en kilogrammes) ainsi que les efforts de pêche associés (en jours), sont distribués par [année] x [mois] x [métier] x [zone de capture]. Suivant les cas, les niveaux [année] et [mois] peuvent être considérés ou non, et les « zones de capture » correspondent aux sous-zones CIEM, aux degrés de latitudes nord, ou aux rectangles statistiques.

Une première méthode possible consiste à calculer des CPUE pour chaque marée renseignée par [année] x [mois] x [métier] x [zone de capture], et d'effectuer ensuite des moyennes sur ces marées :

$$CPUE_{\text{marées}} = \frac{\sum_{\text{marées}} \text{captures}(kg)}{\sum_{\text{marées}} \text{efforts}(jours)} \quad (1)$$

$$CPUE_{[\text{année}] \times [\text{mois}] \times [\text{métier}] \times [\text{zone de capture}]} = \frac{\sum_i^n CPUE_{\text{marées}}}{n} \quad (2)$$

Cependant, cette méthode présente l'inconvénient de donner plus de poids aux valeurs extrêmes, valeurs qui résultent le plus souvent d'erreurs non détectées au niveau de la base « Marées ». Malgré les étapes de sélections préalables aux calculs de CPUE, les données utilisées restent en effet d'une fiabilité toute relative.

Les équations **1** et **2**, sensibles aux nombreux biais inhérents aux bases de données, ont donc été remplacées par une troisième équation. Celle-ci, moins précise en théorie est plus robuste en pratique. Elle résulte de la division d'une somme des captures par une somme des efforts sur l'ensemble des [année] x [mois] x [métier] x [zone de capture] :

$$CPUE_{[année] \times [mois] \times [métier] \times [zone \text{ de capture}]} = \frac{\sum_{[année] \times [mois] \times [métier] \times [zone \text{ de capture}]} captures(kg)}{\sum_{[année] \times [mois] \times [métier] \times [zone \text{ de capture}]} efforts(jours)} \quad (3)$$

II.1.3.4- Différents types d'analyse de CPUE

II.1.3.4.1- Tendances évolutives par sous-zone CIEM

Les tendances évolutives des différents métiers en Mer du Nord, Manche / Mer Celtique ainsi que dans le golfe de Gascogne ont été établies en définissant les « zones de capture » comme des sous-zones CIEM IV, VII ou VIII. Le niveau [mois] n'a pas été considéré : les CPUE sont calculées en $kg.j^{-1}$, selon l'équation **3** légèrement modifiée (niveau [mois] en moins), avec des valeurs de débarquements et d'efforts distribuées par [année] x [métier] x [sous-zone CIEM]. La période d'étude s'étend de 1986 à 2001 : les données de 1984, 1985 et 2002 n'ont pas été prises en compte, car elles ne sont pas exhaustives à l'échelle annuelle.

II.1.3.4.2- Spatialisation

Les « zones de capture » sont définies par les **degrés de latitude nord** associés aux rectangles statistiques. Le niveau [année] n'est pas considéré, mais il permet de sélectionner les données utilisées. En effet, les débarquements et efforts correspondants ne sont conservés que s'il existe des valeurs distribuées par [métier] x [mois] x [latitude des rectangles] pour au minimum 10 années. Les CPUE sont ensuite calculées en $kg.j^{-1}$, selon l'équation **3** légèrement modifiée (niveau [année] en moins). Cette sélection permet de supprimer les latitudes trop peu fréquentées par les navires. Le traitement permet de représenter l'évolution mensuelle, sur une année moyenne et pour les quatre métiers considérés, des CPUE spatialisées par degré de latitude nord.

II.1.3.4.3- Cartographie

Les « zones de capture » sont définies par les **rectangles statistiques**. La **période d'étude** globale s'étend d'avril 1985 à juin 2002. Cependant, dans le cas des chaluts pélagiques en bœufs et des chaluts de fond qui ne ciblent le bar que d'octobre à mai (*chapitre D, § II.3.4*), les mois estivaux (juin à septembre) n'ont pas été étudiés. Pour le

filet en revanche, toutes les données ont été conservées : tous les mois sont étudiés exceptés ceux d'août et de novembre 1985 pour lesquels l'information n'est pas disponible. Enfin, dans le cas de la ligne où certains mois ne sont qu'imparfaitement renseignés, la période d'étude a été raccourcie de janvier 1987 à décembre 2001.

Calculées en kg.j^{-1} selon l'équation **3**, les CPUE structurées par [année] x [mois] x [métier] x [rectangle statistique] ont été moyennées mensuellement, puis cartographiées à l'aide du logiciel ArcView GIS 3.2. Les **cartes de moyennes** représentent donc une année type intermédiaire pour chacun des quatre métiers considérés. La spatialisation des valeurs mensuelles moyennes de CPUE rend compte de la variabilité intermensuelle des captures de bars, ainsi que des variations des positions géographiques des zones de concentrations de poissons. La période de formation de ces concentrations, leur évolution dans le temps au cours de l'année, et leurs déplacements spatiaux sont appréhendés grâce aux fluctuations des indices d'abondance.

Des **cartes d'écarts types** complètent les précédentes, en spatialisant les écarts types des CPUE mensuelles moyennes. Elles mettent en évidence les variations interannuelles des valeurs de CPUE, et permettent de visualiser la constance ou la variabilité des indices d'abondance entre les rectangles statistiques.

Suivant les métiers, des captures importantes de bars au niveau d'un rectangle statistique ne sont pas nécessairement synonymes d'une fréquentation élevée de ce rectangle par les pêcheurs, et *vice versa*. Par conséquent, la cartographie d'indices d'abondance, si elle met en évidence des secteurs de plus ou moins fortes captures, ne rend pas forcément compte de la fréquentation plus ou moins élevée des différentes zones de pêche. Pour pallier ce problème, des **cartes de fréquentations** ont été établies. Pour chaque valeur non nulle de CPUE structurées par [année] x [mois] x [métier] x [rectangle statistique], le rectangle correspondant est considéré fréquenté par les pêcheurs. L'indice de fréquentation est alors défini égal à 1 (0 sinon). Les cartes de fréquentations sont réalisées à partir d'un fichier structuré par [métier] x [mois] x [rectangle statistique] x [somme de l'indice de fréquentation]. Elles ne correspondent pas à une représentation de la répartition de l'effort de pêche, mais mettent cependant en évidence les zones majoritairement fréquentées et les périodes d'exploitation du bar pour l'ensemble de la période d'étude. Elles permettent ainsi de dépendre, bien qu'imparfaitement et succinctement, l'activité des navires qui ciblent le bar.

II.2- VENTES ET DÉBARQUEMENTS

II.2.1- Les ventes en criées

II.2.1.1- Evolution annuelle

La tendance générale des ventes annuelles de bars est à la hausse (*fig. E.1*). Deux phases distinctes peuvent cependant être distinguées :

- 1986 à 1995 représente une période de stabilité, avec des productions annuelles sensiblement constantes de l'ordre de 2500 tonnes (un peu moins à partir de 1993).
- 1996 marque le début d'une seconde période. La production s'accroît nettement par rapport aux années précédentes : les ventes annuelles ne descendent plus en dessous de 2900 tonnes, et sont même largement supérieures à 3500 tonnes à partir de l'année 2000. A noter également que 1996 marque une année charnière. En effet, les très forts débarquements du premier trimestre (plus de 1400 tonnes) ont conduit les pêcheurs à mettre en place un quota de 5 tonnes par navire et par semaine applicable du 1^{er} janvier au 31 mars. Ce quota, destiné à ne pas engorger le marché, est toujours en vigueur actuellement.

II.2.1.2- Evolution par catégorie commerciale

Jusqu'en 1992, l'information catégorie commerciale n'est que très peu renseignée : le pourcentage des ventes pour lesquelles cette information est connue se situe entre 20 % et 50 % selon les années. L'évolution des ventes annuelles distribuées entre les différentes catégories commerciales CEE (*fig. E.1*) n'est donc que difficilement analysable avant 1994, année à partir de laquelle un minimum de 80 % des ventes sont ventilées par catégories. De plus, les normes concernant la subdivision en catégories commerciales ont évolué tout au long de la période d'étude, et un ajustement des données les plus anciennes aux normes actuelles s'est avéré nécessaire afin d'obtenir une évolution temporelle cohérente (§ II.1). Les résultats présentés ci-après sont donc à considérer avec prudence en raison des biais possibles.

Depuis 1994, les profils d'exploitation des différentes catégories commerciales de bar ne sont pas similaires. Après une augmentation de 1994 à 1996, les débarquements des plus gros poissons (catégorie 10) restent stables avec des ventes annuelles d'environ 800 tonnes. Les débarquements des catégories 20 et 30 présentent, *a contrario*, un assez fort accroissement entre 1994 et 2001 : ils passent de 800 à environ 1400 tonnes

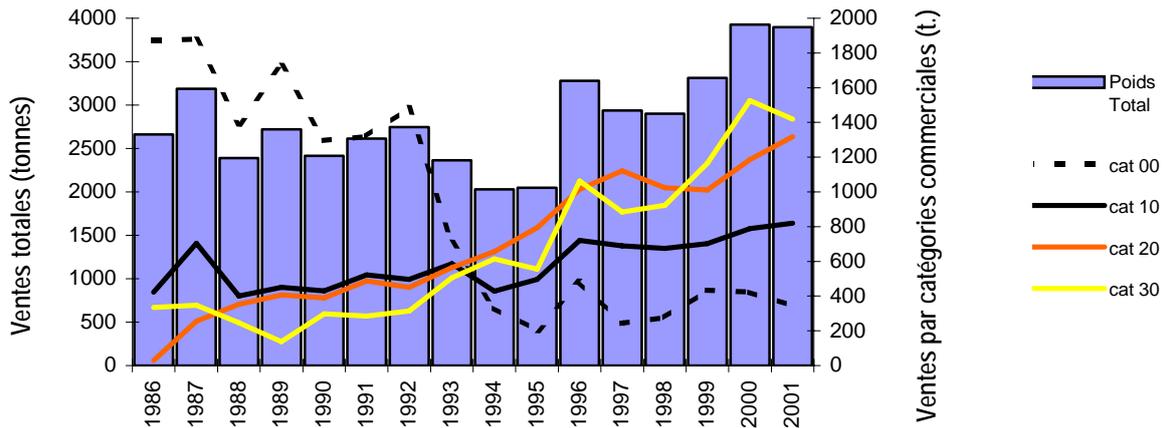


Figure E.1 : Ventes annuelles totales (histogrammes), ou réparties par catégories commerciales CEE (courbes), du bar pêché par l'ensemble des navires de pêche professionnels français. « cat 00 », bars entiers non triés ; « cat 10 », bars entiers de plus de 2 kg ; « cat 20 », bars entiers de 1 à 2 kg ; « cat 30 », bars entiers de moins de 1kg.

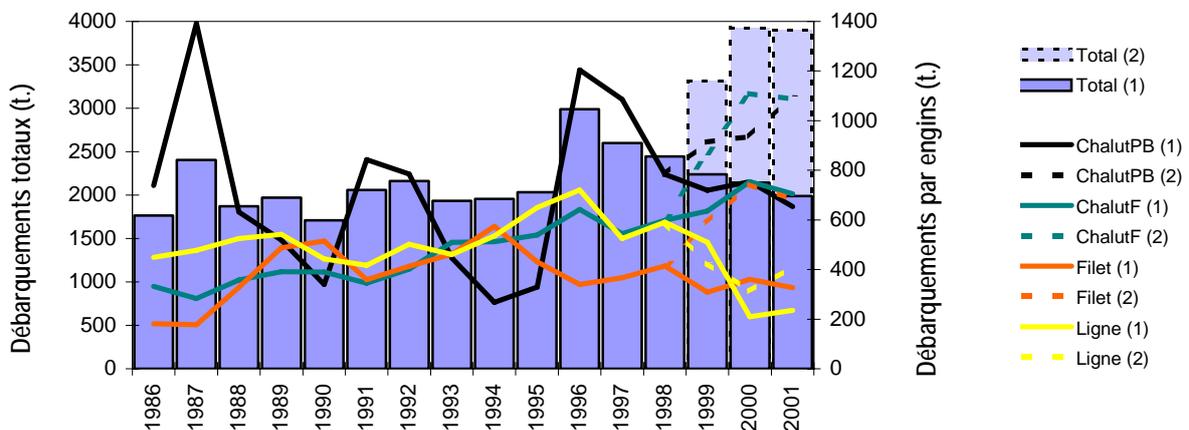


Figure E.2 : Débarquements déclarés de bar par année (histogrammes), ou par métier (courbes). « ChalutPB », chalutage pélagique en boeuf ; « ChalutF » chalutage de fond 1 navire ; « Filet » tous types de filets ; « Ligne » tous types de lignes et palangres ; « (1) », données brutes ; « (2) », données extrapolées aux ventes.

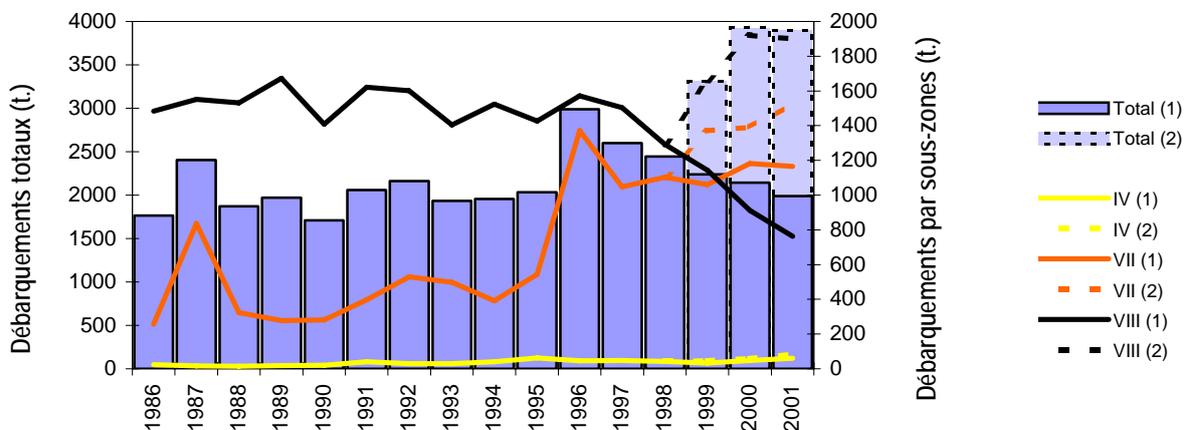


Figure E.3 : Débarquements déclarés de bar par année (histogrammes), ou par sous-zones CIEM (courbes). « IV », Mer du Nord ; « VII » Manche, Mer Celtique ; « VIII » golfe de Gascogne ; « (1) », données brutes ; « (2) », données extrapolées aux ventes.

annuelles. Ce sont donc les poissons de moins de 2 kg qui soutiennent essentiellement l'augmentation des productions annuelles totales depuis 1996. Les débarquements de ces deux catégories sont globalement analogues et suivent le même type d'évolution, mais l'accroissement du volume des ventes de la catégorie 30 semble plus rapide que celui de la catégorie 20. De plus, depuis 1999, les ventes de la catégorie 30 sont toujours supérieures à celles de la catégorie 20. Cette constatation pourrait marquer une tendance à l'intensification de l'exploitation des plus jeunes individus de la pêcherie, ou indiquer une augmentation de l'abondance des recrutements. A noter que les ventes de poissons non triés (catégorie 00) varient chaque année, mais restent comprises depuis 1994 entre 200 et 400 tonnes annuelles environ.

II.2.2- Les débarquements renseignés

II.2.2.1- Evolution annuelle

Les débarquements annuels totaux de bar qui figurent **tels quels** dans la base de données « Marées » n'indiquent quasiment aucune tendance de 1986 à 2001 (histogrammes « Total (1) » des figures E.2 et E.3). Seul le pic de production des années 1996-97 rompt momentanément cette longue période de stabilité.

Cependant, si les **extrapolations** des débarquements aux ventes de 1999 à 2001 sont prises en compte (histogrammes « Total (2) » des figures E.2 et E.3), les deux périodes déjà identifiées au niveaux de l'évolution annuelle des ventes se différencient. Une première phase de stabilité persiste de 1986 à 1995, mais est suivie d'une seconde phase de productions plus importantes montrant une nette tendance à l'augmentation. Ventes et débarquements ont ainsi des évolutions similaires.

II.2.2.2- Evolution des débarquements par métier

De 1986 à 1998, les débarquements annuels liés au chalutage de fond, aux filets, ainsi qu'aux lignes et palangres, présentent des valeurs globalement analogues (*fig. E.2*). Sur cette période, aucun de ces trois types d'engins ne semble plus particulièrement productif vis-à-vis des captures de bar que les autres. Cependant, les tendances évolutives de leurs débarquements sur l'ensemble de la durée d'étude sont différentes :

- les captures du chalutage de fond augmentent régulièrement et quasi linéairement de 1986 (350 tonnes annuelles) à 2001 (700 tonnes annuelles pour les données brutes ; 1200 tonnes annuelles pour les données extrapolées).
- les débarquements des fileyeurs sont sensiblement plus stables. Après une période d'augmentation jusqu'en 1990 (la production passe de 200 tonnes en 1986 à près de 600 tonnes en 1990), les débarquements oscillent cycliquement autour

de 500 tonnes. Sauf à ne considérer que les données extrapolées à partir de 1999, et non pas les données brutes, aucune réelle tendance à la hausse n'est décelée sur la totalité de la période.

- les débarquements des ligneurs et palangriers sont quasiment stables de 1986 à 1998 (un peu moins de 600 tonnes annuelles), puis présentent une nette diminution à partir de 1999, et ce pour les données brutes et extrapolées.

Les captures du chalutage pélagique en bœuf se distinguent par la valeur des tonnages débarqués, globalement supérieurs à ceux des autres engins, mais aussi par les très fortes variations interannuelles enregistrées (jusqu'à plus de 1000 tonnes de différence entre deux années consécutives). Aucune réelle tendance ne se dégage. On observe plutôt une évolution cyclique des captures, avec quelques périodes de creux (1989 et 1990, 1993 à 1995) pendant lesquelles elles sont comprises entre 400 et 600 tonnes annuelles, et deviennent inférieures à celles des autres engins. En dehors de ces phases de moindre production, les débarquements annuels sont supérieurs à 700 tonnes.

Sur l'ensemble de la période d'étude, le chalutage pélagique en bœuf s'impose comme l'engin le plus productif. Ses volumes de captures sont, dans une certaine mesure, corrélés aux niveaux des débarquements annuels totaux. Cependant, leur part dans ces débarquements totaux tend à diminuer ces dernières années, que l'on considère les données brutes ou extrapolées, ce qui implique l'accroissement de la pression de pêche exercée par l'ensemble des autres métiers exploitant le bar. Depuis 1999, le chalutage de fond tend ainsi à être tout aussi voire plus productif que le chalutage pélagique en bœuf.

II.2.2.3- Evolution des débarquements par sous-zones CIEM

Les captures provenant de la sous-zone CIEM VIII, c'est-à-dire de l'ensemble du golfe de Gascogne, sont généralement supérieures à celles des autres secteurs (*fig. E.3*), et ont même été très largement majoritaires jusqu'à 1996. De 1986 à 1998, la variabilité interannuelle des captures de ce secteur est très faible : les débarquements sont chaque année de 1500 tonnes plus ou moins 100 tonnes. A partir de 1999, les données brutes fournies par la base « Marées » rendent compte d'une nette diminution de la production de la sous-zone VIII (courbe « VIII (1) de la figure E.3), diminution contredite par les données extrapolées (pointillés « VIII (2) de la figure E.3). La qualité des déclarations pour cette sous-zone a sans doute souffert du changement intervenu au niveau des bases de données. Mais l'extrapolation laisse à penser que les captures n'ont cependant pas diminué dans le golfe de Gascogne depuis 1999.

En ce qui concerne la sous-zone CIEM VII (Manche essentiellement), les captures restent faibles de 1986 à 1995 : elles n'excèdent pas 600 tonnes par an, excepté en 1987 qui marque un pic dans la série temporelle des productions annuelles totales. A partir de 1996 (autre année particulièrement productive), les débarquements en provenance de la

Manche augmentent fortement pour devenir, bien qu'en leur restant inférieurs, du même ordre de grandeur que ceux trouvés au niveau du golfe de Gascogne. Pour cette sous-zone, données brutes et extrapolées indiquent la même tendance. Peut-être synonyme d'une augmentation d'abondance, ce fort accroissement des captures peut également être mis en relation avec l'évolution des pratiques de pêche, notamment celle des chalutiers pélagiques qui ciblent de plus en plus le bar en Manche depuis 1996.

Dans la sous-zone CIEM IV, les captures de bars des navires français représentent une quantité négligeable : moins de 100 tonnes annuelles. Cependant, ce secteur est aussi exploité par les navires anglais et hollandais qui travaillent dans le sud de la Mer du Nord. La productivité de cette sous-zone ne saurait donc se cantonner uniquement aux captures des navires de pêche français.

II.2.3- Provenance des captures des principaux métiers

Chalutage pélagique en bœuf. De 1986 à 1994, la majeure part des débarquements du chalutage pélagique en bœuf (jusqu'à plus de 80 %) provient de la sous-zone VIII, avec une contribution principale (environ 50 % ou plus) de la division VIIIb (*fig. E.4*). Le reste des débarquements a essentiellement pour origine la division VIIe. Amorcée en 1995, une modification de cette répartition par zone géographique se met en place dès 1996, année de forte production. La division VIIe devient prépondérante (40 % et plus des débarquements), au détriment de la sous-zone VIII, et notamment de la division VIIIb dont le rendement oscille autour de 10 % de 1995 à 2001. La part de la division VIIIa n'est pas nettement affectée par cette modification : elle reste en effet variable sur toute la période d'étude en variant d'une dizaine à une trentaine de pourcents. A l'inverse, la division VIId prend de l'importance au cours des dernières années.

Chalutage de fond. Depuis la fin des années 80, la part des débarquements du chalutage de fond en provenance de la sous-zone VIII diminue quasi linéairement, et est remplacée par une croissance dans des proportions inverses de celle de la sous-zone VII. Les débarquements de la sous-zone VIII sont ainsi passés de 70 % en 1987/88 à environ 20 % en 2001, tandis que ceux de la sous-zone VII évoluaient de 25 % à 60 % dans le même temps (*fig. E.4*). Que la part de la sous-zone VIII soit forte ou faible, elle se scinde le plus souvent équitablement entre les divisions VIIIa et VIIIb. Par contre, c'est la division VIId qui contribue majoritairement (pour les deux tiers environ) à la part de la sous-zone VII. Cette division est donc devenue la principale zone de capture du bar pour les chalutiers de fond (40 % des débarquements), ce qui tendrait à montrer une augmentation de l'abondance de cette espèce en Manche Est. Cette tendance serait d'ailleurs confirmée par l'évolution des débarquements en provenance de la sous-zone IV (Mer du Nord), dont la part augmente depuis quelques années.

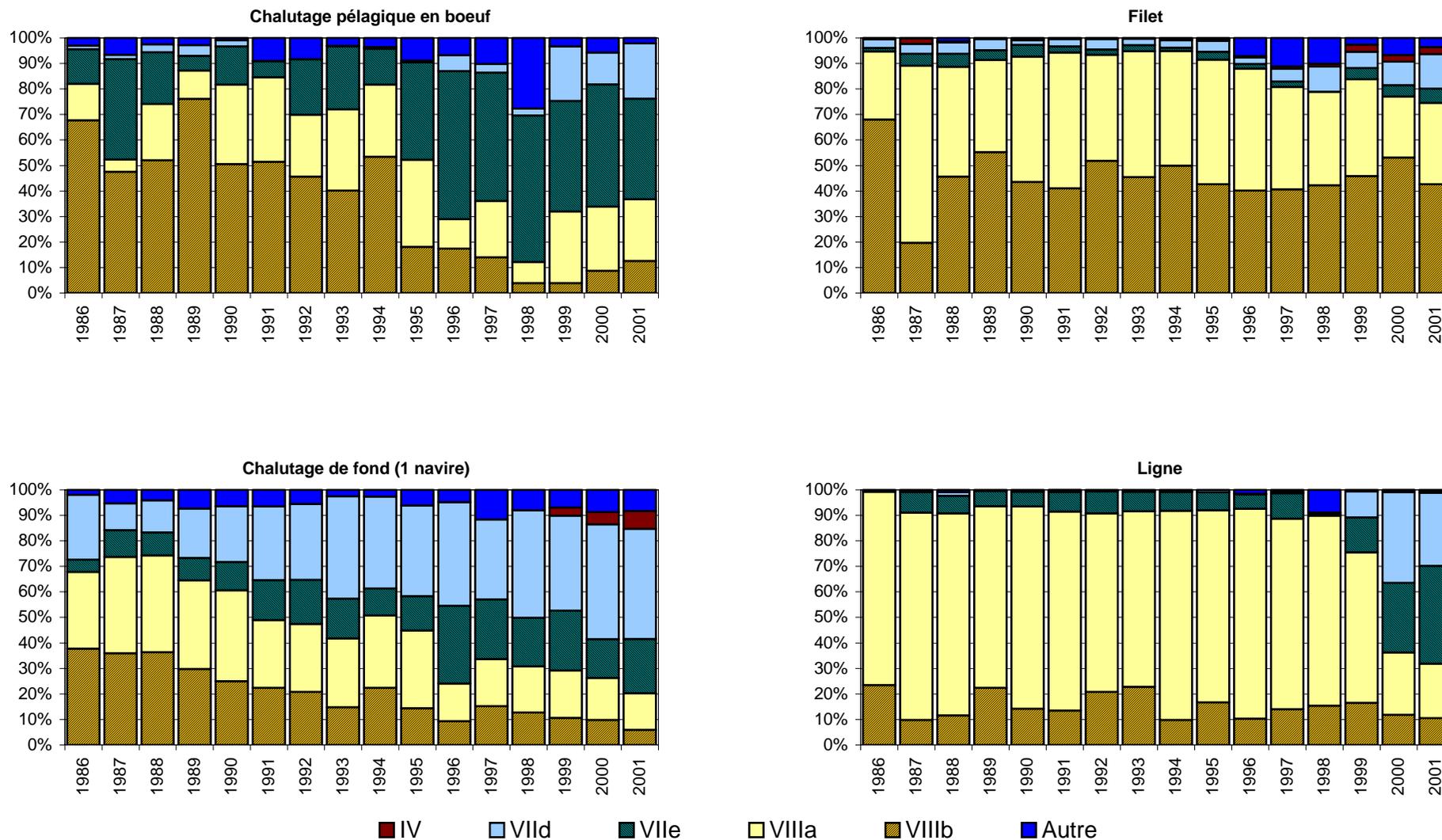


Figure E.4 : Répartition des débarquements annuels de bars entre les différentes divisions CIEM de capture (IV, VII d, VII e, VIII a, VIII b ou « Autre »), en fonction du métier (chalutage pélagique en boeuf, chalutage de fond 1 navire, filet, ligne)

Filet. La grande majorité des débarquements de bar des fileyeurs provient de la sous-zone VIII (*fig. E.4*). De la fin des années 80 jusqu'à 1996, la part de celle-ci compte en effet pour plus de 80 % des débarquements totaux. Cependant, un déclin au profit de la sous-zone VII tend à s'amorcer depuis cette même année : de moins de 10 % jusqu'en 1996, la part relative de la sous-zone VII a plus que doublé en quelques années pour atteindre environ 20 % en 2001. Le déclin de la sous-zone VIII est uniquement dû à la division VIIa. La division VIIb quant à elle reste très stable. Sa part reste cantonnée entre 40 % et 50 % depuis 1988.

Ligne. Jusqu'en 1999 , environ 70 % des débarquements des ligneurs et palangriers proviennent de la division VIIa, le reste se partageant essentiellement entre les divisions VIIb et VIIc (*fig. E.4*). Les zones de pêches semblent donc très localisées pour ces métiers. Cependant, la situation s'est complètement modifiée depuis 2000. Sur les trois dernières années de la période d'étude, les débarquements se partagent en effet relativement équitablement entre les divisions VIIa, VIIb, VIIc et VIId, celle-ci figurant en proportions un peu plus fortes que les autres. Plus qu'un phénomène biologique ou qu'un changement radical de stratégies de pêche, cette modification proviendrait plutôt de la réorganisation des bases de données, sans qu'il soit réellement possible d'identifier la cause.

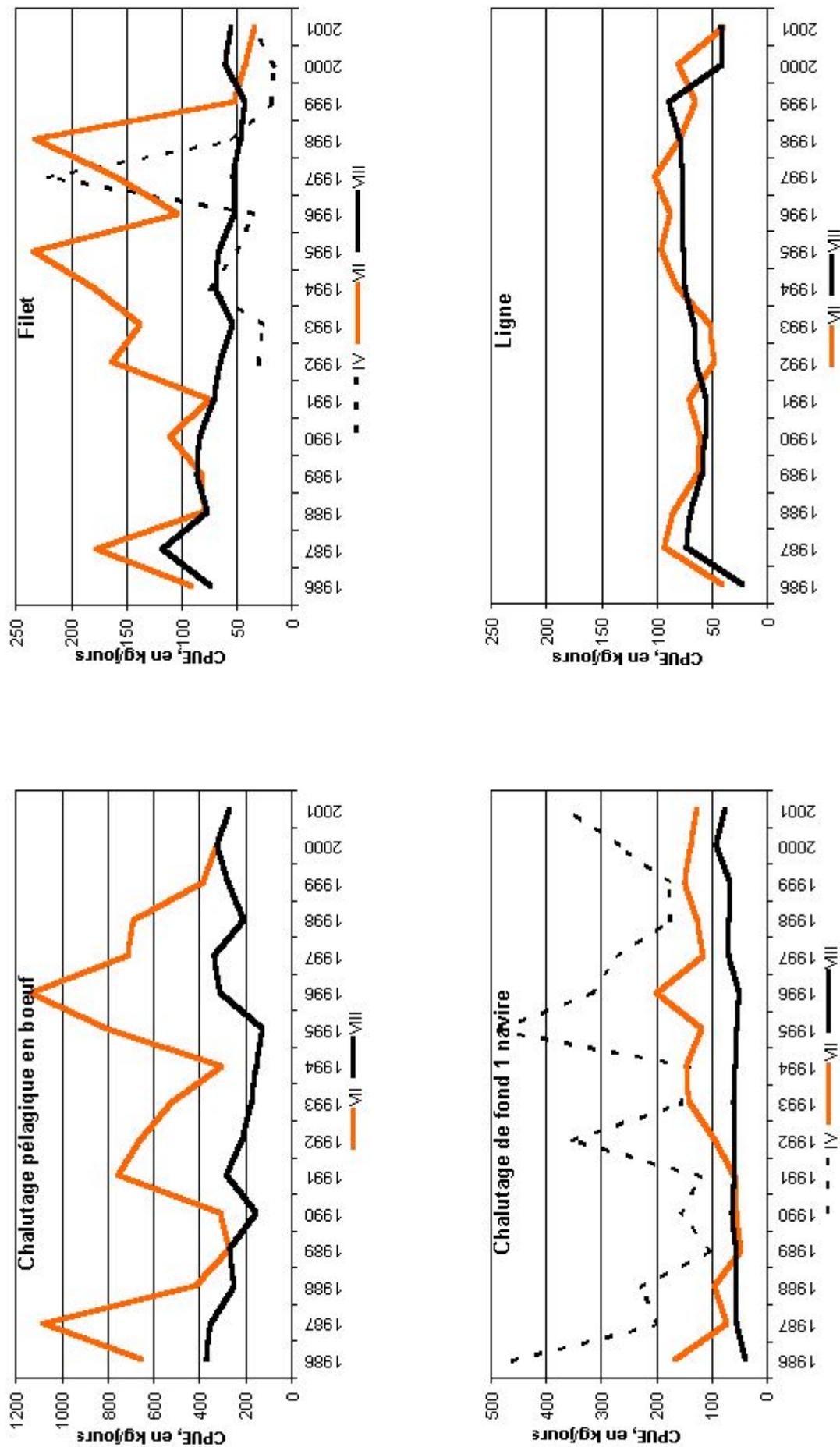


Figure E.5 : Evolution temporelle des CPUE annuelles, en $\text{kg}\cdot\text{j}^{-1}$, distribuées par métier et par sous-zone CIEM.

II.3- ÉVOLUTION TEMPORELLE DES INDICES D'ABONDANCE

Les CPUE du chalutage pélagique en bœuf dans la sous-zone CIEM VII sont, sauf exception (années 1989, 2000 et 2001), toujours beaucoup plus fortes que celles de la sous-zone VIII (*fig. E.5*). Dans une moindre mesure, cette caractéristique se retrouve au niveau du chalutage de fond 1 navire et du filet. Ces observations pourraient s'expliquer en partie par une densité accrue des bars en Manche par rapport au golfe de Gascogne.

Sous-zone VII. Les CPUE du chalutage pélagique dans la sous-zone VII sont globalement très fortes (environ 300 kg.j^{-1} au minimum, et jusqu'à plus de 1100 kg.j^{-1}), mais sont également sujettes à de grandes variations interannuelles : par exemple, seules deux années séparent les extremum observées en 1994 et 1996. Bien que leurs amplitudes soient plus restreintes, des oscillations d'une année à l'autre sont également observées pour les CPUE du chalutage de fond et du filet dans cette même sous-zone, qui varient entre 50 kg.j^{-1} et 200 kg.j^{-1} environ (*fig. E.5*). A noter que les oscillations des deux types de chalutage et du filet, si elles ne sont pas en complet déphasage, ne coïncident pas parfaitement non plus. En 1996 par exemple, année de très forte production, les CPUE des chalutiers atteignent leurs valeurs maximales, tandis que celles du filet ne sont que très moyennes.

Sous-zone VIII. Les profils de CPUE de la sous-zone VIII pour les deux types de chalutage et le filet sont très différents de ceux de la sous-zone VII (*fig. E.5*). Dans le cas du chalutage pélagique en bœuf, les CPUE varient entre moins de 200 kg.j^{-1} et près de 400 kg.j^{-1} . Cependant, aucune réelle tendance ne se dégage sur l'ensemble de la période d'étude, et les variations interannuelles sont bien plus faibles que dans la sous-zone VII (moins de 200 kg.j^{-1} en sous-zone VIII contre jusqu'à plus de 600 kg.j^{-1} en sous-zone VII). Dans le cas du chalutage de fond 1 navire, les CPUE sont restées remarquablement stables de 1986 à 1996 (entre 50 kg.j^{-1} et 60 kg.j^{-1}), avant de s'orienter vers une très légère tendance à la hausse depuis 1997. Pour le filet, la tendance serait plutôt à la baisse : les valeurs de CPUE ont en effet décru régulièrement de 1987 (plus de 100 kg.j^{-1}) à 2001 (environ 50 kg.j^{-1}). En résumé, la situation dans le golfe de Gascogne semble plutôt stable : les variations des valeurs de CPUE d'une année l'autre sont limitées et aucune tendance forte ne se dégage entre 1986 et 2001.

Sous-zone IV. La sous-zone IV, quand à elle, présente des valeurs de CPUE très variables et qui peuvent être fortes (jusqu'à 500 kg.j^{-1}), pour le chalutage de fond et le filet. Les profils des courbes rappellent ceux obtenus pour la sous-zone VII : oscillations importantes mais aucune tendance (*fig. E.5*). Cependant, les débarquements en provenance de cette sous-zone sont quasiment négligeables (*fig. E.3*). Les CPUE ont donc été calculées à partir d'un faible volume de données, ce qui peut diminuer la qualité des indices.

En ce qui concerne le métier de la ligne (*fig. E.5*), les CPUE issues de la sous-zone VII, quoique légèrement supérieures, sont très comparables à celles de la sous-zone VIII. Elles sont comprises globalement entre 50 kg.j^{-1} et 100 kg.j^{-1} , mais varient peu, surtout au niveau de la sous-zone VIII. Comme déjà observé précédemment, aucune tendance à la hausse ou à la baisse ne se dégage.

Les CPUE établies par métier permettent en outre de comparer leur rendement vis-à-vis des captures de bar. De manière prévisible, le chalutage pélagique est de loin le métier le plus efficace pour pêcher cette espèce, et ce quelle que soit l'année ou la sous-zone considérée (jusqu'à plus de 1100 kg.j^{-1}). Seules certaines CPUE du chalutage de fond en sous-zone IV dépassent parfois celles du chalutage pélagique en sous-zone VIII. Plus inattendu, le chalutage de fond 1 navire et le filet sont deux métiers sensiblement égaux, au moins en ce qui concerne les rendements de pêche : leurs CPUE oscillent grossièrement entre 50 kg.j^{-1} et 200 kg.j^{-1} en sous-zone VII, et entre 50 kg.j^{-1} et 100 kg.j^{-1} en sous-zone VIII. Egalement inattendu, l'efficacité du métier de la ligne est proche de celles du chalutage de fond 1 navire et du filet en sous-zone VIII (entre 50 kg.j^{-1} et 100 kg.j^{-1}).

Une des caractéristiques de l'évolution temporelle des CPUE annuelles de 1986 à 2001 est l'absence de tendance prononcée (*fig. E.5*), et ce quel que soit le métier et/ou la sous-zone CIEM considérés. La situation peut varier d'une année l'autre, et même fortement, mais elle semble stable sur l'ensemble de la période d'étude.

II.4- SPATIALISATION DES CPUE SELON LA LATITUDE

II.4.1- Chalutage pélagique en bœuf

La saison de pêche au bar n'évolue pas de manière identique de part et d'autre du 48^{ème} parallèle (*fig. E.6*). Les sous-zones VII et VIII apparaissent comme deux entités clairement distinctes, tant au niveau de la durée de la saison (7 / 8 mois en dessous du 48^{ème} parallèle ; 4 mois au dessus) qu'au niveau des valeurs de CPUE calculées (entre 200 kg.j⁻¹ et 500 kg.j⁻¹ en dessous du 48^{ème} parallèle ; rarement moins de 500 kg.j⁻¹ et jusqu'à 750 kg.j⁻¹ au dessus). Les latitudes comprises entre 47,5°N et 49°N (c'est-à-dire celles correspondant à la pointe Bretagne) ne sont pas exploitées par le chalutage pélagique en bœuf, sans que ceci soit lié à une réglementation particulière.

Au niveau du golfe de Gascogne, la saison de pêche débute dès septembre-octobre. La zone concernée est alors restreinte au seul secteur situé entre l'estuaire de la Gironde et La Rochelle (45,5°N à 46,5°N). A partir de novembre et jusqu'à mars, l'ensemble de la façade du Golfe est concernée par la pêche au bar. Les valeurs des CPUE sont tout d'abord relativement faibles pour ce métier (autour de 200 kg.j⁻¹ en novembre-décembre), puis augmentent progressivement jusqu'à février-mars, et ce surtout dans la partie sud du Golfe (entre 300 kg.j⁻¹ et 500 kg.j⁻¹ du 43^{ème} au 45^{ème} parallèle). En avril, la pêche persiste avec des CPUE plus faibles (250 kg.j⁻¹ au maximum) uniquement dans la partie nord du Golfe (au dessus de Bordeaux), avant de revenir en mai à la situation d'origine de septembre (zone de pêche très limitée au large de Bordeaux, et CPUE relativement faibles). Les trois mois d'été (juin à août) marque un arrêt annuel de la pêche au bar pour ce métier.

Pour la zone située au dessus du 48^{ème} parallèle (Manche, Mer Celtique et sud de la Mer du Nord), la pêche au bar se déroule uniquement sur les quatre premiers mois de l'année. La saison est donc courte, mais intense puisque les valeurs de CPUE sont toujours fortes (rarement en dessous de 500 kg.j⁻¹ et jusqu'à 750 kg.j⁻¹). Mars marque l'apogée de cette saison, tant en valeur de CPUE qu'en étendue de la zone de pêche en latitude.

Quelle que soit la zone de pêche (en dessous ou au dessus du 48^{ème} parallèle), le plein de la saison se situe en début d'année. Mais celui-ci, centré sur février dans le golfe de Gascogne, a lieu en mars au dessus du Raz de Sein. Un léger décalage existe donc entre le nord et le sud de l'ensemble de la zone de pêche au bar française du chalutage pélagique en bœuf.

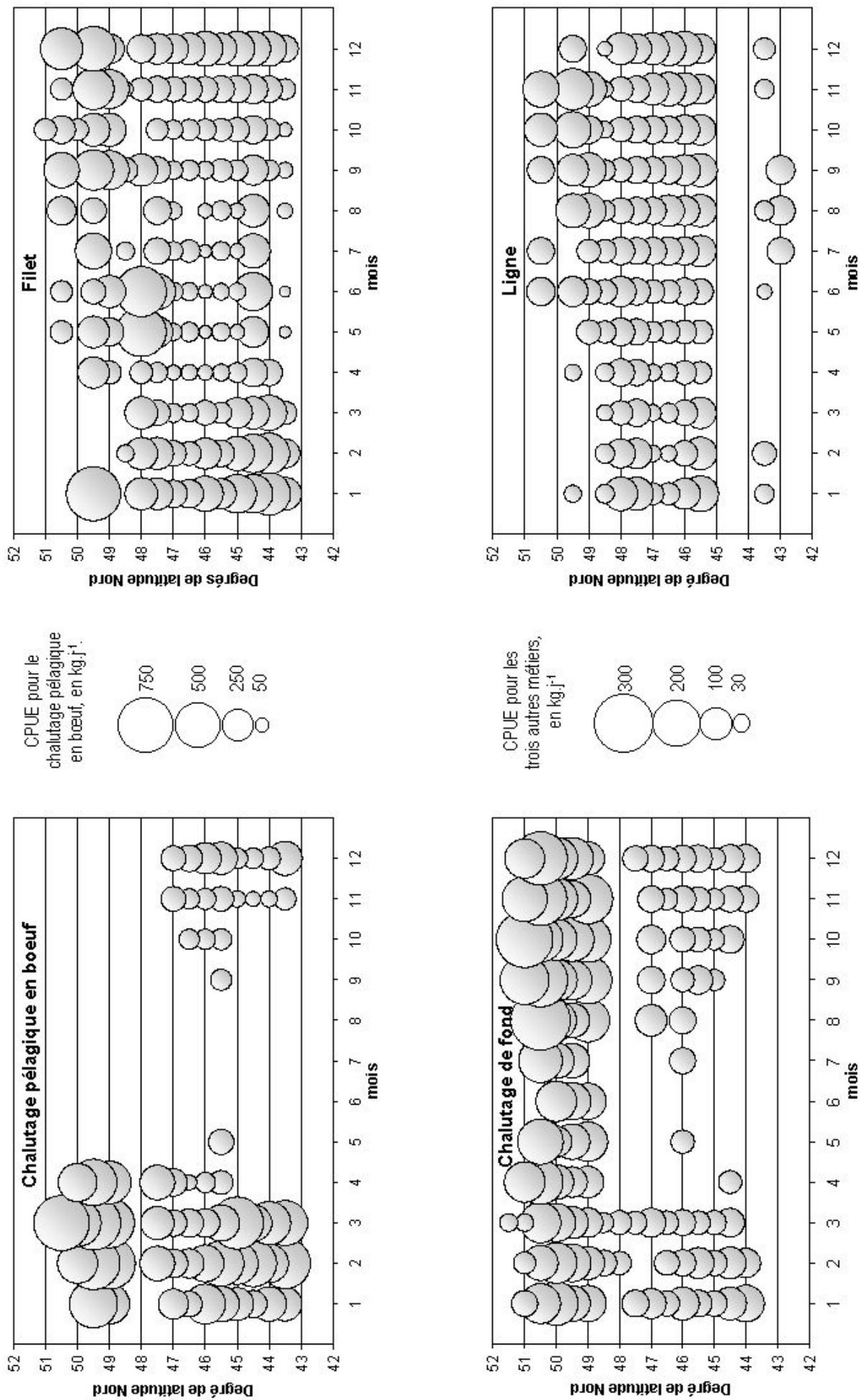


Figure E.6 : Evolution mensuelle des CPUE moyennes des métiers du chalutage pélagique en boeuf, du chalutage de fond 1 navire, du filet et de la ligne, en kg.j⁻¹, réparties par demi degré de latitude Nord

II.4.2- Chalutage de fond 1 navire

Les CPUE du chalutage de fond sont plus faibles par rapport à celles du chalutage pélagique en bœuf : elles ne sont que rarement supérieures à 200 kg.j^{-1} , et ne dépassent pas 300 kg.j^{-1} . La subdivision entre les deux zones situées de part et d'autre du 48^{ème} parallèle persiste, même si leurs dynamiques de pêche diffèrent de ce qui était observé précédemment (*fig. E.6*). Dans la zone Manche, Mer Celtique, sud de la Mer du Nord, aucune réelle saison de pêche au bar annuelle ne se distingue. De janvier à avril, pratiquement toutes les latitudes entre $48,5^{\circ}\text{N}$ et $51,5^{\circ}\text{N}$ sont concernées, et les CPUE sont faibles (150 kg.j^{-1} au maximum) et relativement variables d'une latitude à l'autre. De mai à juillet, la plage de latitude se restreint au sud comme au nord, mais les CPUE sont en moyenne un peu plus fortes (entre 100 et 150 kg.j^{-1}). D'août à décembre, les latitudes concernées s'étalent de 49°N à 51°N , et les CPUE atteignent leurs valeurs maximales (entre 100 et 300 kg.j^{-1}).

Au niveau du golfe de Gascogne, l'étendue des zones où les chalutiers de fond capturent du bar est très variable, mais les CPUE sont toujours faibles (entre 40 kg.j^{-1} et 100 kg.j^{-1} environ). De novembre à mars, pratiquement toutes les latitudes entre le 44^{ème} et le 48^{ème} parallèle sont concernées, mais elles sont beaucoup plus sporadiques et très peu nombreuses d'avril à août. Une saison de pêche au bar pour les chalutiers de fond dans le golfe de Gascogne, correspondant à celle des chalutiers pélagiques, est identifiable.

Les chalutiers de fond cibleraient donc le bar dans le golfe de Gascogne essentiellement au cours de leur période de reproduction, alors qu'ils le capturent toute l'année dans la zone Manche. Comme dans le cas du chalutage pélagique, mais à l'exception des mois de février et mars, l'absence de pêche au niveau des latitudes encadrant le 48^{ème} parallèle est très nettement marqué.

II.4.3- Filet

Les latitudes concernées par la pêche au bar s'étendent globalement de $43,5^{\circ}\text{N}$ à 51°N et, sauf exception, les CPUE sont inférieures à 150 kg.j^{-1} (*fig. E.6*).

De janvier à mars, les latitudes exploitées s'étendent essentiellement jusqu'au 48^{ème} parallèle. Les CPUE varient peu tout au long du gradient nord-sud (50 kg.j^{-1} à 150 kg.j^{-1}), bien que les valeurs soient légèrement plus fortes à partir du 45^{ème} parallèle et plus au sud.

D'avril à août, la zone de pêche se décale vers le nord : les captures en dessous de $44,5^{\circ}\text{N}$ deviennent rares et elles ont lieu jusqu'à $50,5^{\circ}\text{N}$. Les CPUE sont faibles : elles ne dépassent que ponctuellement 75 kg.j^{-1} , au niveau de la pointe Bretagne et de Bordeaux. En terme d'utilisation de l'espace réparti par degré de latitude, l'exploitation du bar devient discontinue. Certaines latitudes sont parfois délaissées.

De septembre à décembre, l'exploitation concerne toute la façade du golfe de Gascogne ainsi que l'ensemble des côtes de la Manche jusqu'à la Mer du Nord. Au niveau du Golfe, la situation se rapproche de celle du début de l'année, mais avec des CPUE un peu plus faibles (inférieures à 100 kg.j^{-1}). Au niveau de la Manche, les CPUE sont plus élevées (une majorité de valeurs proches de 100 kg.j^{-1} et plus) mais réparties de manière moins homogène.

II.4.4- Ligne

Sur l'ensemble de l'année, le bar est accessible aux ligneurs sur toutes les latitudes comprises entre $45,5^\circ\text{N}$ et $48,5^\circ\text{N}$ (*fig. E.6*). Dans ce secteur, les CPUE varient peu d'une latitude à l'autre et/ou d'un mois à l'autre (globalement entre 50 kg.j^{-1} et 100 kg.j^{-1}).

Au delà du $49^{\text{ème}}$ parallèle, la situation est différente. La pêche du bar n'y a lieu que ponctuellement, essentiellement de juin à novembre, et sans dépasser $50,5^\circ\text{N}$ car les ligneurs sont des navires très côtiers. Les CPUE sont par contre généralement un peu plus fortes que dans le nord du golfe de Gascogne.

Les ligneurs exploitent également ponctuellement le bar au sud du golfe de Gascogne, entre les $43^{\text{ème}}$ et $44^{\text{ème}}$ parallèles. Aucune saisonnalité n'est ici non plus détectée.

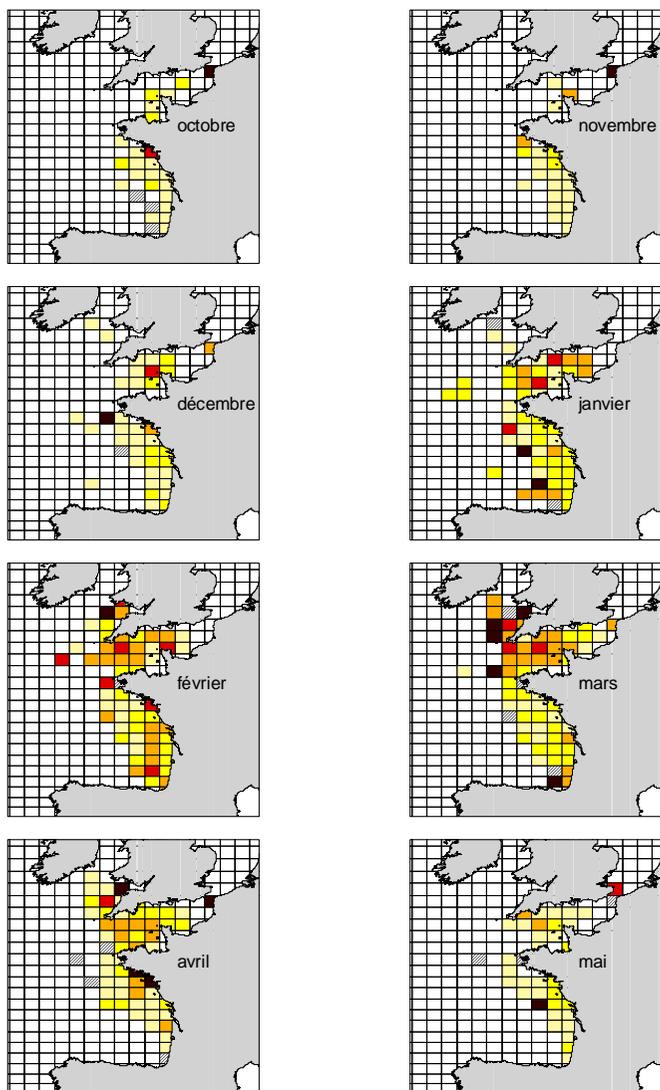
II.5- CARTOGRAPHIE DES CPUE

II.5.1- Chalutage pélagique en bœuf

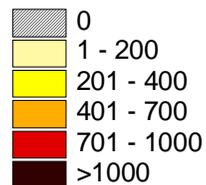
Que ce soit dans le golfe de Gascogne, en Manche ou en Mer Celtique, les CPUE du chalutage pélagique en bœuf sont rarement supérieures à 700 kg.j^{-1} . En début (jusqu'à janvier) et en fin de saison de pêche (avril dans le Golfe et mai en Manche), les CPUE sont même le plus souvent inférieures à 200 kg.j^{-1} . Cependant, les cartes de moyennes mensuelles (*fig. E.7*) révèlent ponctuellement des valeurs qui peuvent être beaucoup plus élevées (plus d'une tonne de bar par jour). Mais pour ces rectangles statistiques (RS) particuliers, soit les écarts types (*fig. E.8*) sont également très forts (supérieurs à 500 ou 1000 kg.j^{-1}), ce qui indique une forte variabilité interannuelle, soit les résultats proviennent de la situation observée lors d'un nombre très limité d'années, voire d'une seule (*fig. E.9*). Dans les deux cas, ces valeurs très élevées peuvent être considérées comme accidentelles et/ou exceptionnelles dans une série comportant 17 années.

A partir de janvier et jusqu'à avril, les CPUE deviennent globalement plus fortes dans toute la zone de pêche, par rapport à ce qui est observé sur l'ensemble de la saison de pêche :

- En Manche, la majorité des RS présentent des valeurs comprises entre 400 et 700 kg.j^{-1} , les plus fortes se répartissant sur toute la partie Ouest, dans les zones les plus côtières comme les plus hauturières. Cependant, les écarts types sont également très forts : ils sont le plus souvent compris entre 200 et 500 kg.j^{-1} , et assez régulièrement supérieurs à 500 kg.j^{-1} . Mars est le mois où les CPUE sont globalement les plus importantes, ce qui marquerait la période centrale de la saison de pêche.
- Dans le golfe de Gascogne, la situation est différente. Les RS pour lesquels on observe les plus fortes valeurs de CPUE sont en nombre beaucoup moins importants qu'en Manche, ils ne sont pas regroupés sur une seule zone précise, et leur localisation change d'un mois à l'autre. La période centrale de la saison de pêche semble se situer plus vers février que mars. Les écarts types sont importants, comme dans le cas de la Manche.
- En Mer Celtique, de très fortes abondances de bars (plus d'une tonne par jour) peuvent être trouvées, essentiellement en mars, mais également dès février et en avril. Cependant, la Mer Celtique est globalement peu fréquentée, et ces résultats sont le fait d'une situation exceptionnelle trouvée pour une ou deux années seulement. Les écarts types très forts associés aux valeurs de CPUE indiquent d'ailleurs bien que les variabilités interannuelles sont très importantes.



Echelle pour les cartes de CPUE moyennes du chalutage pélagique en bœuf, en $\text{kg}\cdot\text{j}^{-1}$ (fig. E.7).



Echelle pour les cartes d'écart types correspondant aux CPUE moyennes du chalutage pélagique en bœuf, en $\text{kg}\cdot\text{j}^{-1}$ (fig. E.8). Un écart type de 0 indique qu'il n'y avait qu'une seule valeur de CPUE.

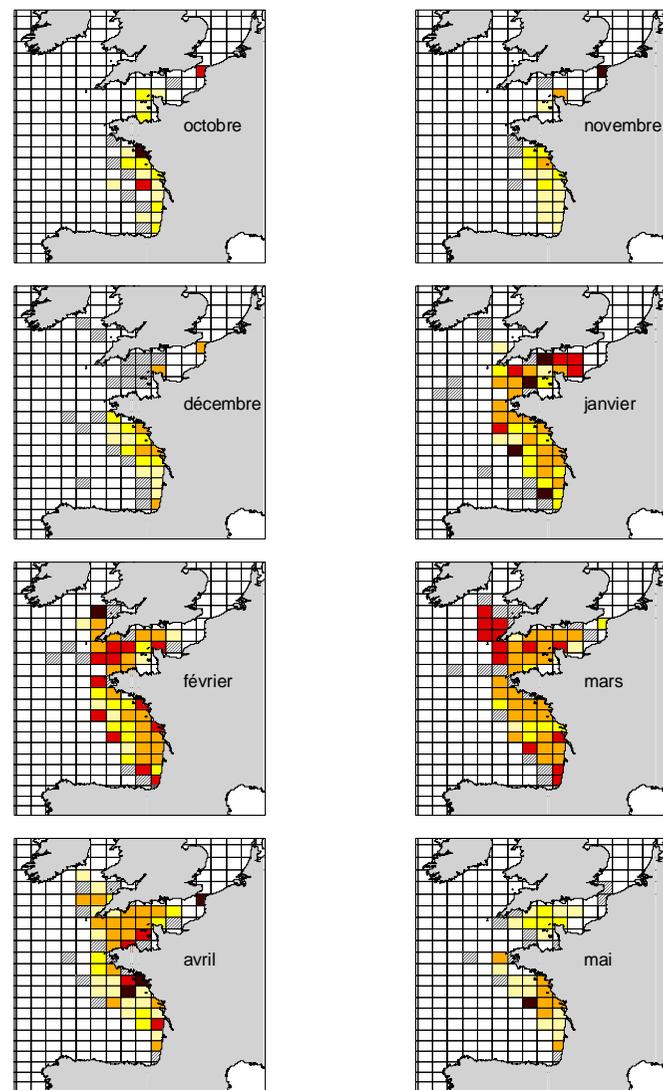
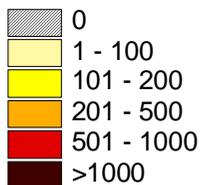
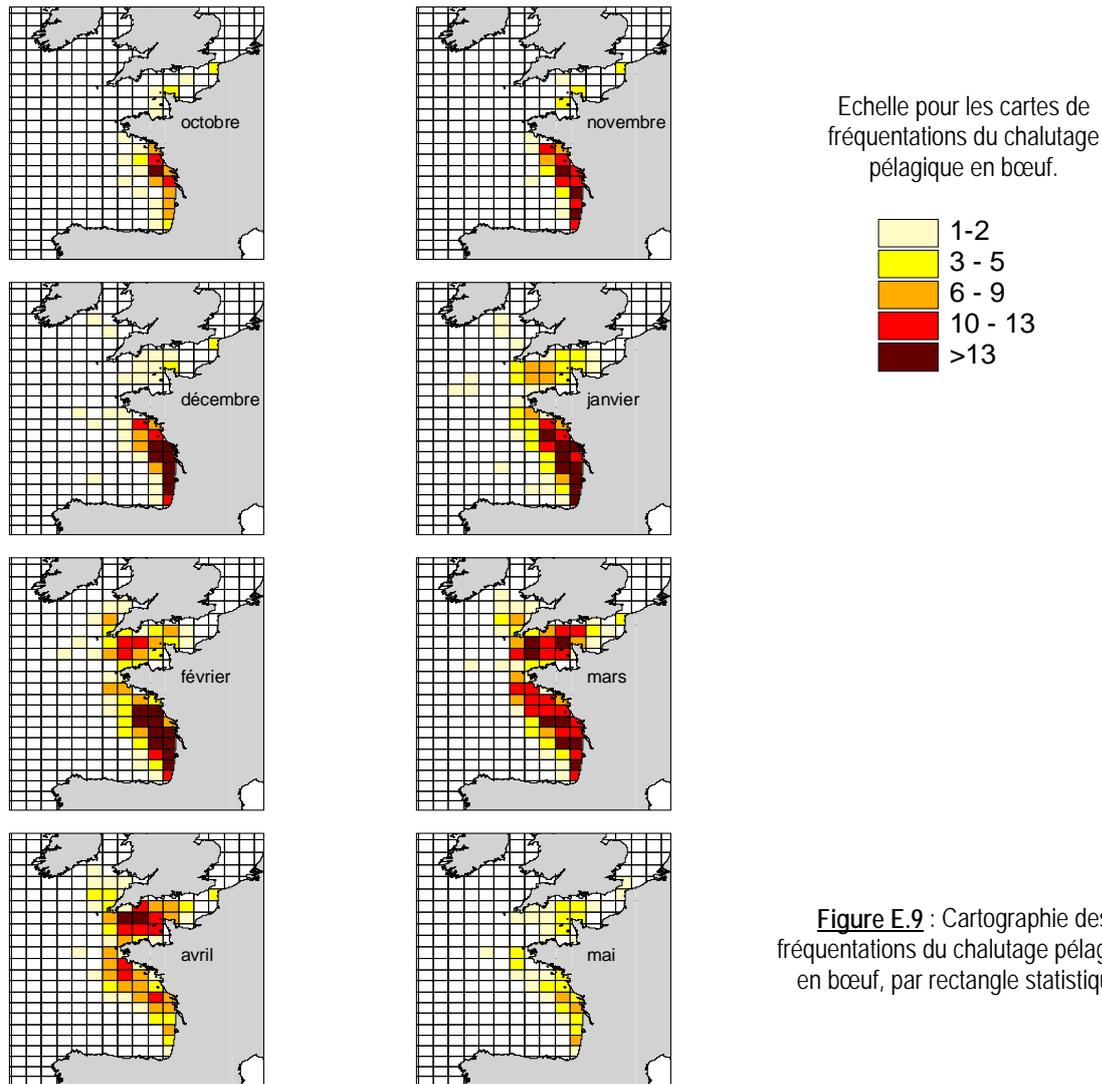


Figure E.7 : Cartographie des CPUE moyennes du chalutage pélagique en bœuf par rectangle statistique de capture, en $\text{kg}\cdot\text{j}^{-1}$.

Figure E.8 : Cartographie des écarts types correspondant aux CPUE moyennes du chalutage pélagique en bœuf par rectangle statistique de capture, en $\text{kg}\cdot\text{j}^{-1}$.



Le bar n'est pas intensivement ciblé par le métier du chalutage pélagique en bœuf en Manche avant janvier. En effet, d'octobre à décembre, sur les 17 années de la période d'étude, aucun RS n'a été fréquenté plus de 5 fois (*fig. E.9*). Cependant, quand elle a lieu, la pêche concerne deux zones clairement définies bien que limitées : la pointe du Cotentin (RS 28E8) et le goulet du Pas-De-Calais (RS 30F1). Dès janvier le nombre de RS exploités commence à augmenter, et la partie centrale de la Manche Ouest est assez régulièrement fréquentée. La période de forte exploitation du bar en Manche s'étend de février à avril, avec une fréquentation et une étendue de la zone de pêche maximum en mars. La Manche Ouest est la zone principale de pêche. Le mois de mai marque la fin de la saison de pêche au bar pour les chalutiers pélagiques : le nombre de RS fréquentés, concentrés surtout autour du Cotentin, ainsi que leur taux de fréquentation diminuent très sensiblement.

Dans le golfe de Gascogne, l'exploitation du bar débute dès octobre, essentiellement au large de la Vendée, dans des RS qui restent côtiers. L'expansion de la zone de pêche se poursuit jusqu'à mars. Localisée dans un premier temps (novembre et décembre) sur une dizaine de RS qui s'étaient du golfe du Morbihan au sud de l'Aquitaine, cette zone de

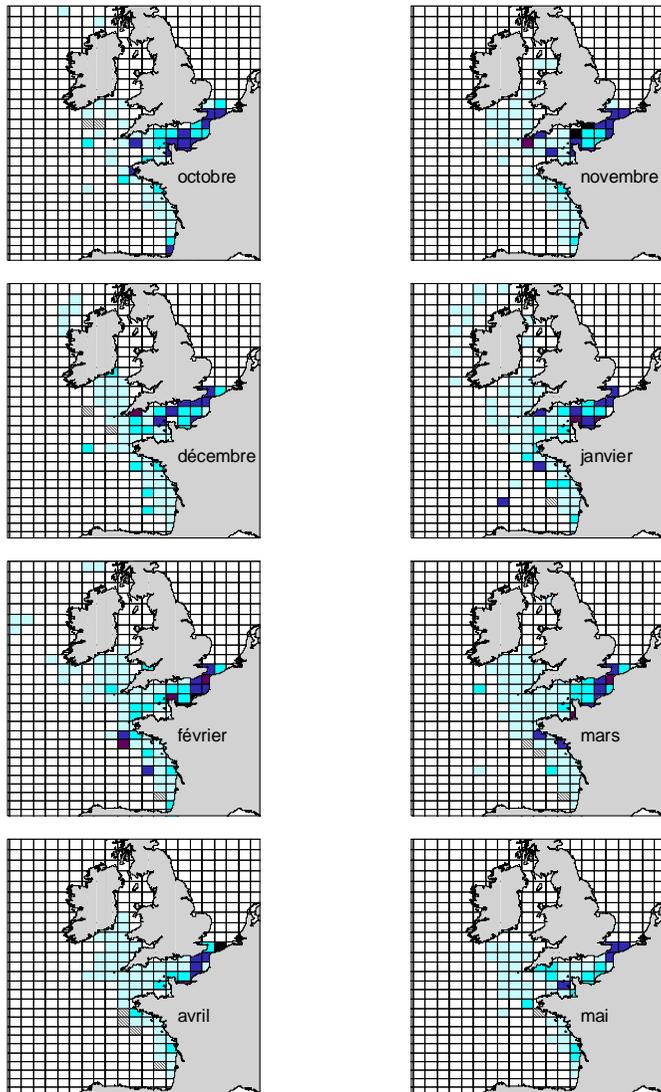


Figure E.10 : Cartographie des CPUE moyennes du chalutage de fond 1 navire par rectangle statistique de capture, en kg.j^{-1} .

Echelle pour les cartes de CPUE moyennes du chalutage de fond 1 navire, et pour les cartes d'écart types correspondant, en kg.j^{-1} (figures E.10 et E.11). Un écart type de 0 indique qu'il n'y avait qu'une seule valeur de CPUE.

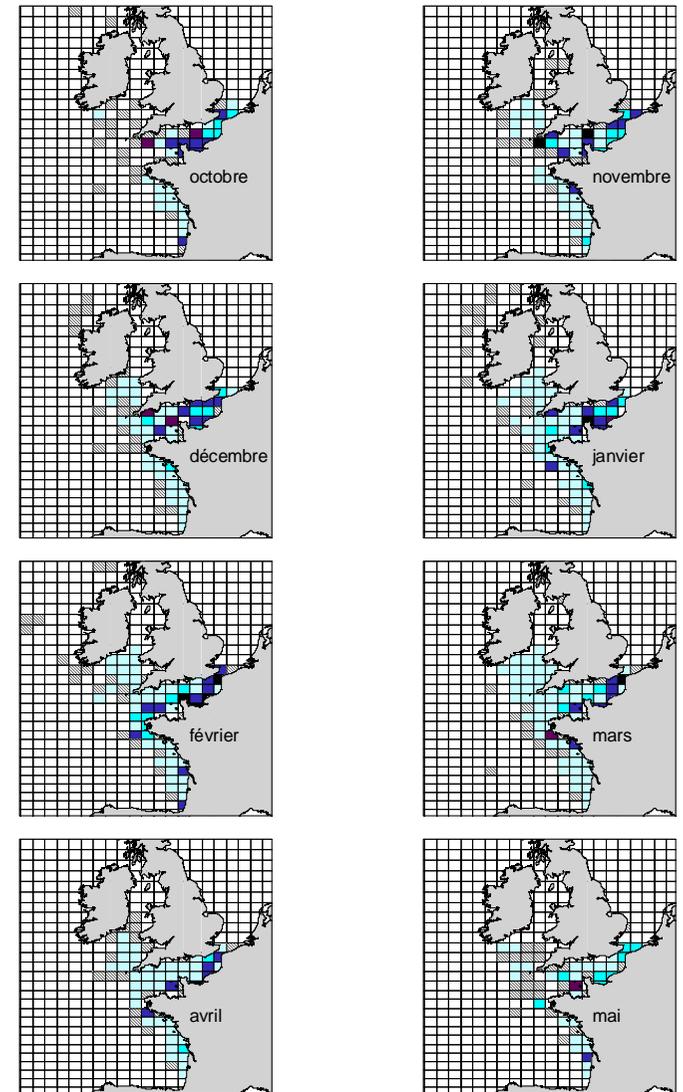
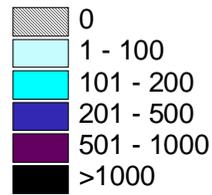


Figure E.11 : Cartographie des écarts types correspondant aux CPUE moyennes du chalutage de fond 1 navire par rectangle statistique de capture, en kg.j^{-1} .

pêche devient de plus en plus hauturière (janvier et février), et finit par couvrir l'ensemble du plateau du golfe de Gascogne (mars). Dès avril, le taux de fréquentation de la majorité des RS du Golfe ainsi que le nombre de RS fréquentés diminuent, et cette tendance s'accroît en mai. La zone située au large de la Bretagne Sud reste faiblement exploitée en avril, mais ne l'est plus du tout en mai, où seuls quelques RS côtiers sont occasionnellement fréquentés.

II.5.2- Chalutage de fond

Dans toute la partie est de la Manche, et sur l'ensemble de la saison hivernale de pêche, les CPUE, à de très rares exceptions près, sont toutes au minimum de 100 à 200 kg.j⁻¹ (*fig. E.10*). Les valeurs de 200 à 500 kg.j⁻¹ sont fréquentes, et quelques RS présentent sporadiquement des valeurs plus fortes (500 à 1000 kg.j⁻¹, voire plus d'une tonne de bar par jour). Il ne semble pas y avoir de réelle évolution saisonnière, ni de réelle tendance, si ce n'est une diminution du nombre de RS présentant des valeurs de CPUE élevées en fin de saison de pêche, à partir d'avril et surtout de mai. Tous les RS de Manche Est sont susceptibles de présenter alternativement des CPUE de 100 à 200 kg.j⁻¹ ou de 200 à 500 kg.j⁻¹.

Pour un même RS, les variations intermensuelles sont donc importantes : au cours d'une saison de pêche, les captures de bars ne sont pas localisées précisément et peuvent varier spatialement. De plus, les valeurs des écarts types (*fig. E.11*) sont la plupart du temps fonction des valeurs des moyennes : plus les CPUE sont élevées et plus les écarts types sont forts. La variabilité interannuelle des CPUE mensuelles attribuées à chaque RS augmente donc dès que les CPUE dépassent 200 kg.j⁻¹ : d'une année l'autre, les captures de bars sont susceptibles de se répartir différemment entre l'ensemble des RS couvrant la Manche Est.

Cependant, malgré ces variations intermensuelles et interannuelles, le goulet du Pas-de-Calais (RS 30F0, 30F1, 31F1 et 31F2) semble être une zone où les CPUE se situent pratiquement toujours entre 200 et 500 kg.j⁻¹.

En Manche Ouest, en Mer Celtique, ainsi que dans le golfe de Gascogne, la situation est tout autre. La quasi totalité des RS fréquentés montrent des CPUE inférieures à 100 kg.j⁻¹. Pour quelques RS, les valeurs trouvées peuvent être un peu plus fortes, mais les écarts types sont alors également importants.

En Manche, la superficie de la zone de pêche des chalutiers de fond capturant du bar, ainsi que le taux de fréquentation des RS concernés augmentent progressivement d'octobre à mars, avant de diminuer très nettement en avril et surtout mai (*fig. E.12*). D'octobre à décembre, c'est essentiellement la partie Est de la Manche qui est exploitée. Cependant, dès novembre, la plupart des RS de la Manche Ouest peuvent également être

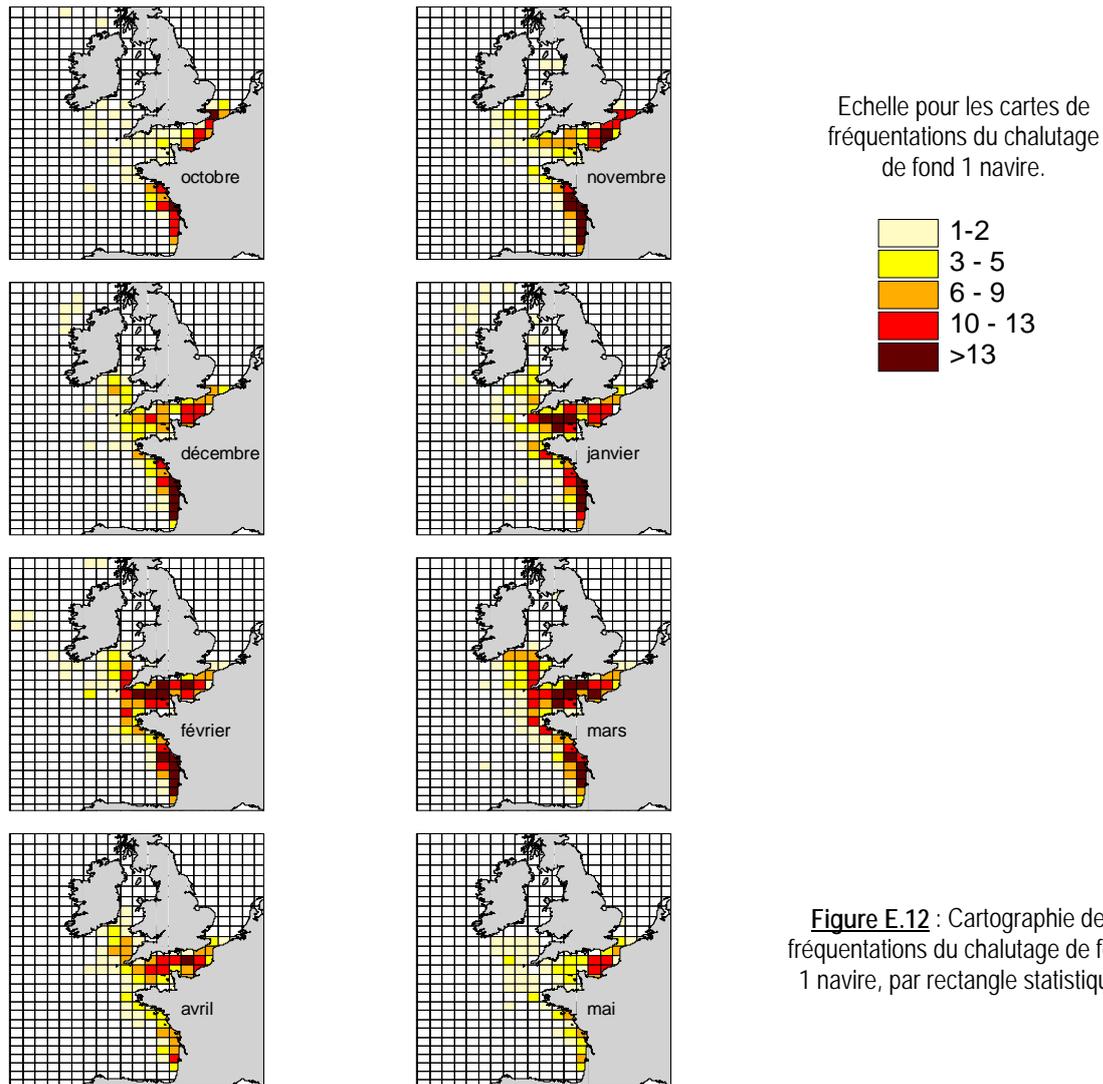


Figure E.12 : Cartographie des fréquentations du chalutage de fond 1 navire, par rectangle statistique.

concernés. Cette tendance s'accroît avec l'avancement de la saison de pêche, si bien que de janvier à mars, le bar qui semble présent sur l'ensemble de la Manche y est pêché partout par les chalutiers de fond. En avril, la zone de pêche globale reste étendue, mais la fréquentation des différents RS est nettement moindre. Une sorte de repli s'effectue vers la Manche Est. Ce repli est encore plus net en mai. Au cours de ce mois, il n'y a pratiquement plus de pêche de bars en dehors de la Manche Est, et les taux de fréquentation ne restent relativement élevés que pour la zone au large de la Baie de Seine.

En ce qui concerne la Mer Celtique, les chalutiers de fond fréquentent assez régulièrement la zone située au nord de la pointe de la Cornouailles anglaise, mais ce uniquement de janvier à avril, et essentiellement en février et mars.

Dans le golfe de Gascogne, la zone de pêche est comprise entre la côte et le bord du talus, voire entre la côte et la limite bathymétrique des 100 mètres. En octobre, le nombre de RS fréquentés pour la pêche du bar est faible (*fig. E.12*). Ces RS sont côtiers et situés de part et d'autre de l'embouchure de la Gironde. De novembre à mars, le taux

de fréquentation évolue peu. Durant toute cette période de l'année, il demeure important pour 7 RS côtiers situés de la Vendée aux Landes. La fréquentation de la zone correspondant à la Grande Vasière est également relativement courante. En avril, les RS concernés par la pêche restent globalement les mêmes, mais le taux de fréquentation de chacun d'entre eux diminue beaucoup. Il n'y a presque plus de pêche dans la partie la plus nord du Golfe. Cette tendance s'accroît encore en mai, où seuls quelques RS sont concernés chaque année.

Sauf dans le cas de quelques marées exceptionnelles, il n'y a pas de fortes captures de bars par les chalutiers de fond en dehors de la Manche Est. Cependant, les cartes de fréquentations indiquent la présence très régulière de ce métier dans le golfe de Gascogne d'octobre à mars-avril, ainsi qu'en Manche Ouest de janvier à avril. Mais il s'agit alors vraisemblablement de marées non dirigées sur le bar, où cette espèce ne représente qu'une prise accessoire. En fait, malgré des variations spatio-temporelles importantes, les captures de bars du chalutage de fond restent centrées uniquement sur la Manche Est.

II.5.3- Filet

Les fileyeurs qui capturent du bar, travaillent essentiellement dans le golfe de Gascogne, et ne couvrent qu'une faible superficie de la Manche. Comme dans le cas du chalutage de fond, la zone de pêche dans le Golfe est circonscrite entre la côte et le bord du talus continental. Au niveau de la fréquentation des différents RS exploités (*fig. E.13*), on distingue deux périodes : hivernale et estivale. La période hivernale s'étend de novembre-décembre à février-mars. La superficie de la zone de pêche est alors maximale. Elle couvre l'ensemble du plateau, se prolonge même un peu au-delà, et pratiquement tous les RS exploités présentent un taux de fréquentation très élevé. La période estivale s'étend d'avril à octobre. La superficie exploitée est moindre, plus côtière, mais les taux de fréquentation restent forts pour la plupart des RS concernés, notamment ceux situés autour de l'estuaire de la Gironde.

En Manche, très peu de RS sont exploités pour le bar par les fileyeurs. Ceci est très sensible de 1985 à 1993 : pour cette période, pas plus de cinq RS par mois ne sont fréquentés (exception en octobre 1988 et en octobre 1989), et il peut arriver qu'aucun RS ne le soit. A partir de 1994, le nombre de RS fréquentés augmente, mais reste peu important. La zone concernée est presque toujours très côtière. Elle se situe essentiellement en Manche Est, de la Baie de Seine au Pas-de-Calais, ainsi que sur tout le pourtour du Cotentin. Le long des côtes nord de la Bretagne, la fréquentation est quasi nulle. En octobre-novembre, la fréquentation des fileyeurs pêchant du bar en Manche est maximale. En février-mars, elle est minimale. Pour le reste de l'année, la situation est à peu près similaire d'un mois l'autre.

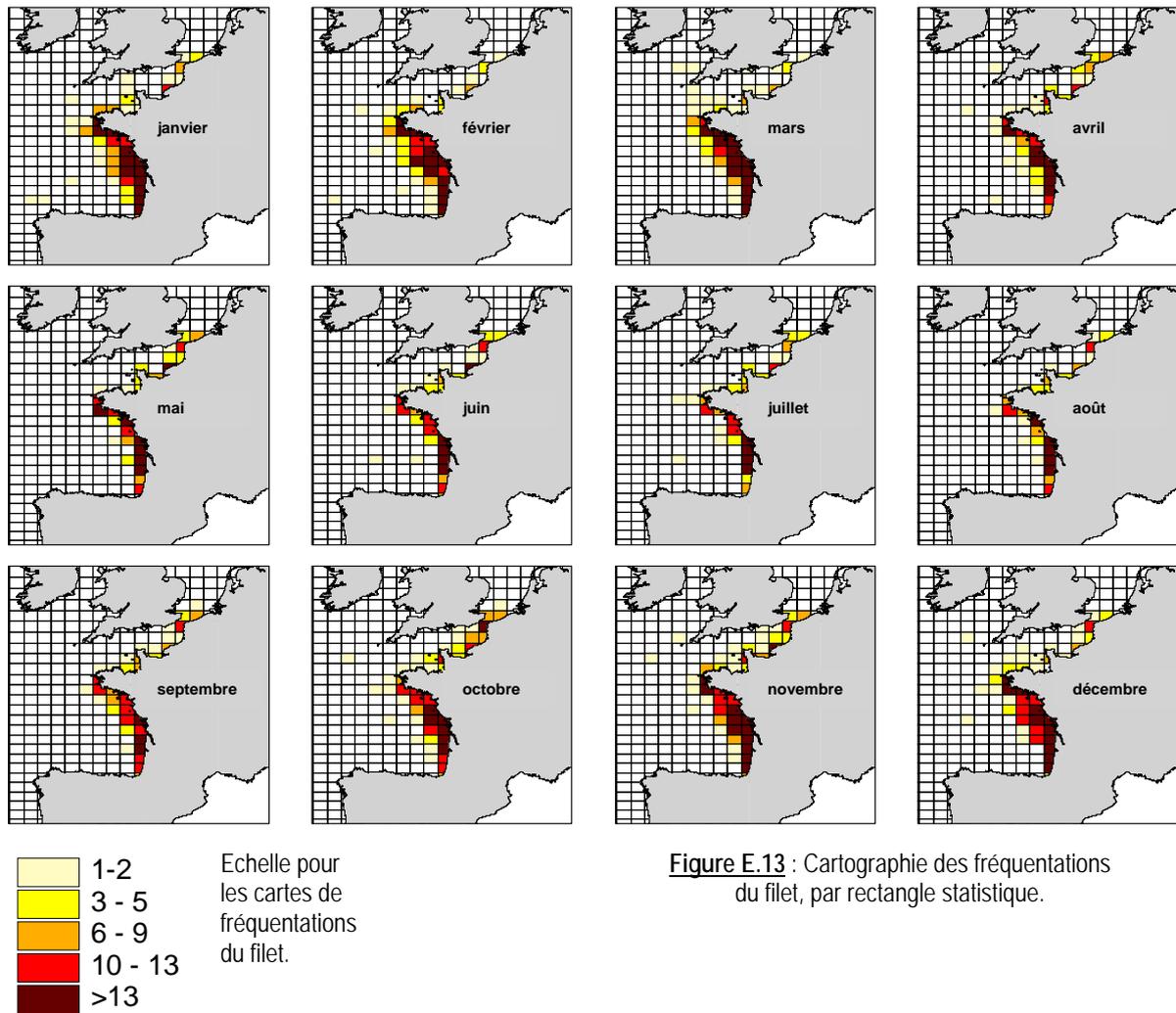
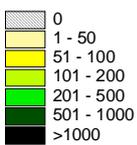
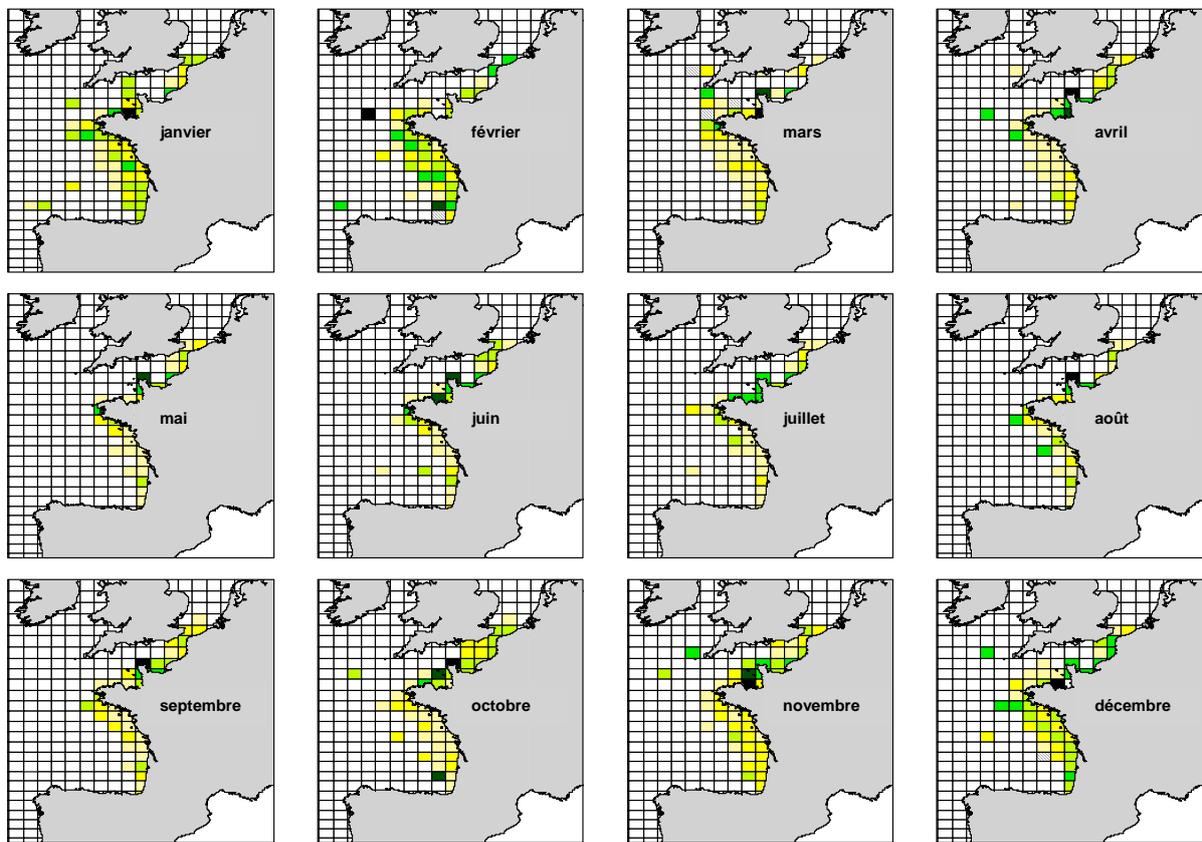


Figure E.13 : Cartographie des fréquentations du filet, par rectangle statistique.

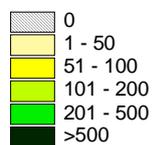
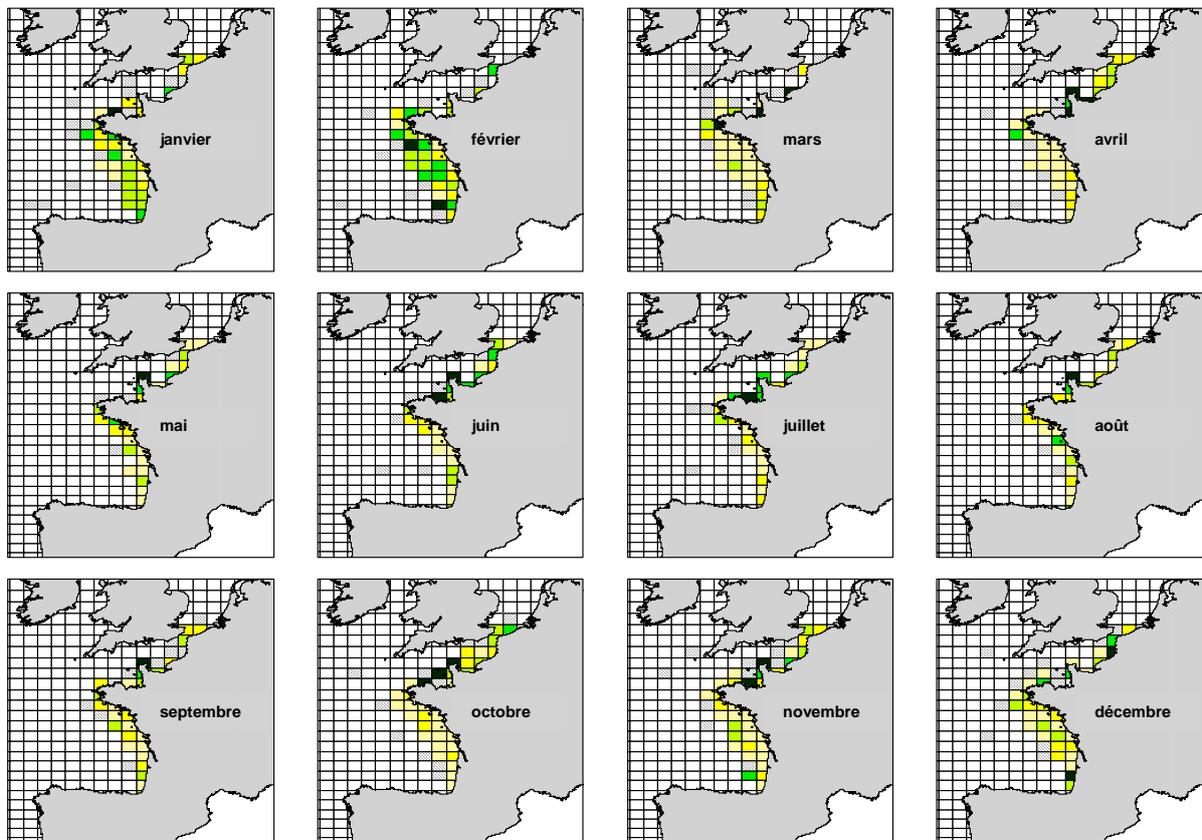
Quel que soit le lieu ou la saison, les valeurs de CPUE des fileyeurs dans le golfe de Gascogne sont rarement élevées (*fig. E.14*). Ainsi, sur 205 mois cartographiés, il n'y a que 8 cas où un RS présente une CPUE supérieure à 1000 kg.j^{-1} . Globalement, les CPUE sont plus fortes en hiver (novembre-décembre à février-mars) que pendant les mois estivaux. Lors de la période hivernale, des valeurs de 100 à 200 kg.j^{-1} , voire de 200 à 500 kg.j^{-1} sont relativement courantes, et en tous cas plus fréquentes que pendant les autres mois de l'année où les CPUE de 1 à 50 kg.j^{-1} dominent très largement. Excepté au niveau de la pointe Bretagne (RS 25E5 et 24E5) où, quand il y a de la pêche, les CPUE présentent des valeurs souvent plus fortes qu'alentours (entre 100 et 500 kg.j^{-1}), aucune zone particulière du Golfe ne montre d'indices d'abondance susceptibles de correspondre à des regroupements saisonniers de poissons.

En Manche, le nombre de RS exploités est faible et les situations sont semblables d'un mois l'autre : il n'y a pas de périodicité annuelle, ni du taux de fréquentation des zones de pêche, ni des valeurs des CPUE. Cependant, ces dernières sont communément plus élevées que dans le golfe de Gascogne : tout le long des côtes françaises de la Manche, du Pas-de-Calais à la côte nord finistérienne, les CPUE sont pratiquement toujours comprises entre 100 et 500 kg.j^{-1} , et ce sur l'ensemble de l'année.



Echelle pour les cartes de CPUE moyennes du filet, en kg.j⁻¹.

Figure E.14 : Cartographie des CPUE moyennes du filet par rectangle statistique de capture, en kg.j⁻¹.



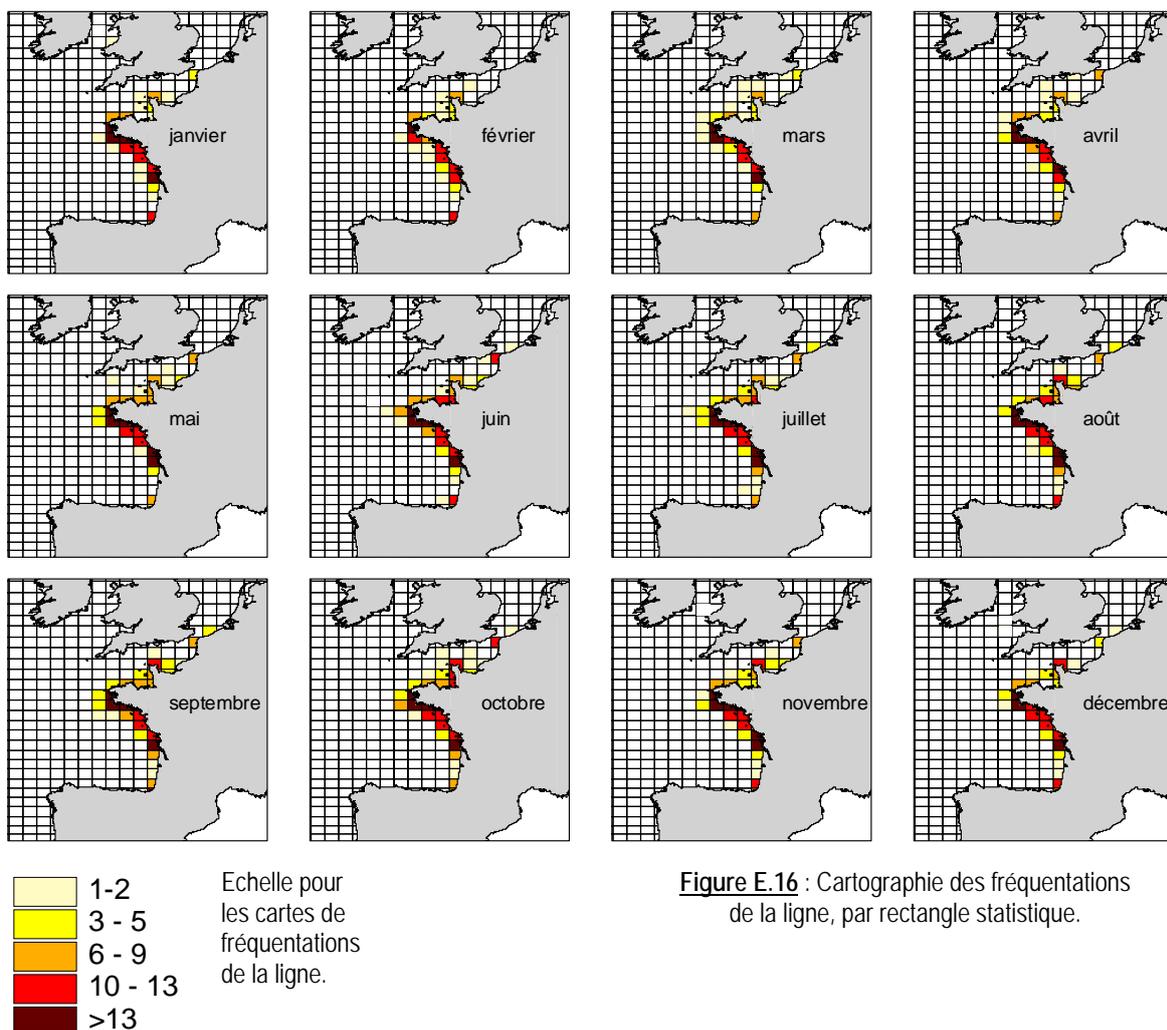
Echelle pour les cartes d'écart types correspondant aux CPUE moyennes du filet, en kg.j⁻¹. Un écart type de 0 indique qu'il n'y avait qu'une seule valeur de CPUE.

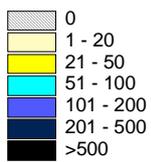
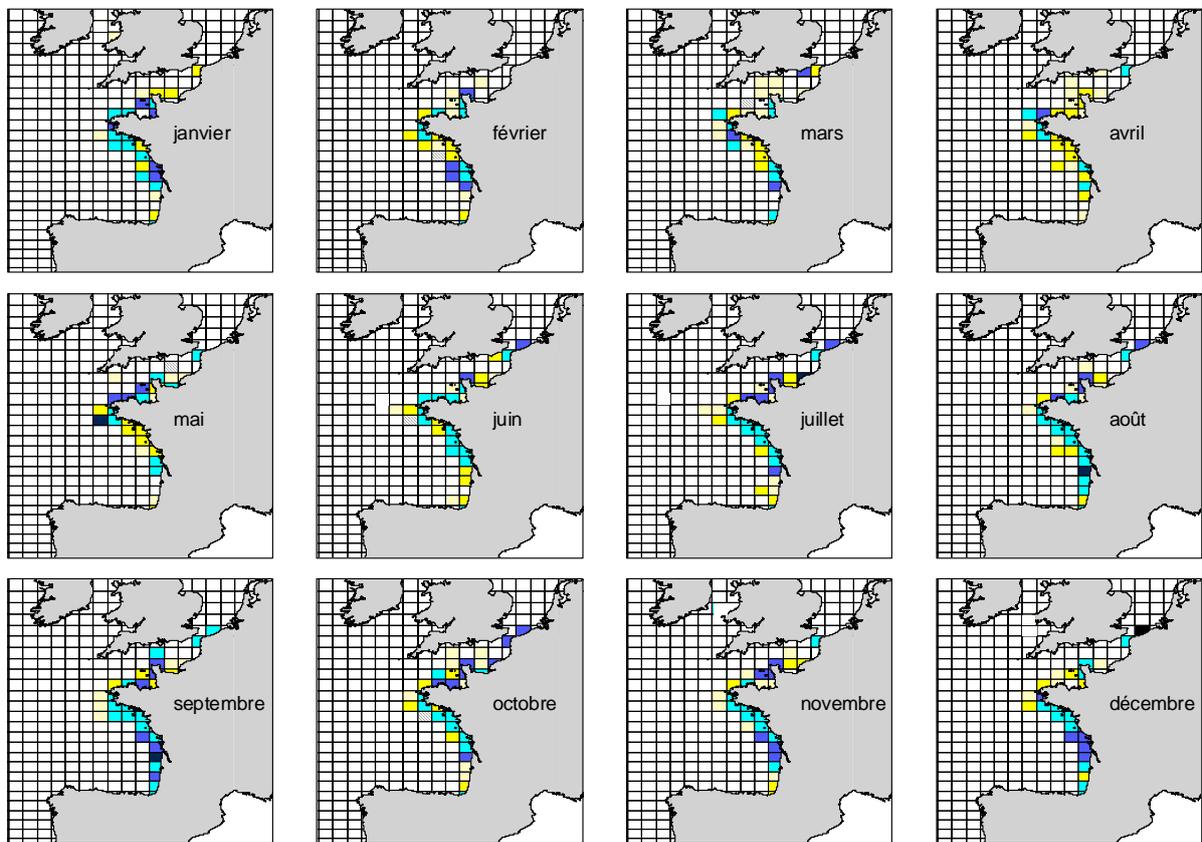
Figure E.15 : Cartographie des écarts types correspondant aux CPUE moyennes du filet par rectangle statistique de capture, en kg.j⁻¹.

II.5.4- Ligne

L'activité des ligneurs, en terme de localisation des zones de pêche et de taux de fréquentation des RS, est sensiblement la même tout au long de l'année. D'un mois l'autre, les cartes de fréquentations présentent des situations quasiment identiques (*fig. E.16*). Dans le golfe de Gascogne, il n'y a que le mois de février qui se différencie légèrement, avec des taux de fréquentation moins élevés. En Manche, la période hivernale (janvier à avril) est légèrement marquée par une baisse de fréquentation.

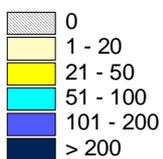
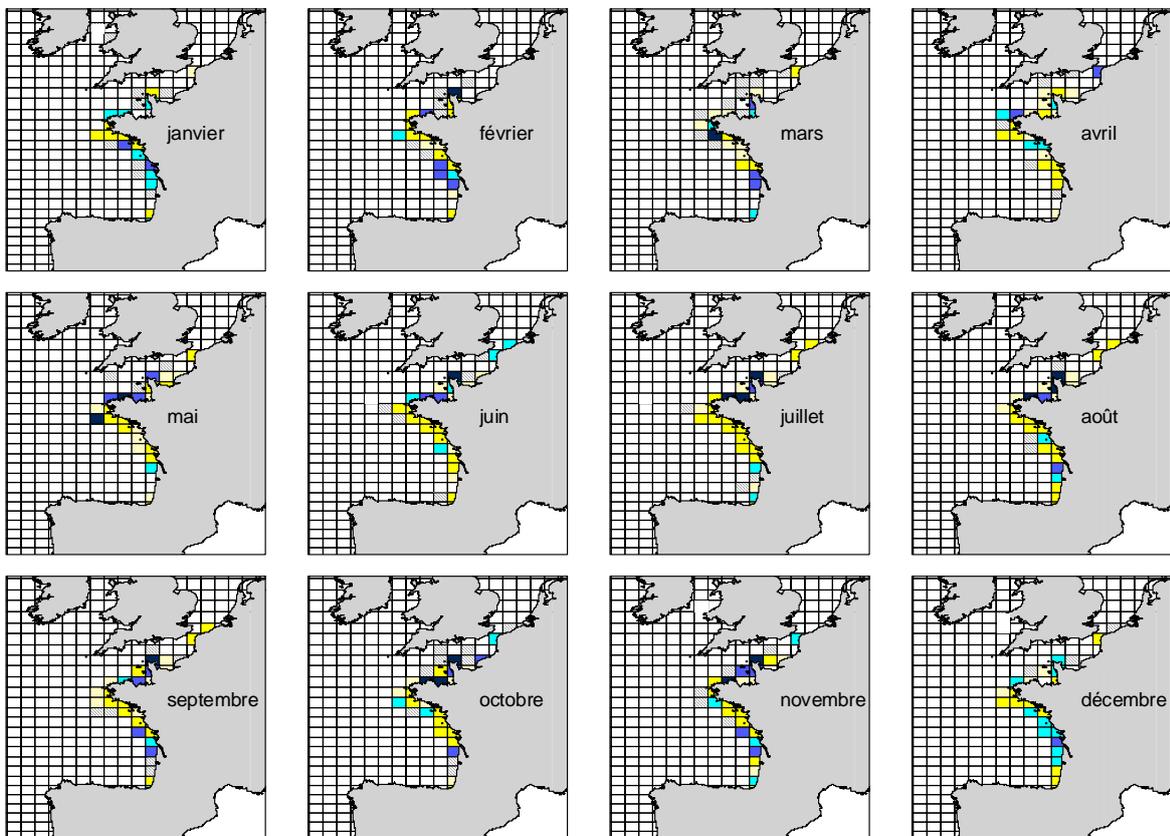
La zone globale de pêche des ligneurs, du fait des caractéristiques propres à ce métier, concerne uniquement la bande côtière. Elle peut être subdivisée en quatre parties : (1) l'extrême sud du golfe de Gascogne, où le RS 16E8, isolé du reste de la zone de pêche, est régulièrement fréquenté ; (2) l'ensemble de la bande côtière du nord du golfe de Gascogne, de l'estuaire de la Gironde à la pointe Finistère, qui est toujours très fortement fréquentée ; (3) la zone du nord de la côte finistérienne à la pointe du Cotentin, avec une fréquentation moyenne à relativement forte des différents RS concernés ; (4) quelques RS côtiers de la Manche Est, notamment au niveau du goulet du Pas-de-Calais (RS 30F1), avec un taux de fréquentation moyen ou faible.





Echelle pour les cartes de CPUE moyennes de la ligne, en kg.j^{-1} .

Figure E.17 : Cartographie des CPUE moyennes de la ligne par rectangle statistique de capture, en kg.j^{-1} .



Echelle pour les cartes d'écart types correspondant aux CPUE moyennes de la ligne, en kg.j^{-1} . Un écart type de 0 indique qu'il n'y avait qu'une seule valeur de CPUE.

Figure E.18 : Cartographie des écarts types correspondant aux CPUE moyennes de la ligne par rectangle statistique de capture, en kg.j^{-1} .

Il n'y a qu'une faible périodicité annuelle des indices d'abondance de bars dans la partie nord du golfe de Gascogne (*fig. E.17*). De février à mai, les CPUE du golfe du Morbihan à la Vendée sont assez faibles : 21 à 50 kg.j⁻¹. En novembre-décembre, elles sont plus fortes au niveau du voisinage de l'estuaire de la Gironde : 101 à 200 kg.j⁻¹. Mais cependant, les valeurs mensuelles moyennes se situent majoritairement entre 51 et 100 kg.j⁻¹. En ce qui concerne l'extrémité sud du golfe de Gascogne, les CPUE ne dépassent jamais 100 kg.j⁻¹, et sont le plus souvent inférieures à 50 kg.j⁻¹.

En Manche, la périodicité annuelle des indices d'abondance est encore moins marquée. Les CPUE oscillent régulièrement de 51 à 200 kg.j⁻¹, sauf en février, mars, avril et décembre, où les valeurs de la plupart des RS fréquentés ne dépassent pas 50 kg.j⁻¹. Globalement, les CPUE sont plus importantes en Manche que dans le nord du golfe de Gascogne, mais les écarts types sont également nettement plus forts (*fig. E.18*). Au niveau du goulet du Pas-de-Calais, les CPUE sont pratiquement toujours supérieures à 50 kg.j⁻¹. Les RS 30F1 et 31F2 marquent ainsi une zone où le bar semble plus abondant que dans les RS directement voisins.

II.6- CONCLUSIONS

Sur l'ensemble de la période d'étude (1986 à 2001), les tonnages débarqués par le **chalutage pélagique en bœuf** sont globalement plus élevés que ceux des autres métiers (*fig. E.2*). Ces tonnages sont cependant sujets à de grandes variations interannuelles qui, au moins pour la sous-zone CIEM VII, se retrouvent également au niveau de l'évolution temporelle des CPUE (*fig. E.5*). Celles-ci fluctuent sur une large amplitude, mais sont toujours supérieures à celles du golfe de Gascogne, et peuvent atteindre de très fortes valeurs (1100 kg.j^{-1}). La spatialisation et la cartographie des CPUE indique de plus que la saison de pêche en Manche, si elle est intense, est relativement brève. Elle ne s'étend que de janvier-février à avril, ce qui correspond au plein de la période de reproduction du bar (*chapitre B*), et est centrée quasi exclusivement sur la Manche Ouest (*fig. E.6 et E.7*). La saison de pêche dans le golfe de Gascogne commence plus tôt (dès octobre-novembre), mais s'achève également un peu plus tôt (en mars), ce qui pourrait être lié en partie à un décalage dans le temps de la période de reproduction de cette espèce, plus précoce au niveau des latitudes plus sud du Golfe. Bien que les CPUE du golfe de Gascogne soient globalement plus faibles qu'en Manche, la fréquentation des rectangles statistiques de la sous-zone VIII sur 17 ans est comparativement plus forte que celle des RS de la division VIIe (*fig. E.9*). Ceci traduit peut être une habitude des pêcheurs, qui ont commencé à chaluter le bar d'abord dans le nord du golfe de Gascogne (Bertignac, 1987) avant de s'intéresser à la Manche. Cependant, cette tendance pourrait être en train d'évoluer. En effet, depuis 1995, la majeure part des débarquements provient de la sous-zone VII (plus particulièrement de la division VIIe), alors qu'elle émanait jusque-là de la sous-zone VIII (*fig. E.4*). Ainsi le bar serait ciblé par les chalutiers pélagiques de plus en plus en Manche, et de moins en moins dans le Golfe.

Depuis 1986, les débarquements des **chalutiers de fond** présentent une tendance régulière et relativement marquée à l'augmentation (*fig. E.2*). Cette production est actuellement soutenue principalement par la Manche (*fig. E.4*). En effet, largement majoritaire jusqu'à la fin des années 80, la part des débarquements provenant de la sous-zone VIII n'a cessé de diminuer au profit de la sous-zone VII, et particulièrement de la division VIIId (40 % de la production totale depuis 1998). A noter également l'émergence récente de la sous-zone IV dans les débarquements. Les bars pêchés par les chalutiers de fond proviennent donc essentiellement du secteur Manche Est, ce que confirment la spatialisation et la cartographie des CPUE. Celles-ci ne présentent en effet de fortes valeurs qu'au niveau du goulet du Pas-de-Calais et de la division VIIId, et ce d'octobre à mai (*fig. E.10*), voire tout au long de l'année (*fig. E.6*). Les chalutiers de fond capturent donc du bar essentiellement en saison hivernale (*chapitre D, § II.3.4*), mais sans que cela soit dû uniquement aux regroupements de cette espèce en période de reproduction. En fait, quelque soit la saison, il semblerait que la Manche Est corresponde à une zone d'abondance du bar. Le chalutage de fond n'est pas autant « réputé » que le chalutage pélagique en bœuf pour cibler spécifiquement cette espèce. Et en effet, les

niveaux de fréquentation des rectangles statistiques (*fig. E.12*) ne sont pas corrélés avec les valeurs de CPUE correspondantes (*fig. E.10*). Le golfe de Gascogne est par exemple fortement fréquenté d'octobre à mars, de même que la Manche Ouest de janvier à avril, sans que les CPUE moyennes par rectangle statistique ne dépassent globalement 200 kg.j⁻¹. Le chalutage de fond apparaît donc plutôt comme un métier opportuniste, qui ne cible pas forcément le bar, mais le capture quand il est présent. Ceci renforce l'hypothèse de sa présence abondante en Manche Est, au moins depuis ces dernières années.

L'évolution temporelle de l'exploitation du **filet** semble relativement stable. Aucune réelle tendance ne se dégage de la série chronologique de ses débarquements (*fig. E.2*), et leur répartition entre les différents secteurs de pêche n'évoluent que très peu (*fig. E.4*) : la part de la division VIIIa a légèrement diminué ces dernières années au profit de la division VIId, mais celle des divisions VIIIb (40 % à 50 % de la production totale) et VIIe (moins de 5%) ne varient quasiment pas d'une année l'autre. Comme dans le cas du chalutage (pélagique ou de fond), les CPUE de la sous-zone VII sont sujettes à de fortes variations interannuelles, et sont toujours supérieures à celles de la sous-zone VIII (*fig. E.5*). Par contre, contrairement au chalutage, seuls quelques rectangles statistiques de Manche, situés essentiellement au niveau du goulet du Pas-de-Calais et des côtes du département de la Seine-maritime, sont fréquentés par les fileyeurs pour pêcher du bar (*fig. E.13*). Ceci explique le fait que les CPUE moyennes spatialisées ne couvrent de loin pas l'ensemble des latitudes de la Manche (*fig. E.6*). La présence du filet est nettement plus marquée dans le golfe de Gascogne, où de nombreux rectangles statistiques sont fréquentés quasiment chaque mois tous les ans (*fig. E.13*). Mais la valeur des CPUE correspondant à ces rectangles, globalement faible voire très faible, ne peut servir à expliquer cette fréquentation élevée (*fig. E.14*). Celle-ci semble plutôt en rapport avec le grand nombre de fileyeurs trouvés dans le golfe de Gascogne, et particulièrement dans sa partie nord (*chapitre D, § II.2.4.2*). Le filet, comme le chalutage de fond, semble donc un métier opportuniste, qui capture du bar s'il y en a mais ne le cible pas forcément. Les CPUE sporadiquement fortes de Manche pourraient donc indiquer, ici aussi, que le bar semble abondant dans ce bassin.

Abstraction faite des fortes variations des trois dernières années de la période d'étude (1999 à 2001), qui sont sans doute liées aux modifications intervenues dans la base de données de pêche « Marées », les débarquements annuels des **ligneurs** proviennent pour environ 70 % de la division VIIIa (*fig. E.4*), et sont globalement stables dans le temps (*fig. E.2*). Les CPUE sont également peu variables, non seulement d'une année l'autre, mais aussi entre zones de pêche (*fig. E.5*). Les ligneurs ciblent très spécifiquement les espèces qu'ils veulent capturer. Les valeurs de leurs CPUE sont donc très indicatives, et l'absence de tendance (également relevée pour les autres métiers) attesterait de la non diminution de la ressource bar. Plus que pour les autres métiers, les secteurs de pêche sont précisément circonscrits : ils couvrent la bande côtière allant de l'estuaire de la Gironde à la pointe du Cotentin, ainsi que les rectangles statistiques au large de Biarritz et au niveau du goulet du Pas-de-Calais. La fréquentation est très sensiblement plus forte dans le nord du golfe de Gascogne (*fig. E.16*). Comme dans le

cas des fileyeurs, ceci pourrait s'expliquer par la grande concentration des navire exerçant le métier de la ligne dans cette même zone (près de 60 % des ligneurs ciblant le bar ; *chapitre D, § II.2.4.2*). En effet, les CPUE sont plutôt plus faible dans le golfe de Gascogne qu'en Manche (*fig. E.6 et E.17*), et ne justifient donc pas une plus grande fréquentation. La saisonnalité des CPUE n'est quasiment pas marquée, et ce quelle que soit la zone de pêche. Le bar est donc présent en zone côtière toute l'année.

III- CAS PARTICULIERS

Les carnets de pêche personnels des pêcheurs professionnels constituent une source d'information très précieuses, tant par la qualité et la fiabilité que par le degré de précision des données qu'ils recèlent. Au cours du présent travail, six marins-pêcheurs (dont quatre palangriers, un ligneur et un ligneur-palangrier) ont acceptés de transmettre leurs carnets personnels à Ifremer. Il a également été possible de récupérer les logbooks d'un chalutier, qui cible le bar essentiellement au chalut pélagique en bœuf.

III.1- MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les carnets et logbooks ont tout d'abord été saisis en conservant l'information la plus fine possible, mais en homogénéisant les données, qui étaient renseignées d'une manière propre à chaque marin-pêcheur.

Calcul de CPUE en kg.j^{-1} . Dans 6 cas sur 7 (les quatre palangriers, le ligneur et le chalutier pélagique), il a été possible d'établir le nombre de kilo de bars capturés ainsi que le nombre de jours de pêche correspondant par [année] x [mois]. Ceci a permis de calculer des CPUE mensuelles (exprimées en kg.j^{-1}), puis de les moyenner afin d'obtenir des valeurs de CPUE annuelles (en kg.j^{-1}).

Calcul de CPUE en nombre. j^{-1} . L'information « nombre de poissons par jour de pêche » était parfois présente. Dans 3 cas sur 7 (deux palangriers et le ligneur-palangrier), en utilisant la même méthode que précédemment, elle a permis d'établir des CPUE mensuelles, puis annuelles moyennes, exprimées en nb.j^{-1} .

Calcul de poids moyens. Dans 4 cas sur 7 (trois palangriers et le ligneur), une relation entre effectifs et poids journaliers des captures a pu être établie. Mensuellement dans un premier temps, puis annuellement dans un deuxième temps (en moyennant sur l'année les données mensuelles), le poids moyen des bars pêchés a alors été calculé.

Désaisonnalisation. Le programme DESAI, élaboré par le département « Ressource Halieutique » d'IFREMER, permet d'estimer les composantes saisonnières d'une série de données. Il a été utilisé sur les données de CPUE et de poids moyen, afin de mettre en évidence leurs variations saisonnières.

Nota. Même dans le cas des carnets personnels, l'intégralité de l'information n'est pas toujours disponible. Par exemple, les marins pêcheurs qui renseignent à la fois leur nombre de prises et le poids correspondant peuvent, certains jours de pêche, ne noter que l'une ou l'autre de ces données. L'obtention de l'exhaustivité des captures et du temps de pêche reste donc problématique, et il n'a été possible de travailler qu'à partir de données relatives (comme les CPUE) et non absolues.

III.2- RÉSULTATS

Les six marins-pêcheurs mettant en œuvre des palangres et/ou des lignes travaillent au niveau de la pointe Bretagne, ou dans la partie la plus nord du golfe de Gascogne. Les différents résultats valent donc essentiellement pour cette aire géographique, et ne peuvent pas être extrapolés à une zone plus vaste.

En début de saison, le chalutier pélagique cible parfois le bar dans le golfe de Gascogne. Cependant sa principale zone de pêche est la Manche Ouest. Les résultats tirés de ses logbooks reflètent donc principalement la situation au niveau de cette région.

III.2.1- Cpue

De 1968 à 2000, les différentes CPUE calculées en kg.j^{-1} sont globalement stables (*fig. E.19*). Seules les pentes de deux courbes présentent une tendance à l'augmentation (palangrier 2) ou à une légère diminution (palangrier 4), tendances sans doute plus imputables à un comportement personnel des marins-pêcheurs qu'à une réelle variation d'abondance du poisson. Ainsi :

- les CPUE annuelles du palangrier 2 augmentent quasi continuellement de 1988 à 1997. Mais comme 1988 est l'année des débuts de ce marin-pêcheur, les plus grandes quantités de poisson capturées journalièrement pourraient être liées plutôt à l'apprentissage du métier qu'à une abondance accrue des bars.
- les CPUE annuelles du palangrier 4 tendent à diminuer. Cependant, deux périodes distinctes peuvent être considérées, l'une allant de 1982 à 1987 avec des CPUE comprises entre 30 et 40 kg.j^{-1} , et la seconde allant de 1988 à 1995 avec des CPUE tournant autour de 20 kg.j^{-1} . Ici aussi, un changement de comportement du pêcheur pourrait expliquer ce passage entre les deux périodes.

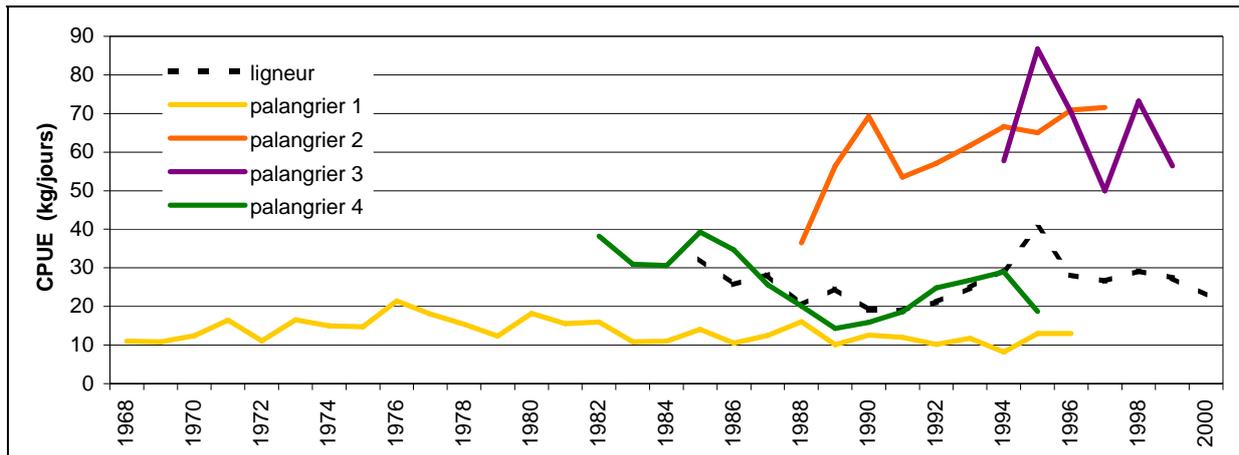


Figure E.19 : CPUE extraites des carnets personnels de quatre palangriers et d'un ligneur, exprimées en $\text{kg}\cdot\text{j}^{-1}$. La zone de pêche concerne la pointe Bretagne ainsi que la partie la plus nord du golfe de Gascogne.

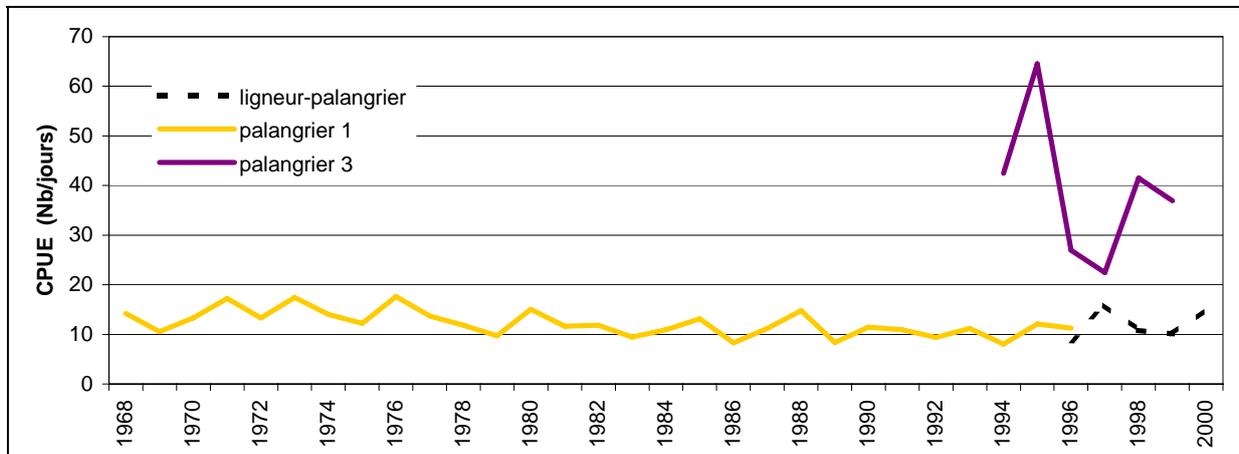


Figure E.20 : CPUE extraites des carnets personnels de deux palangriers et d'un ligneur-palangrier, exprimées en $\text{Nb}\cdot\text{j}^{-1}$. La zone de pêche concerne la pointe Bretagne ainsi que la partie la plus nord du golfe de Gascogne.

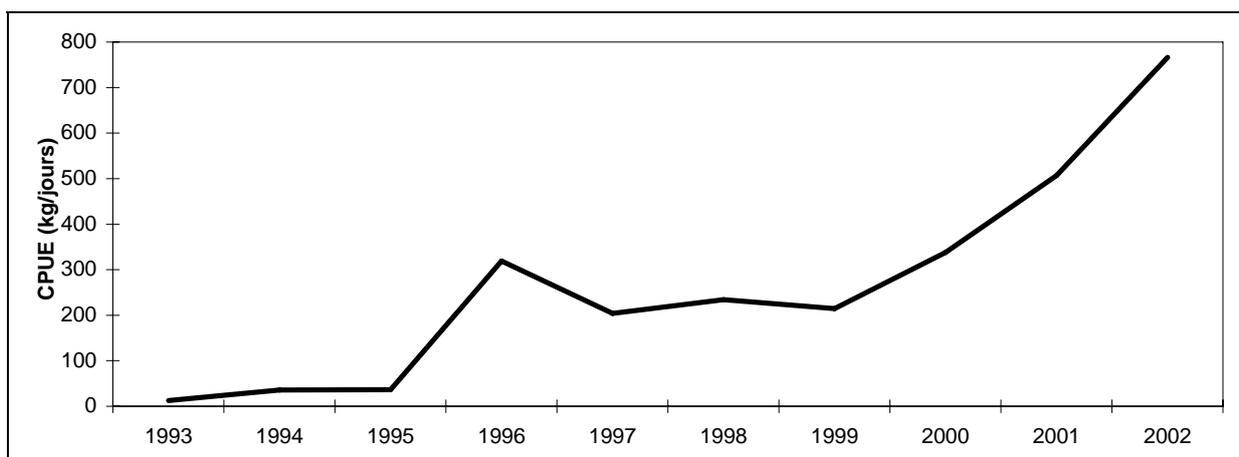


Figure E.21 : CPUE extraites des logbooks d'un chalutier ciblant le bar essentiellement au chalutage pélagique en bœuf, exprimées en $\text{kg}\cdot\text{j}^{-1}$. La zone de pêche concerne principalement la Manche Ouest.

Les CPUE annuelles du palangrier 1 sont très stables et relativement basses. Leurs valeurs se cantonnent entre 10 et 20 kg.j^{-1} sur près d'une trentaine d'année, (de 1968 à 1996 (*fig. E.19*). *A contrario*, les CPUE annuelles des palangriers 2 et 3 sont beaucoup plus fortes, avec des valeurs comprises entre 50 et 80 kg.j^{-1} , tandis que celles du palangrier 4 sont dans une situation intermédiaire (entre 20 et 40 kg.j^{-1}). Les différents niveaux de captures de ces quatre pêcheurs, qui exercent un même métier dans des zones géographiques proches, pourraient être liés au rang pris par le bar dans leurs débarquements. En effet, il peut constituer la principale espèce cible d'un palangrier, qui y consacrerait la majorité son activité, et dont les CPUE seront sans doute élevées. Ce premier cas correspondrait à celui des palangriers 2 et 3. Mais il peut également être une espèce cible parmi d'autres, avec des CPUE annuelles plus faibles. Ce deuxième cas s'appliquerait plutôt aux palangriers 1 et 4. Cependant, il n'a pas été possible d'avoir un aperçu précis de la totalité des débarquements de chaque palangrier étudié. Ces explications ne relèvent donc que de l'hypothèse.

Par rapport aux valeurs extrêmes des CPUE des palangriers, celles du ligneur sont intermédiaires. Elles sont en effet du même ordre de grandeur que celles du palangrier 4, soit entre 20 et 40 kg.j^{-1} (*fig. E.19*). Il est sans doute plus difficile pour un ligneur que pour un palangrier de pêcher de grosses quantités de poisson, ce qui expliquerait ce résultat.

Les CPUE exprimées en nb.j^{-1} (*fig. E.20*) ou en kg.j^{-1} (*fig. E.19*) présentent les mêmes caractéristiques, notamment pour les palangriers 1 et 3 qui sont retrouvés à ces deux niveaux. Il ne semble pas y avoir de tendance à la hausse ou à la baisse de l'abondance des bars, aussi bien pour le palangrier 1, dont les variations interannuelles du nombre moyen de captures journalières sont faibles (entre une dizaine et environ 17 bars par jours), que pour le palangrier 3 dont ces mêmes variations sont beaucoup plus fortes (une vingtaine à une soixantaine de bars journaliers). Les CPUE du ligneur-palangrier s'inscrivent dans la continuité de celles du palangriers 1 (faibles oscillations interannuelles avec 10 à 15 bars par jours), et confirment cette absence de tendance.

La situation du chalutier pélagique en bœuf est différente (*fig. E.21*). Les CPUE sont très faibles de 1993 à 1995, car il ne ciblait pas spécifiquement le bar à cette époque. A partir de 1996, année où de très forts débarquements ont eu lieu et où de nombreux chalutiers pélagiques se sont intéressés à cette espèce, les CPUE sont plus élevées. Elles restent globalement stables jusqu'en 1999, en tournant autour de 200 à 300 kg.j^{-1} , avant de présenter une nette tendance à la hausse depuis 2000. Les CPUE ont ainsi quasiment triplé en sept ans, puisque les valeurs de 2002 avoisinent les 800 kg.j^{-1} . Cette augmentation pourrait être liée à une abondance accrue des bars dans la zone Manche Ouest, mais il ne faut pas non plus oublier le rôle de l'apprentissage du métier, ainsi que celui de l'intérêt croissant montré par les chalutiers pélagiques pour la ressource bar.

III.2.2- Indice de désaisonnalisation

Le profil des indices de désaisonnalisation des CPUE varie d'un type de métier à l'autre, mais également entre marins-pêcheur pratiquant le même métier (*fig. E.22*).

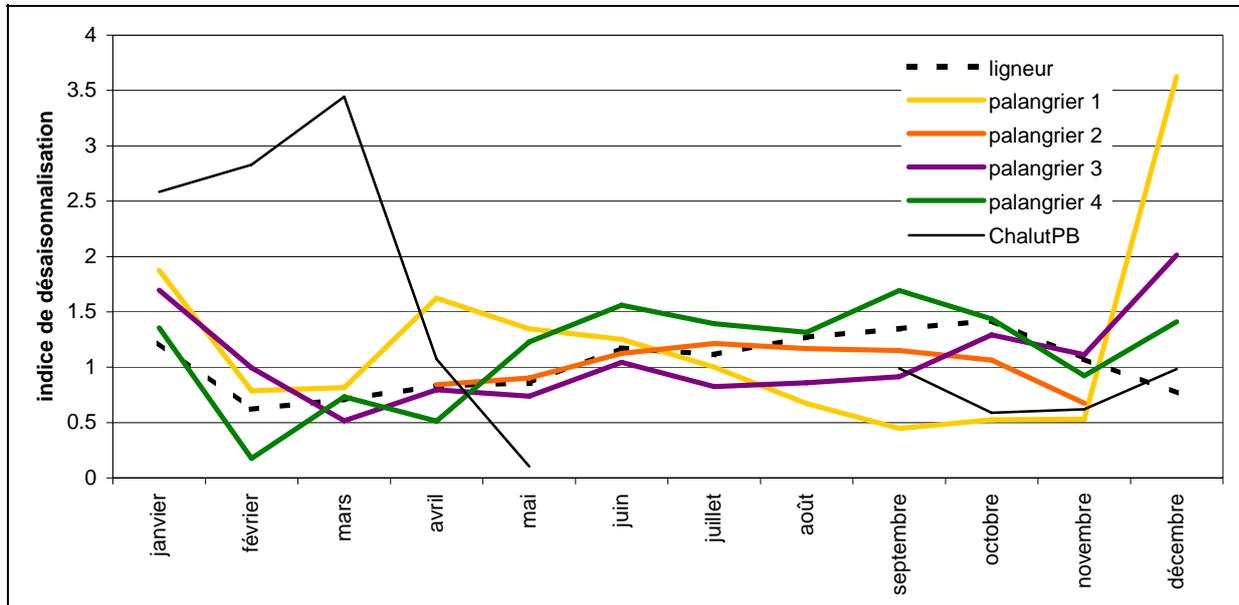


Figure E.22 : Désaisonnalisation des séries de CPUE exprimées en kg.j^{-1} (*fig. E.19 et E.21*).

Les chalutiers pélagique en bœufs ne ciblent le bar qu'en hiver, au cours de la période de reproduction de cette espèce. De septembre à décembre, les CPUE du chalutier étudié sont globalement faibles. Ce navire ne débute réellement la pêche au bar qu'au mois de janvier (*fig. E.22*). Les CPUE maximales sont atteintes en mars, avant de retrouver un niveau comparable à celles de décembre dès avril, et de quasiment s'annuler en mai. La saison de pêche est donc très courte (janvier à mars), mais très intense (l'indice de désaisonnalisation passe de 2,5 à 3,5 au cours de ces trois mois, alors qu'il varie de 0,5 à 1 de septembre à décembre et en avril).

Les variations intermensuelles des CPUE des palangriers et du ligneur, ne varient pas du tout de la même manière. La pêche a lieu toute l'année (sauf dans le cas du palangrier 2 qui pratique peut être un autre métier en hiver et se consacre au bar uniquement d'avril à novembre), et la saison de pêche principale semble plutôt centrée sur la période estivale (*fig. E.22*). Celle-ci débiterait vers avril et surtout mai, pour s'achever vers octobre.

En période hivernale, qui voit les bars adultes matures quitter les côtes pour se rassembler en pleine eau et assurer leur reproduction, les CPUE des métiers côtiers devraient logiquement être basses. Ceci est effectivement observé en novembre, ainsi que de février à mars-avril, mais non pas en décembre-janvier pour les palangriers 1, 3 et 4 (*fig. E.22*). La concentration de bars au niveau de frayères côtières, et/ou un décalage dans le temps des migrations hauturières, pourraient expliquer l'abondance

toujours forte de cette espèce au niveau de certaines zones de pêche côtières en hiver. De plus, le « bar de ligne » (c'est-à-dire le bar capturé vivant à l'aide d'un hameçon) étant très coté en criée et sur le marché à l'approche des fêtes de fin d'année, certains palangriers pourraient cibler particulièrement cette espèce en décembre-janvier, d'où de fortes CPUE à cette période de l'année.

D'avril à novembre, les profils des courbes du ligneur et des palangriers ne sont pas équivalents (*fig. E.22*), et ce peut être en raison de différences de pratiques entre marins-pêcheurs. Par exemple, à l'inverse de tous les autres, le palangrier 1 cible surtout le bar d'avril à juillet, puis quasiment plus en période automnale (septembre à novembre). Les dates de début et/ou de fin des saisons de pêche varient ainsi d'un pêcheur à l'autre. Cependant, une fois entamée, peu de variations intermensuelles des CPUE sont globalement observées au cours de la saison. L'abondance des bars en zones côtières hors période de reproduction semble donc peut sujette à variation.

III.2.3- Poids moyens

Après une période d'augmentation de 1968 à 1975, le poids moyen des prises du palangrier 1 s'est stabilisé à environ 1,2 kg (*fig. E.23*). Il n'a ensuite que légèrement oscillé autour de cette valeur jusqu'en 1996, montrant ainsi une grande régularité sur plus de vingt ans, et ce d'autant plus que les écarts types correspondant (non représentés sur la figure E.23) sont également relativement constants d'une année l'autre.

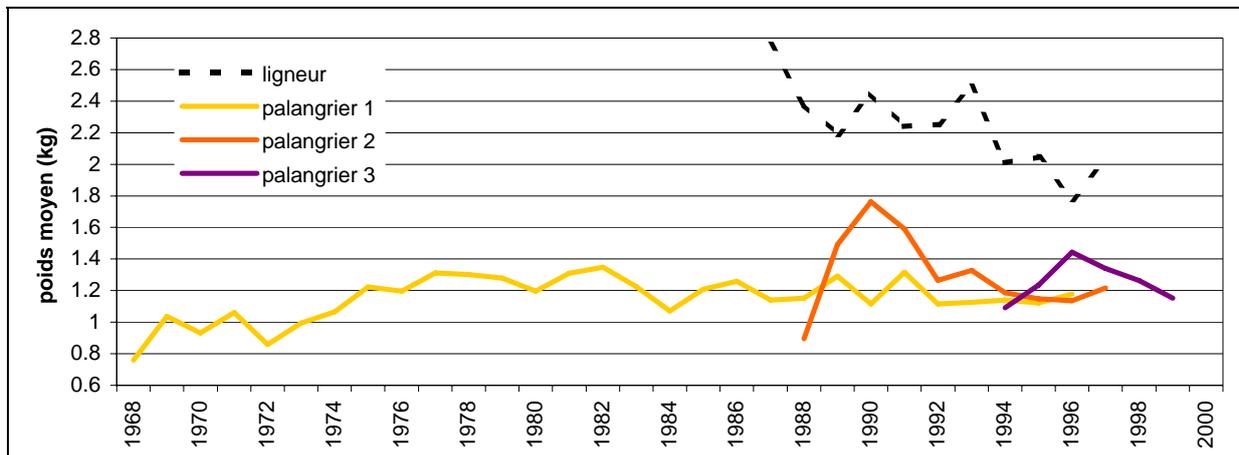


Figure E.23 : Poids moyen annuel (en kilo) des bars capturés par les palangriers 1, 2 et 3 et par le ligneur.

Au cours de ses quatre premières années de pêche, les poids moyens annuels des captures du palangrier 2 ont beaucoup variés, passant d'environ 0,9 kg par bar en 1988 à des valeurs comprises entre 1,5 et 1,8 kg de 1989 à 1991 (*fig. E.23*). Cependant, après cette première phase d'exploitation, et à l'instar du palangrier 1, les poids moyens du palangriers 2 se sont stabilisés autour de 1,2 kg de 1992 à 1997.

Dans le cas du palangrier 3, les poids moyens des captures sont du même ordre de grandeur que précédemment, quoique sans doute un peu plus élevés (*fig. E.23*). Ils tournent en effet plutôt autour de 1,3 kg par bar que de 1,2 kg par bar.

Les poids moyens des captures des trois palangriers étudiés présentent donc des valeurs très similaires (1,2 à 1,3 kg par bar), qui correspondent à des individus mesurant une cinquantaine de cm. Les différences de pratiques de pêche (valeurs de CPUE basses pour le palangrier 1 et beaucoup plus élevées pour les palangriers 2 et 3, *fig. E.19* ; saisons de pêche plus ou moins courtes et ne couvrant pas les mêmes mois, *fig. E.22*) semblent ne pas beaucoup jouer sur la taille moyenne des captures.

Les variations interannuelles du poids moyen des captures du ligneur sont beaucoup plus fortes : les prises de ce métier semblent moins calibrées que celles des palangriers, d'où des variations possibles d'une année l'autre (*fig. E.23*). D'autre part, une nette tendance à la baisse est décelée : en moyenne, le poids des bars capturés est passé de 2,8 kg en 1987 à 2,0 kg en 1997, et a donc perdu 800 g en dix ans. Cette tendance pourrait être liée à une intensification de l'exploitation des stocks halieutiques de cette espèce depuis une quinzaine d'année. En effet, celle-ci diminue proportionnellement plus le nombre des plus gros individus que celui des plus petits. Une quantité moindre de gros individus, catégorie prioritairement ciblée par les ligneurs quand ils en ont l'occasion, pourrait ainsi avoir un impact sur le poids moyens de leurs captures. Cependant, ce poids moyen (environ 2 kg de 1994 à 1997) reste très supérieur à celui des palangriers (1,2 à 1,3 kg sur la même période), ce qui met clairement en évidence une des différences qui distinguent ces deux métiers.

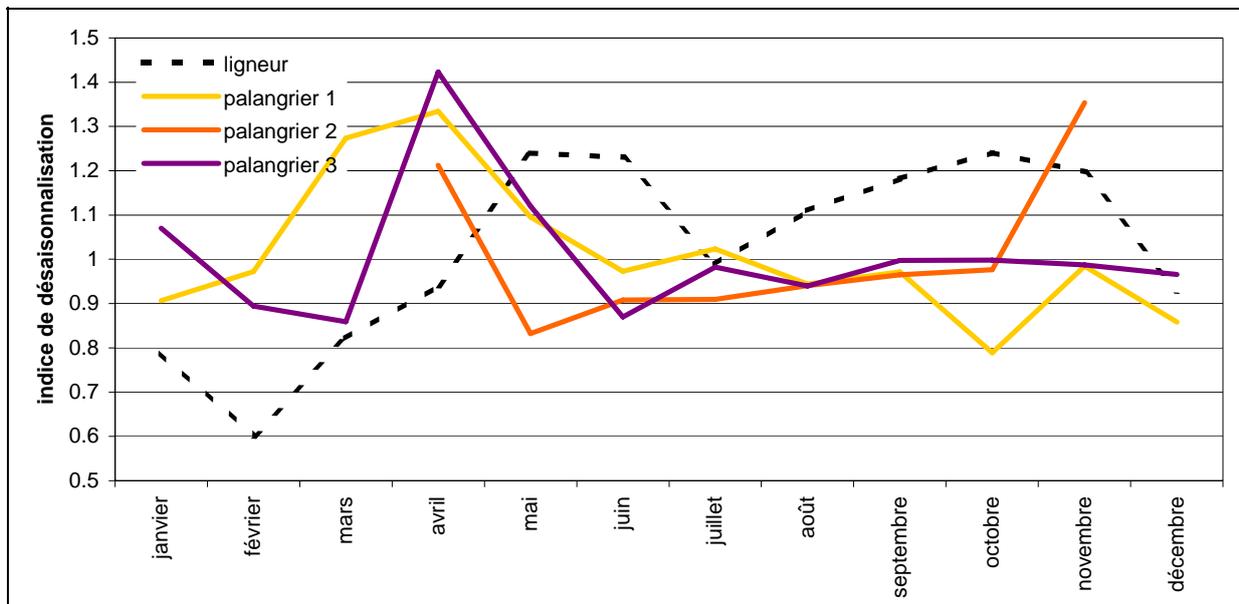


Figure E.24 : Désaisonnalisation des séries de poids moyens (*fig. E.23*)

Au cours d'une année moyenne, les poids moyens des captures des palangriers semblent être maximaux en mars-avril (*fig. E.24*), tandis qu'ils sont globalement constant le reste

de l'année (les indices de désaisonnalisation sont proches de 1). Ce pic en début de printemps correspond peut être au retour des plus gros individus en zones côtières après la période de reproduction. Dans le cas du ligneur, les poids moyens sont maximaux et du même ordre de grandeur de mai à novembre, c'est-à-dire pendant le plein de sa saison de pêche au bar (*fig. E.22*), puis nettement inférieur de décembre à avril, quand les CPUE de ce marin-pêcheur son également moindres.

III.3- CONCLUSIONS

Les CPUE calculées d'après les carnets personnels du ligneur et des quatre palangriers sont toutes relativement constantes dans le temps. Les ordres de grandeur de leurs valeurs sont par contre variables d'un pêcheur à l'autre, puisqu'elles oscillent entre 10 kg.j⁻¹ et près de 90 kg.j⁻¹, ou encore entre 10 et plus de 60 poissons par jours. La composante « pêcheur » semble jouer un rôle important dans ces résultats, par exemple lors d'une phase d'apprentissage du métier, mais également à cause de leurs pratiques personnelles qui diffèrent. En effet, certains exercent le même métier toute l'année et ne se focalise que sur quelques espèces cibles dont le bar, alors que d'autres diversifient leurs captures, voire leurs activités, et pratiquent plusieurs métiers au cours de l'année.

Une légère saisonnalisation des CPUE du ligneur et des palangriers existent, mais elle n'est pas identique d'un marin-pêcheur à l'autre, et n'est de toute manière pas très marquée. Les CPUE semblent être un peu plus forte d'avril-mai à octobre, bien que leurs valeurs puissent être également importantes en décembre et janvier. Il y a donc des bars toute l'année le long des côtes, au moins au niveau de la pointe Bretagne et de la partie la plus nord du golfe de Gascogne.

Le poids moyen annuel des prises des palangriers est constant d'une année l'autre, et tournent *grosso modo* entre 1,2 kg et 1,4 kg, ce qui correspond à une taille d'une cinquantaine de centimètres. Celui du ligneur est encore supérieur : 2 kg en moyenne annuelle par poisson, pour une soixantaine de cm. Ces marin-pêcheurs ciblent donc essentiellement de grands individus, dont la taille dépasse largement les 36 cm légaux. La stabilité des séries temporelles de CPUE, associée à celle des poids moyens, semble ainsi indiquer que l'abondance des différentes classes d'âge n'est pas en danger.

En ce qui concerne le chalutier pélagique, les logbooks récupérés montrent qu'une phase d'apprentissage relativement longue (4-5 ans) serait nécessaire dans la pratique de ce métier. Cependant, une fois cette phase dépassée, les valeurs moyennes des CPUE peuvent devenir très fortes (près de 800 kg.j⁻¹). Ces résultats révèlent qu'il existe une forte abondance des bars en Manche Ouest (principale zone de pêche de ce chalutier). Mais, si cela était encore nécessaire, ils montrent également que ce métier est susceptible d'être un très gros destructeur de la ressource.

IV- CONCLUSIONS - DISCUSSION

Qualité des données

Dans une certaine mesure, les CPUE établies à partir des carnets de pêche et logbooks personnels peuvent servir à calibrer celles calculées d'après les statistiques officielles. Ainsi, pour le métier de la ligne (qui regroupe l'ensemble des lignes et palangres), des valeurs moyennes d'une centaine de kilo par jour semblent fortes (§ III.2.1). Or, les CPUE « officielles » cartographiées par rectangles statistiques sont assez régulièrement comprises entre 101 kg.j⁻¹ et 200 kg.j⁻¹, et dépassent parfois 200 kg.j⁻¹ voire 500 kg.j⁻¹ (§ II.5.4, fig. E.17). Elles seraient donc sur-estimées, et sans-doute même très largement, ainsi que l'ensemble des autres CPUE établies pour les ligneurs : toutes proviennent en effet du même jeu de données initial. Cette sur-estimation des CPUE commerciales des ligneurs pourrait être liée à une sous-estimation de leur effort de pêche, dont l'évaluation est notoirement problématique.

Dans le cas du chalutage pélagique en bœuf, de très fortes CPUE commerciales ont également été calculées. Les logbooks personnels d'un de ces chalutier ont montré que des valeurs annuelles moyennes de 800 kg.j⁻¹ sont possibles. Mais sur l'ensemble d'une flottille, des CPUE de plus de 1000 kg.j⁻¹ semblent excessives (§ II.3, fig. E.5). Ici aussi, une sur-estimation des CPUE semble avoir eu lieu.

Les différentes sélections appliquées successivement aux données commerciales ont sans doute permis de réduire certains biais, mais ne sont pas suffisantes pour pouvoir se fier aux valeurs brutes calculées. Cependant, si celles-ci sont sujettes à caution, rien ne permet de penser que les tendances mises en évidence le sont également. Les différentes analyses entreprises se justifient donc pleinement.

Comportements migratoires hivernaux du bar

Les migrations hivernales en début et en fin de période de reproduction sont des phénomènes bien connus des chalutiers pélagiques. Ceux-ci ne ciblent en effet le bar qu'au cours de cette période, dès leur arrivée sur des aires de rassemblement hauturières, et avant leur retour en zones côtières.

Bien que la saison du chalutage pélagique en Manche soit centrée de janvier-février à avril, la cartographie par rectangle statistique des CPUE de ce métier permet de visualiser l'arrivée des tout premiers individus en Manche Ouest dès novembre-

décembre, et le départ des tout derniers en mai. Entre ces deux dates, l'abondance des bars dans l'ensemble de cette vaste zone augmente jusqu'à mars, avant de refluer. Ces résultats concordent avec ceux de l'étude portant sur la maturation sexuelle du bar en Manche Ouest (*chapitre B*). En effet, des pontes sont possible dès la fin novembre, et jusqu'à fin avril-mai. Les zones d'abondance cartographiées en Manche Ouest pourraient ainsi correspondre à autant de zones de frayères, hypothèse qui a d'ailleurs déjà été soutenue par Masski (1998).

Dans le golfe de Gascogne, les zones de fortes abondances hauturières hivernales ciblées par le chalutage pélagique sont moins nettes qu'en Manche Ouest. Mais ceci pourrait être lié à leur déplacement géographique d'une année l'autre, ce qui les rendrait moins détectables dans un jeu de données moyennées pluriannuellement selon la latitude. Ainsi, lors des opérations de marquages (*chapitre C*), qui se sont déroulées dans le Golfe sur trois hivers consécutifs (décembre 2001 à février 2004), deux zones principales de concentration sur lesquelles pêchaient les chalutiers pélagiques ont pu être mise en évidence, l'une au large de La Rochelle, et la seconde au niveau de la latitude de Bordeaux, un peu au sud de l'estuaire de la Gironde.

Les ligneurs et fileyeurs qui pêchent en zones littorales capturent du bar toute l'année, même au plus fort de la saison de reproduction, et sans que les valeurs de leurs CPUE diminuent significativement. L'hypothèse de l'existence d'un roulement entre les individus qui se rendent sur les aires de rassemblement hauturières et ceux qui en reviennent, pourrait être avancée. Ce roulement pourrait en effet avoir pour conséquence de ne jamais totalement dépeupler les secteurs littoraux. Cependant, les bars semblent demeurer sur les aires hauturières au moins un à deux mois (*cf. résultats de l'étude de marquage, chapitre C*), sans qu'une grande mobilité ait pu être détectée. Ainsi, bien qu'un roulement puisse exister, notamment au niveau des plus jeunes individus dont les pontes interviennent plus tardivement dans la saison et sur un laps de temps plus court (*chapitre B*), il ne permet sans doute pas d'expliquer la présence en continu de bars le long des côtes.

Tous les bars en âge de se reproduire (c'est-à-dire tous les bars ciblés par les différents métiers) n'effectueraient donc pas forcément ces grandes migrations hivernales entre secteurs côtiers et hauturiers. Sans que leurs localisations aient pu être précisément définies au cours de ce travail, des frayères côtières existent. Elles sont généralement bien connues des pêcheurs, et seraient susceptibles de jouer un rôle non négligeable dans les prises hivernales des ligneurs et fileyeurs. De plus, les fortes concentrations démersales de bars, qui sont ciblées par les chalutiers de fond en Manche Est d'octobre à mai, ne semblent pas perturbées par la formation de bancs pélagiques en Manche Ouest de janvier à avril. Plusieurs types comportementaux pourraient donc être trouvés chez les bars.

Extension de l'aire d'abondance du bar vers le nord ?

L'ensemble des données étudiés dans ce chapitre montrent que :

- Les débarquements totaux de bar, tous métiers et toutes zones de pêche confondus, sont en hausse depuis 1996, en raison essentiellement d'une augmentation de la production issue de la Manche (sous-zone CIEM VII) depuis cette même année.
- La production du golfe de Gascogne (sous-zone VIII) est restée stable depuis 1986. Bien qu'elle soit toujours supérieure à celle de la Manche, les tonnages provenant des deux bassins sont actuellement du même ordre de grandeur.
- L'évolution de la répartition des débarquements entre les différentes divisions CIEM de capture, présente des similitudes d'un métier à l'autre, sauf peut-être dans le cas de la ligne. En effet, à partir de la fin des années 80, ou parfois de 1996, la part relative d'au moins une division du golfe de Gascogne (VIIIa et/ou VIIIb) décline au profit de celle d'au moins une division de la Manche (VIIId et/ou VIIe).
- Les CPUE annuelles moyennes de la Manche sont quasiment toujours supérieures à celles du golfe de Gascogne, et parfois même très largement. Elles sont également beaucoup plus variables : les valeurs de CPUE en Manche peuvent plus que doubler d'une année l'autre, alors que les oscillations de celles du Golfe sont relativement réduites.
- Les CPUE spatialisées et/ou cartographiées révèlent des zones de plus forte abondance en Manche que dans le golfe de Gascogne. Cependant, celles-ci semblent disséminées dans le temps et dans l'espace. Dans le Golfe, les indices d'abondance présenteraient des valeurs plus moyennes, mais se répartiraient également de manière plus régulière.

Ainsi, les fortes CPUE trouvées en Manche pourraient inciter les pêcheurs à intensifier l'exploitation du bar dans ce bassin. En effet, bien qu'essentiellement développée dans le golfe de Gascogne jusqu'à la fin des années 80, cette exploitation se tourne actuellement de plus en plus vers la sous-zone CIEM VII, comme semblent l'indiquer la provenance et le niveau des tonnages débarqués. Cependant, la production du Golfe ne diminue pas, non plus que les CPUE moyennes annuelles des séries chronologiques. Une baisse potentielle de la ressource disponible dans le Golfe n'est donc pas à mettre en cause, ni une translation de celle-ci vers des latitudes plus nord. Par contre, une augmentation de la ressource en Manche, et particulièrement en Manche Est, pourrait être envisagée, ainsi que l'illustreraient notamment les débarquements et CPUE du chalutage de fond dans ce secteur.

D'autre part, les données commerciales peuvent être complétées par d'autres sources :

- Les indices d'abondance des campagnes démersales EVHOE (Evaluation des ressources halieutiques de l'ouest européen), qui sont menées chaque année par IFREMER au niveau du plateau et des hauts talus du golfe de Gascogne et de la Mer Celtique, montrent une très légère tendance à la hausse entre 1987 et 2002 (Bertrand, 2004). Cependant, cette tendance s'annule si la campagne de 1973 est prise en compte (Jean-Charles Poulard, *com. pers.*) : la densité des bars dans le Golfe semble n'avoir pratiquement pas évolué depuis plus de 30 ans. De plus, les longueurs moyennes des captures de ces campagnes ne présentent, là non plus, aucune tendance. La composition démographique n'aurait donc pas été perturbée.

- Les densités moyennes des campagnes démersales CGFS (Channel Ground Fish Surveys), qui sont menées chaque année au niveau du plateau de la Manche orientale, montrent une nette tendance à l'augmentation, sur une série chronologique allant de 1988 à 2004 (Franck Coppin, *com. pers.*)

- Les séries chronologiques anglaises portant sur le recrutement du groupe 0 indiquent une haute variabilité interannuelle de celui-ci, et ce quelle que soit la zone estuarienne étudiée, du Pays de Galles à la Tamise, et jusqu'aux côtes des Pays-Bas (Waterschelde). Cependant, aucune tendance à la baisse n'est détectée. Au contraire, au niveau de la division CIEM IVc (Mer du Nord), les indices du recrutement seraient plutôt en nette hausse, et ce essentiellement depuis la fin des années 80 (ICES, 2002).

Les données de certaines campagnes scientifiques et les indices de recrutement confortent les données commerciales. Elles permettent ainsi d'étayer l'hypothèse d'une extension de l'abondance du bar en direction des latitudes plus nord, notamment de la Mer du Nord.

CHAPITRE F

ÉVALUATION DES STOCKS

I - INTRODUCTION	205
II - MATÉRIELS ET MÉTHODES	207
II.1- ÉLABORATION DES STRUCTURES DÉMOGRAPHIQUES DES CAPTURES	207
II.1.1- La pêche professionnelle française	207
II.1.2- La pêche récréative française	213
II.1.3- La pêche anglaise en Manche	215
II.2- PARAMÈTRES DÉMOGRAPHIQUES	216
II.2.1- Matrice de transition	216
II.2.2- Mortalité naturelle M	217
II.2.3- Fécondité relative par groupe d'âge	218
II.2.4- Choix du taux d'exploitation terminal $E_{(15+)}$ et estimation du nombre de survivants du groupe d'âge 2 ans correspondant	219
II.2.5- Mortalités par pêche aux âges selon différents scénarios de captures	220
II.2.6- Survie par groupe d'âge	220
III - RÉSULTATS	221
III.1- STRUCTURES DÉMOGRAPHIQUES	221
III.1.1- La pêche professionnelle française	221
III.1.2- La pêche récréative française	225
III.1.3- La pêche anglaise en Manche	226
III.2- SCÉNARIOS DE GESTION	229
III.2.1- Les différents scénarios envisagés	229
III.2.2- Évolution des différents scénarios	231
III.2.3- Cas du chalutage pélagique	234
III.2.4- Impact de la mortalité naturelle	235
IV- CONCLUSIONS - DISCUSSION	237

I- INTRODUCTION

L'analyse de l'impact du régime d'exploitation sur les stocks d'une espèce peut se faire selon différentes méthodes, dont la mise en œuvre nécessite plus ou moins de données. Dans le cas du bar, les chapitres précédents ont permis :

- d'étudier la délimitation des populations (*chapitre C*). Bien que les analyses génétiques ne distinguent pas les bars échantillonnés en Manche de ceux échantillonnés dans le golfe de Gascogne, les marquages tendent à montrer que les poissons sont inféodés à l'un de ces deux bassins. Ces résultats, qui sont apparemment contradictoires mais pas incompatibles (*chapitre C*), peuvent inciter à considérer deux entités de gestion, correspondant l'une à la Manche et l'autre au golfe de Gascogne.
- de décrire les usagers qui pêchent du bar (*chapitre D*). La connaissance des métiers qui exploitent une ressource est un préalable indispensable à sa gestion. Le chapitre D a ainsi permis d'identifier et de décrire les quatre métiers professionnels français principaux qui exploitent le bar. Il a, de plus, mis en évidence le rôle prépondérant des pêcheurs récréatifs, en quantifiant leurs captures. Il devra cependant être complété par une description des métiers anglais, qui ciblent également le bar en Manche.

A ces données doivent s'ajouter une évaluation démographique des captures, afin qu'une modélisation du stock soit possible. Cette évaluation fait l'objet d'une première partie de ce chapitre. Une deuxième partie est consacré à la mise en œuvre d'une matrice de Leslie, qui permet d'évaluer la situation actuelle, et de prévoir l'évolution du stock en fonction de différents scénarios de gestion.

II- MATÉRIELS ET MÉTHODES

II.1- ÉLABORATION DES STRUCTURES DÉMOGRAPHIQUES DES CAPTURES

Obtenir les effectifs totaux des captures par classe d'âge d'une espèce nécessite de disposer : (i) d'une distribution de fréquences d'âge représentative des captures totales ; (ii) du poids de l'ensemble des individus ayant servi à la construction de cette distribution ; (iii) du poids de la totalité des captures. Le rapport [poids total] / [poids de l'échantillon] permet ensuite d'extrapoler les effectifs par classe d'âge de la distribution, à ceux de la totalité des captures.

Très généralement, la construction d'une composition en âge n'est pas directe. Elle passe le plus souvent par la conversion d'une distribution de fréquences de taille, *via* une clé taille-âge ou toute autre relation mathématique liant la taille à l'âge (équation de Von Bertalanffy par exemple). En effet, dans le cas du bar, la lecture d'âge en laboratoire à partir des anneaux annuels marqués sur les écailles est relativement coûteuse en temps. La mesure de la longueur d'un poisson est donc beaucoup plus rapide et aisée que la détermination de son âge, d'où l'utilisation d'une distribution de fréquences de taille.

Enfin, pour rendre compte de l'ensemble des caractéristiques de la pêcherie, il est possible de construire autant de distribution qu'il y a de métiers (les diagrammes d'exploitation étant propres à chacun d'eux) selon les saisons et/ou les zones de pêche.

II.1.1- La pêche professionnelle française

II.1.1.1- Données de production

De toutes les bases de données de pêche professionnelle française, le RIC est celle qui permet l'extraction de valeurs de production le plus fiable (*annexe D.1*). Les données y sont renseignées, entre autre, en kilogrammes de bars débarqués par [navire] x [catégorie commerciale]. En croisant les informations obtenues avec la table de typologie 2001 et la base « Marées », les niveaux de renseignements [flottille], [métier] et [zone de pêche] peuvent être rajoutés.

La totalité des données de production du bar au cours des années 2000 à 2002 a ainsi été répartie par [année] x [trimestre] x [métier] x [zone géographique] x [catégorie commerciale] (*annexe F.1*). Cinq métiers, deux zones géographiques et quatre catégories

commerciales ont été considérés sur les douze trimestres (du 1^{er} trimestre 2000 au 4^{ème} trimestre 2002) de la période d'étude. Ces trois années ont été choisies pour la relativement bonne qualité des données de production qu'elles assurent, et parce que les échantillonnages de longueurs des captures de bar ne permettent pas d'extrapoler les productions avant 2000.

Les métiers correspondent aux quatre principaux distingués au niveau de la pêche française du bar (*chapitre E*). Un cinquième métier, arbitrairement créé, y est associé, afin de tenir compte des captures liées aux engins non identifiés dans les bases de données. Sont ainsi considérés : le chalutage pélagique en bœuf, le chalutage de fond (auquel tous les types de chaluts autres que pélagiques sont adjoints), le filet, la ligne (qui associe tous les types de lignes et de palangres) et les « divers » (engins inconnus, mais le plus souvent représentés par des filets, lignes ou palangres, voire par des casiers ou des tamis).

Les deux zones géographiques distinguées correspondent au golfe de Gascogne et à la Manche, cette dernière englobant également la Mer Celtique et le sud de la Mer du Nord. La « Manche » regroupe donc toutes les captures localisées géographiquement au nord du 48^{ème} parallèle.

Les catégories commerciales correspondent aux catégories CEE actuelles du bar, à savoir : catégorie 10, bars de plus de 2 kg ; catégorie 20, bars entre 1 et 2 kg ; catégorie 30, bars de moins de 1 kg. Une quatrième catégorie, notée « 00 » a été appliquée aux captures pour lesquelles cette information n'est pas renseignée.

II.1.1.2- Données d'échantillonnage

IFREMER effectue régulièrement des échantillonnages en criées, afin de collecter des données biométriques pour différentes espèces. Ces données permettent notamment la construction des structures démographiques des captures commerciales propres à chaque espèce, et sont donc indispensables aux évaluations de stocks.

La fréquence des échantillonnages de bars varie d'une criée à l'autre. Parfois faible dans certaines criées comme celle de La Cotinière (quelques échantillonnages par an uniquement), elle peut également être mensuelle (cas de la criée d'Audierne), voire plurimensuelle (La Rochelle). Les premiers échantillonnages de cette espèce suffisamment abondant pour être exploitables, remontent au 1^{er} trimestre de l'année 2000.

Au cours d'un échantillonnage, les longueurs totales des bars sont mesurées, puis notées au centimètre inférieur. Les mesures sont regroupées par unité d'échantillonnage, auxquelles sont associés une date, un lieu, un engin et une catégorie commerciale. A chaque unité d'échantillonnage correspond un effectif d'échantillonnage, c'est-à-dire une

série de longueurs réparties par classe de taille d'un centimètre, mais également le poids de cet effectif ou poids d'échantillonnage des bars mesurés, ainsi que le poids total de la catégorie commerciale échantillonnée.

Les unités d'échantillonnage sont saisies dans la base de données « Arpège », gérée par IFREMER. Les données sont de bonne qualité et, moyennant quelques vérifications, peuvent pratiquement être utilisées telles quelles. Les quelques modifications qui y ont été apportées sont explicitées en annexe F.2. « Arpège » répartit les effectifs d'échantillonnage, les poids d'échantillonnage et les poids des catégories commerciales qui leur correspondent par [date] x [criée] x [engin] x [catégorie commerciale]. Le regroupement des criées par zone géographique, et des engins par métier, permet alors de restructurer les données par [année] x [trimestre] x [métier] x [zone géographique] x [catégorie commerciale] (*annexe F.2*).

Quatre métiers, deux zones géographiques et trois catégories ont été considérés pour les douze trimestres (du 1^{er} trimestre 2000 au 4^{ème} trimestre 2002) de la période d'étude. Ces différents niveaux de structuration sont définis à l'identique de ceux utilisés pour les données de production RIC. Les métiers correspondent au chalutage pélagique en bœuf, au chalutage de fond, au filet et à la ligne ; les zones géographiques sont le golfe de Gascogne et la Manche ; les catégories commerciales correspondent aux trois catégories CEE 10, 20 et 30. A noter que le métier « divers » et la catégorie « 00 » n'apparaissent pas ici, car les notions d'engin et de catégorie sont toujours renseignées (sauf exception, *cf. annexe F.2*) lors d'un échantillonnage, ce qui n'est pas le cas au niveau des productions RIC.

II.1.1.3- Cas des données d'échantillonnage manquantes

Les productions RIC et les unités d'échantillonnage étant structurées de manière identique, les premières peuvent servir à élever les effectifs d'échantillonnage issus des secondes. Cependant, pour chaque [année] x [trimestre] x [métier] x [zone géographique] x [catégorie commerciale], des productions RIC ainsi qu'une structure en taille doivent être disponibles. Cette condition *sine qua non* est remplie pour les productions, mais non pas en ce qui concerne les échantillonnages.

Les lacunes des échantillonnages sont mis en évidence dans les tableaux 1 et 2 de l'annexe F.2, qui compilent l'ensemble des données brutes de la base « Arpège » utilisées dans ce travail. Le détail des modifications réalisées afin de rendre les extrapolations possibles, figure en annexe F.3. Ces modifications suivent un certain nombre de règles générales énoncées ci-dessous :

- lorsque les trimestres ne sont pas renseignés, les trimestres équivalents pour des années différentes sont utilisés. En effet, les compositions en taille des débarquements peuvent évoluer selon la période de l'année. Il vaut alors mieux

privilégier l'effet « trimestre », en compilant des trimestres équivalents d'années différentes, que l'effet « année », en compilant des trimestres différents d'une même année.

-lorsque les trimestres ne sont pas renseignés et qu'il n'y a pas d'équivalent trimestriel chez les autres années, tous les autres trimestres disponibles sont utilisés. Compiler un grand nombre d'échantillonnages permet ainsi de créer un trimestre « moyen », en s'affranchissant des caractéristiques spécifiques qui pourraient être présentes chez l'un ou l'autre d'entre eux.

-lorsque les échantillons d'un trimestre sont insuffisants (nombre de mesures inférieur à 100), ceux des trimestres équivalents des autres années y sont ajoutés. Parfois, seul l'échantillonnage d'une catégorie d'un trimestre est incomplet (nombre de mesures inférieur à 20). Les échantillonnages de cette même catégorie pour les trimestres équivalents des autres années y sont alors associés.

Le métier « divers » n'existe qu'au niveau des productions RIC. Les différents engins qu'il regroupe sont inconnus, mais hypothétiquement considérés comme appartenant aux filets et/ou lignes et/ou palangres, voire aux casiers et/ou tamis. Les échantillonnages des métiers du filet et de la ligne ont donc été sommés par [année] x [trimestre] x [zone géographique] x [catégorie commerciale], afin de fournir des structures en taille de captures susceptibles de correspondre au mieux à ce métier composite.

II.1.1.4- Principes des extrapolations

Afin d'élever les effectifs d'échantillonnage des unités d'échantillonnage aux productions trimestrielles du RIC structurées par [zone géographique] x [métier] x [année], plusieurs extrapolations, consistant dans le calcul d'autant de facteurs d'élévation, sont nécessaires.

Premier facteur d'élévation Fe_1 . Au niveau de chaque unité d'échantillonnage, le premier facteur d'élévation permet d'extrapoler les effectifs d'échantillonnage (Eff_{ech}) aux effectifs totaux supposés de la catégorie commerciale échantillonnée. L'élévation est réalisée à l'aide des poids mesurés P_{ech} et débarqués P_{ARP} :

$$Fe_1 = P_{ARP} / P_{ech} \quad (1)$$

Deuxième facteur d'élévation Fe_2 . Structurées par [zone géographique] x [métier] x [année] x [trimestre] x [catégorie commerciale], les sommes des productions RIC (P_{RIC}), et celles des P_{ARP} de chaque unité d'échantillonnage de la base « Arpège », permettent de définir deux variables de poids, notées $P_{RIC, cat}$ et $P_{ARP, cat}$. Un deuxième facteur d'élévation des poids d'Arpège aux poids du RIC peut alors être calculé :

$$P_{RIC, cat} = \Sigma_{zone} \Sigma_{m\acute{e}tier} \Sigma_{ann\acute{e}e} \Sigma_{trimestre} \Sigma_{cat\acute{e}gorie} (P_{RIC}) \quad (2)$$

$$P_{ARP, cat} = \Sigma_{zone} \Sigma_{m\acute{e}tier} \Sigma_{ann\acute{e}e} \Sigma_{trimestre} \Sigma_{cat\acute{e}gorie} (P_{ARP}) \quad (3)$$

$$Fe_2 = P_{RIC, cat} / P_{ARP, cat} \quad (4)$$

Troisième facteur d'élévation Fe_3 . Quatre catégories commerciales sont définies pour les productions RIC (catégories 00, 10, 20 et 30), mais seulement trois dans les échantillonnages (catégories 10, 20 et 30). Par [zone géographique] x [métier] x [année] x [trimestre], il y a donc quatre $P_{RIC, cat}$ ($P_{RIC, cat 00}$, $P_{RIC, cat 10}$, $P_{RIC, cat 20}$ et $P_{RIC, cat 30}$), mais seulement trois $P_{ARP, cat}$ ($P_{ARP, cat 10}$, $P_{ARP, cat 20}$ et $P_{ARP, cat 30}$). Par conséquent, $P_{RIC, cat 00}$ n'intervient pas dans le calcul de Fe_2 , et ne contribue pas à l'élévation des données d'échantillonnage. Un troisième facteur d'élévation Fe_3 est alors utilisé. Il met en jeu la somme des $P_{RIC, cat}$ utilisé pour élever les $P_{ARP, cat}$, ainsi que la somme des productions RIC (P_{RIC}) par [zone géographique] x [métier] x [année] x [trimestre]. Ceci permet de répartir les productions des $P_{RIC, cat 00}$ au prorata de l'ensemble des données d'échantillonnage.

$$P_{RIC, trim} = \Sigma_{zone} \Sigma_{m\acute{e}tier} \Sigma_{ann\acute{e}e} \Sigma_{trimestre} (P_{RIC}) \quad (5)$$

$$Fe_3 = P_{RIC, trim} / (P_{RIC, cat 10} + P_{RIC, cat 20} + P_{RIC, cat 30})$$

$$\Leftrightarrow Fe_3 = P_{RIC, trim} / (P_{RIC, trim} - P_{RIC, cat 00}) \quad (6)$$

Extrapolation des effectifs d'échantillonnage au trimestre. Les trois facteurs d'élévation permettent successivement d'élever les poids échantillonnés (P_{ech}) aux poids totaux des catégories échantillonnées (P_{ARP}), puis aux poids RIC structurés par [zone géographique] x [métier] x [année] x [trimestre] x [catégorie commerciale] ($P_{RIC, cat}$), puis aux poids RIC structurés par [zone géographique] x [métier] x [année] x [trimestre] ($P_{RIC, trim}$). Les structures en taille des captures des unités d'échantillonnage (Eff_{ech}) peuvent donc être extrapolées pour estimer les structures en taille des captures trimestrielles par [zone géographique] x [métier] x [année] :

$$Eff_{trim} = Eff_{ech} \times Fe_1 \times Fe_2 \times Fe_3 \quad (7)$$

II.1.1.5- Passage des structures en taille aux structures en âge

Parallèlement aux mesures de longueurs, des écailles sont prélevées trimestriellement sur cinq poissons par classe de taille de 1 cm en criée d'Audierne. Ces écailles servent à estimer l'âge des individus, ce qui, couplé à l'information taille, permet d'établir une clé taille-âge trimestrielle. Onze clés, du 2^{ème} trimestre 2000 au 4^{ème} trimestre 2002 ont ainsi été élaborées (annexe A). Le nombre de poissons les constituant diffère d'un trimestre à l'autre, et varie de 55 (4^{ème} trimestre 2001) à 238 (3^{ème} trimestre 2002). Cette grande variation s'explique par le fait qu'il n'est pas toujours possible de disposer de cinq

individus par classe de taille, surtout quand les longueurs sont supérieures à 70 cm ou inférieures à 38 cm. Des modifications visant à compléter les clés d'origine et à les rendre utilisables ont donc été pratiquées :

- les âges supérieurs ou égal à 15 ans ont été rassemblés pour former un groupe terminal « 15+ ». Ceci permet de diminuer les erreurs d'estimation de l'âge, liées à une difficulté accrue de lecture des écailles des plus vieux individus.
- toutes les classes de taille non renseignées supérieures ou égales à 80 cm ont été attribuées à ce groupe d'âge terminal « 15+ ».
- de 20 à 33 cm (classes de taille non renseignées dans les clés, mais présentes au niveau des captures), des effectifs fictifs par classes d'âge ont été générés à partir de la relation de Von Bertalanffy établie par Bertignac en 1987 ($L_{\infty} = 80,36$ cm ; $k = 0,13$; $t_0 = -0,073$).
- entre 34 et 79 cm, les classes de tailles manquantes ont été complétées en utilisant les effectifs des trimestres équivalents des autres années pour ces mêmes classes de taille.
- le 1^{er} trimestre 2000, manquant, a été remplacé par la somme des clés des premiers trimestre 2001 et 2002.

Après modification, chacune des douze clés trimestrielles a été appliquée aux effectifs par classe de taille des captures renseignées par [zone géographique] x [métier] x [année] x [trimestre], c'est-à-dire aux Eff_{trim} (§ ci-dessus). Ce procédé a ainsi permis de disposer des structures en âge des captures pour :

2 zones géographiques :	5 métiers :	3 années divisées
- golfe de Gascogne	- chalutage pélagique	par trimestres :
- Manche	- chalutage de fond	- 2000
	- filet	- 2001
	- ligne	- 2002
	- « divers »	

La somme des structures en âge de tous les trimestres d'une année, pour chaque zone et chaque métier, permet d'obtenir les effectifs annuels des captures aux âges par [zone géographique] x [métier], puis d'établir ces effectifs pour une année moyenne.

II.1.2- La pêche récréative française

II.1.2.1- Données de production

La production de la pêche récréative au bar française demeure pour l'instant de l'ordre de l'hypothèse. Cependant, les enquêtes téléphoniques menées sur ce sujet (*chapitre D*) ont permis de montrer qu'elle était loin d'être anecdotique : la pêche récréative doit être considérée comme un métier à part entière pour l'évaluation des stocks halieutiques de cette espèce. Plusieurs hypothèses de travail tenant compte des ordres de grandeur révélés par les enquêtes ont ainsi été examinées. Dans les différentes simulations, la production de la pêche récréative a donc varié entre 0 et 2000 tonnes par bassin (golfe de Gascogne ou Manche), c'est-à-dire entre 0 et 4000 tonnes pour l'ensemble de la zone étudiée.

II.1.2.2- Structures de taille

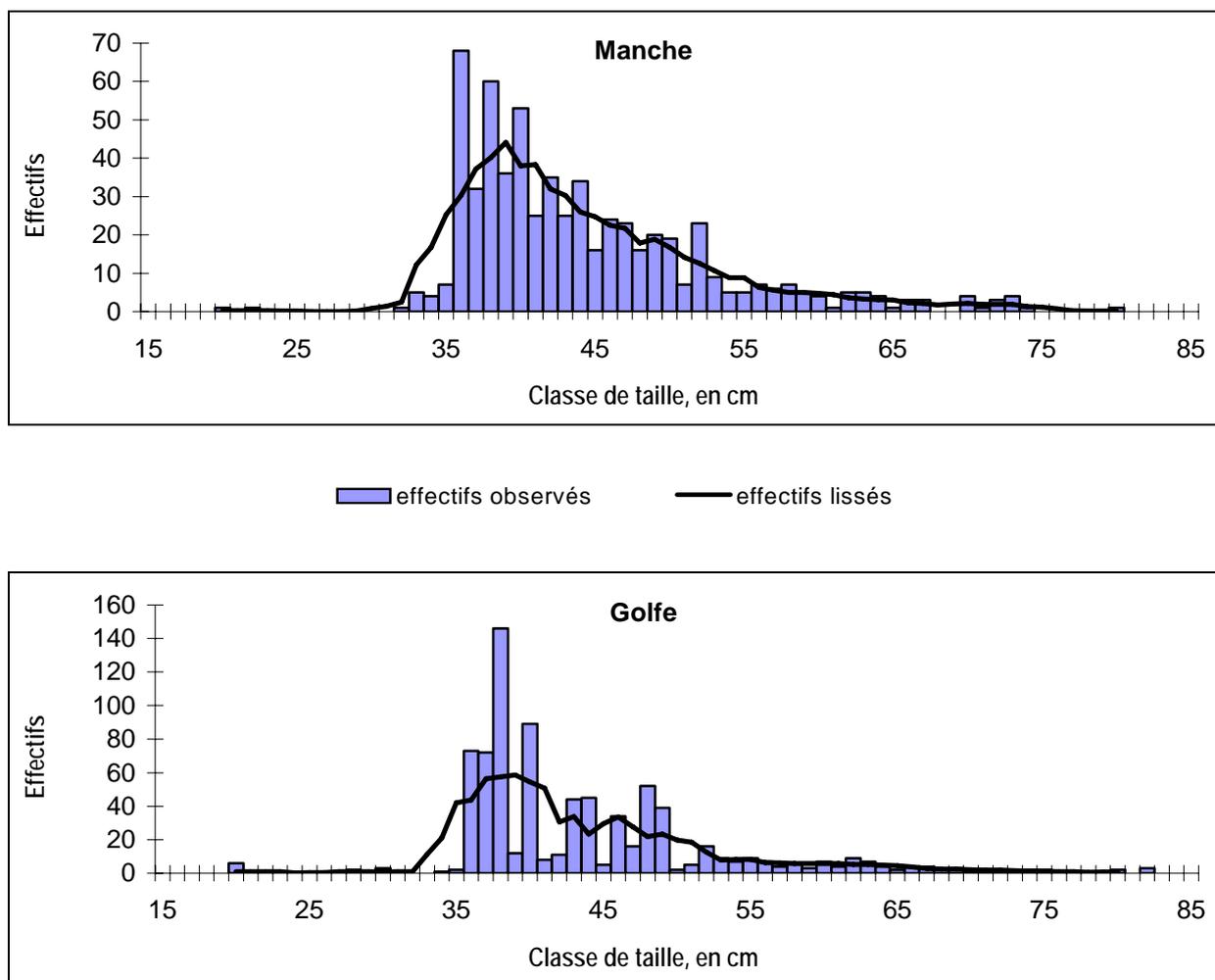


Figure F.1 : Fréquences de taille des captures de bar par la pêche récréative, d'après les fiches déclaratives FFPM et FNPPSF, en Manche et dans le golfe de Gascogne.

Aucune question portant sur les structures en taille de leur captures n'a été posée aux pêcheurs interviewés lors des enquêtes téléphoniques. Cependant, une analyse qualitative (Morizur *et al.*, 2002) a permis de dresser deux histogrammes de fréquences de taille des bars pêchés, l'un pour la Manche et l'autre pour le golfe de Gascogne. Cette analyse a été réalisée à partir des fiches déclaratives des captures récréatives de cette espèce, recensement instauré courant 2000 par la FFPM (Fédération Française des Pêcheurs en Mer) et la FNPPSF (Fédération Nationale des Pêcheurs Plaisanciers et Sportifs de France) avec l'appui d'IFREMER.

Les histogrammes de fréquences de taille portent sur les bars déclarés « prélevés » (c'est-à-dire non remis à l'eau) par les pêcheurs récréatifs. Les effectifs des captures pour la Manche et pour le golfe de Gascogne ont été lissés une fois en appliquant un pas de 7 cm, et ce afin de limiter leurs variations brutales entre classes de taille voisines (*fig. F. 1*).

II.1.2.3- Passage des structures en taille aux structures en âge

La longueur des individus (L , en cm) et leur poids (P , en g) sont liés par la formule de Dorel (1986) : $P = aL^b$ ($a = 0,01244$; $b = 2,95$). Le poids total des effectifs calculés par classe de taille s'en déduit donc aisément, ce qui permet de les élever à la production totale de la pêche récréative (plusieurs valeurs choisies s'échelonnant de 0 à 2000 tonnes par bassin, § *ci-dessus*).

Les effectifs élevés par classe de taille sont ensuite transformés en effectifs par classe d'âge, à l'aide de la relation de Von Bertalanffy établie par Bertignac en 1987 ($L_{\infty} = 80,36$ cm ; $k = 0,13$; $t_0 = -0,073$). Cette relation a été choisie en raison de la zone géographique à laquelle elle s'applique (le Morbras, c'est-à-dire grossièrement la partie nord du golfe de Gascogne), et également parce qu'elle a été obtenue avec une gamme de taille débutant à 20 cm, c'est-à-dire bien en dessous de la taille minimale légale de capture de 36 cm.

II.1.3- La pêche anglaise en Manche

Modéliser les stocks halieutiques d'une espèce dans une zone de pêche donnée, nécessite de prendre en compte l'intégralité des métiers qui l'exploitent. En Manche, le bar est ciblé par des pêcheries françaises, mais également par des métiers anglais. Les données anglaises utilisées pour le groupe de travail ICES (2004) sur le bar ont ainsi été récupérées, afin d'obtenir les effectifs des captures aux âges du chalut, du filet et de la ligne, pour les divisions CIEM VIIId et VIIe, en 2000 et 2001.

La pêche récréative étant intégrée à la pêche professionnelle au niveau du métier « lines », l'intégralité des captures anglaises en Manche a donc été prise en compte. En sommant ces données par métier et zone de capture, puis en les moyennant par année, une structure en âge annuelle des captures anglaises de bar a pu être établie.

Cette structure s'étend de 2 à 12 ans, l'âge terminal constituant un « groupe + ». Or, les structures en âge des métiers français vont de 2 à 15 ans, « 15 ans » représentant également un « groupe + ». Pour que l'ensemble des données soient cohérentes, le groupe + anglais a été remanié, afin d'obtenir des effectifs pour les classes d'âge 12 à 15 ans.

II.2- PARAMÈTRES DÉMOGRAPHIQUES

Les données utilisées permettent d'établir les structures en âge des captures de bar :

- des métiers professionnels français en Manche et dans le golfe de Gascogne, de 2000 à 2002,
- des pêches récréatives françaises pour une année moyenne, sous l'hypothèse du poids total des captures,
- des métiers anglais en Manche en 2000 et 2001.

Ces données ne suffisent pas pour mettre en œuvre des méthodes de modélisation classiques telles qu'analyses de cohortes. Cependant, il est possible de calculer des structures en âge annuelles moyennes (moyenne sur 3 ans pour les métiers français, et sur 2 ans pour les métiers anglais), et ainsi de travailler en pseudo-cohorte.

Dans la suite, les différentes variables seront désignées par :

- $C_{(t)}$, somme des captures de tous les métiers pour le groupe d'âge t
- $N_{(t)}$, nombre de survivants pour le groupe d'âge t
- M , mortalité naturelle
- $F_{(t)}$, mortalité par pêche du groupe d'âge t
- $Z_{(t)}$, mortalité totale du groupe d'âge t : $Z_{(t)} = M + F_{(t)}$
- $E_{(t)}$, taux d'exploitation du groupe d'âge t : $E_{(t)} = F_{(t)} / Z_{(t)}$
- $s_{(t)}$, survie du groupe d'âge t : $s_{(t)} = e^{-Z_{(t)}}$
- $f_{(t)}$, fécondité du groupe d'âge t

II.2.1- Matrice de transition

Les matrices de transition constituent des modèles dits « discrets ». Elles décrivent des variations pendant des intervalles de temps non infiniment petits, qui sont généralement constants et considérés comme unité de temps. Les matrices de transition permettent ainsi de prédire la structure démographique d'une population au temps $(\theta + 1)$ en fonction de sa structure au temps θ , selon l'équation $\mathbf{X}_{(\theta+1)} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{X}_{(\theta)}$ (avec \mathbf{A} la matrice de transition ; $\mathbf{X}_{(\theta)}$ et $\mathbf{X}_{(\theta+1)}$ les vecteurs décrivant la population aux temps θ et $(\theta + 1)$).

Les matrices de Leslie sont des matrices de transition qui intègrent deux types de paramètres :

- une expression de la fécondité par groupe d'âge notée $f_{(t)}$,
- une probabilité $s_{(t)}$ de survie au cours de l'intervalle de temps.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} f_{(1)} & f_{(2)} & \dots & f_{(n-1)} & f_n \\ s_{(1)} & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & s_{(2)} & \dots & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \dots & s_{(n-1)} & s_n \end{bmatrix}$$

Dans le cas du bar, les fécondités par groupe d'âge $f_{(t)}$ peuvent se déduire de la régression linéaire établie par Mayer *et al.* (1990), et les taux de survie $s_{(t)}$ découlent directement de la mortalité naturelle M et des mortalités par pêche aux âges $F_{(t)}$ (*§ ci-dessous*). Il est donc possible d'établir une matrice de Leslie \mathbf{A} , en prenant 1 an comme pas de temps θ , et en considérant 14 groupes d'âge (2 à 15+).

L'intérêt d'une telle matrice réside, entre autre, dans le calcul de sa première valeur propre λ , qui permet de prédire l'évolution à long-terme d'une population :

- si λ est positive, la population évolue de manière exponentielle
- si λ est négative, la population est sujette à des fluctuations
- si $\lambda > 1$, la population augmente
- si $0 < \lambda < 1$, la population diminue et tend vers 0.

II.2.2- Mortalité naturelle M

La mortalité naturelle M d'un stock exploité est une variable difficile à estimer. Pour le bar, différentes valeurs sont trouvées dans la littérature. Par exemple : 0,09 à 0,22 selon le type de zone (estuaire ou mer) et la région (Angleterre ou Irlande) pour Holden & Williams (1974) ; 0,30 dans les réservoirs à poisson de la région d'Arcachon pour Lassere *et al.* (1976).

Dernièrement, pour modéliser les captures anglaises de bar en Manche, le groupe de travail CIEM a estimé la mortalité naturelle de cette espèce à 0,1 (Ices, 2004). En l'absence de mortalité par pêche $F_{(t)}$, cette valeur signifie que la survie au bout de 20 ans est de : $s_{(20, M=0,1)} = (e^{-0,1})^{20} = e^{-2} = 13,5 \%$. Bien que le bar appartienne aux espèces longévives, 13,5 % de survie au bout de 20 ans semble un pourcentage particulièrement fort. La valeur de la mortalité naturelle M est donc sans doute supérieure à 0,1.

Résoudre la matrice de Leslie \mathbf{A} présentée ci-dessus de manière à ce que sa première valeur propre λ soit égale à 1, impose une mortalité totale par groupe d'âge $Z_{(t)}$ de 0,228. En l'absence de mortalité par pêche $F_{(t)}$, la population de bar serait donc parfaitement à l'équilibre avec une mortalité naturelle de $M = Z_{(t)} = 0,228$.

Ces différents points ont conduit à fixer M égal à 0,2 dans la majorité des scénarios testés au cours de ce travail. Avec cette valeur, et en l'absence de mortalité par pêche, le

taux de survie au bout de 20 ans est de $s_{(20, M=0,2)} = (e^{-0,2})^{20} = e^{-4} = 1,8\%$, et la première valeur propre de la matrice de Leslie A est de $\lambda = 1,03$, résultats qui paraissent plausibles.

Toutefois, afin d'évaluer l'impact du choix de la mortalité naturelle au niveau des résultats, les différents scénarios ont également été testés en prenant $M = 0,1$.

II.2.3- Fécondité relative par groupe d'âge

Chez le bar, Mayer *et al.* (1990) ont montré que la fécondité absolue peut être reliée au poids des femelles à l'aide d'une régression linéaire (coefficient de détermination $r^2 = 0,962$) : $y = 557,12 x - 226020$; avec y la fécondité absolue et x le poids (en g).

En transformant le poids en taille ($P = aL^b$; P en g, L en cm, $a = 0,01244$, $b = 2,95$; Dorel, 1986), puis la taille en âge (équation de Von Bertalanffy avec les paramètres de Bertignac (1987) : $L_\infty = 80,36$ cm, $k = 0,13$, et $t_0 = -0,073$), la fécondité absolue peut être obtenue en fonction de l'âge.

Dans la matrice de Leslie les $f_{(t)}$ ont été exprimés en valeur relative, la valeur de référence étant choisie égale à la fécondité absolue à l'âge 15 ans attribuée au groupe 15+ (fig. F.2). A noter que les femelles ne sont pas matures avant 5 ans : $f_{(2)} = f_{(3)} = f_{(4)} = 0$

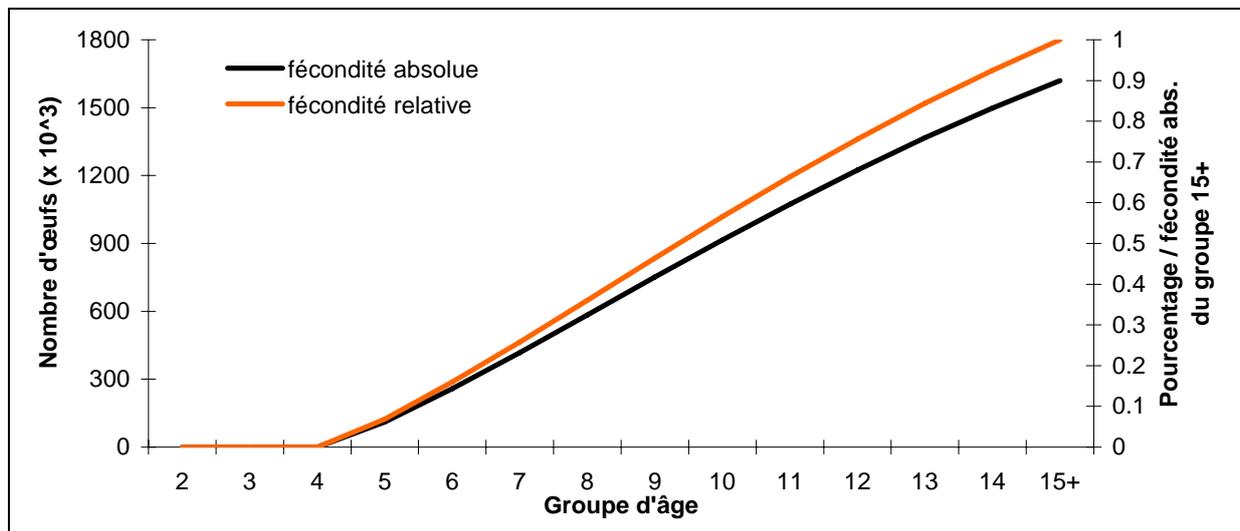


Figure F.2 : Fécondité absolue et fécondité relative par groupe d'âge. Les fécondités relatives correspondent au rapport entre chaque fécondité absolue et celle du groupe d'âge 15+.

II.2.4- Choix du taux d'exploitation terminal $E_{(15+)}$ et estimation du nombre de survivants du groupe d'âge 2 ans correspondant

A partir des captures aux âges $C_{(t)}$ et du taux d'exploitation $E_{(15+)}$ du groupe d'âge terminal 15+, les effectifs des survivants par groupe d'âge dans la population $N_{(t)}$ peuvent être calculés :

$$N_{(15+)} \text{ se déduit de l'équation } N_{(t)} = C_{(t)} / E_{(t)} \Leftrightarrow N_{(15+)} = C_{(15+)} / E_{(15+)} \quad (8)$$

puis $N_{(14)}$, $N_{(13)}$... $N_{(2)}$ se calculent pas à pas en utilisant l'équation d'approximation de Pope (1972) :

$$\begin{aligned} N_{(t+1)} &= [N_{(t)} \cdot e^{-M/2} - C_{(t)}] \times e^{-M/2} \Leftrightarrow N_{(t+1)} = N_{(t)} \times e^{-M} - C_{(t)} \times e^{-M/2} \\ &\Leftrightarrow N_{(t)} = [N_{(t+1)} + C_{(t)} \times e^{-M/2}] \times e^M \\ &\Leftrightarrow N_{(t)} = N_{(t+1)} \times e^M + C_{(t)} \times e^{M/2} \end{aligned} \quad (9)$$

En parallèle, les mortalités par pêche aux âges $F_{(t)}$ ($t = 2$ à 14) se déduisent des effectifs $N_{(t)}$ par l'équation :

$$\begin{aligned} N_{(t+1)} &= N_{(t)} \cdot e^{-Z_{(t)}} \Leftrightarrow \ln [N_{(t+1)} / N_{(t)}] = -Z_{(t)} = -(M + F_{(t)}) \\ &\Leftrightarrow F_{(t)} = \ln [N_{(t)} / N_{(t+1)}] - M \end{aligned} \quad (10)$$

Pour le groupe d'âge 15+, le $F_{(15+)}$ se calcule d'après l'équation :

$$\begin{aligned} E_{(15+)} &= F_{(15+)} / Z_{(15+)} \Leftrightarrow E_{(15+)} = F_{(15+)} / [F_{(15+)} + M] \\ &\Leftrightarrow E_{(15+)} \times [F_{(15+)} + M] = F_{(15+)} \\ &\Leftrightarrow E_{(15+)} \times F_{(15+)} + E_{(15+)} \times M - F_{(15+)} = 0 \\ &\Leftrightarrow F_{(15+)} \times [E_{(15+)} - 1] + E_{(15+)} \times M = 0 \\ &\Leftrightarrow F_{(15+)} = E_{(15+)} \times M / [1 - E_{(15+)}] \end{aligned} \quad (11)$$

A chaque valeur du taux d'exploitation terminal $E_{(15+)}$ (huit taux choisis, compris entre 0,1 et 0,8) correspond donc une série de valeurs de mortalité par pêche $F_{(t)}$ ($t = 2$ à $15+$). La comparaison de ces différentes séries entre elles permet de déterminer la valeur du $E_{(15+)}$ la plus plausible : parmi les séries convergentes, celle pour laquelle le $F_{(15+)}$ est légèrement supérieur ou quasiment égal au $F_{(14)}$ est sélectionnée.

Cette étape a pour but de fixer le taux d'exploitation terminal $E_{(15+)}$ s'appliquant le mieux aux captures de bar actuellement observées en Manche et dans le golfe de Gascogne. Ce taux est associé au nombre de survivants du groupe d'âge 2 ans $N_{(2)}$ (équations 8 et 9), c'est-à-dire au nombre de recrues entrant dans la population exploitée chaque année. $E_{(15+)}$ et $N_{(2)}$ servent d'hypothèses de départ dans la suite des calculs.

II.2.5- Mortalités par pêche aux âges selon différents scénarios de captures

$E_{(15+)}$ et $N_{(2)}$ étant fixés, on peut faire varier les captures aux âges $C_{(t)}$ selon différents scénarios traduisant l'augmentation ou la diminution des captures de bars d'un ou de plusieurs métiers. A chaque scénario correspond une série de valeurs de captures aux âges, à partir de laquelle les survivants $N_{(t)}$ et les mortalités par pêche $F_{(t)}$ sont calculés par itérations successives. Les équations utilisées, déjà mises en œuvre ci-dessus dans un contexte différent, sont les suivantes :

$$N_{(t+1)} = [N_{(t)} \times e^{-M/2} - C_{(t)}] \times e^{-M/2} \quad (9)$$

$$F_{(t)} = \ln [N_{(t)} / N_{(t+1)}] - M \quad (t = 2 \text{ à } 14) \quad (10)$$

$$F_{(15+)} = E_{(15+)} \times M / [1 - E_{(15+)}] \quad (11)$$

Ainsi, à chaque scénario portant sur les captures des différents métiers, une série de valeurs de mortalité par pêche $F_{(t)}$ est enregistrée.

II.2.6- Survie par groupe d'âge

La survie a été calculée en utilisant l'équation :

$$s_{(t)} = e^{-Z_{(t)}} \quad \Leftrightarrow \quad s_{(t)} = e^{-[M + F_{(t)}]} \quad (12)$$

A chaque scénario de captures correspond une série de mortalité par pêche aux âges $F_{(t)}$, et donc également une série de survie aux âges $s_{(t)}$ qui, intégrée à la matrice de Leslie, permet de déterminer la tendance évolutive à long-terme de la population. En modifiant le scénario de captures, on modifie également la série de survie aux âges, donc la valeur de la première valeur propre λ de la matrice. Il est alors possible d'étudier l'impact sur la population de bar de chacun de ces scénarios.

III- RÉSULTATS

III.1- STRUCTURES DÉMOGRAPHIQUES

III.1.1- La pêche professionnelle française

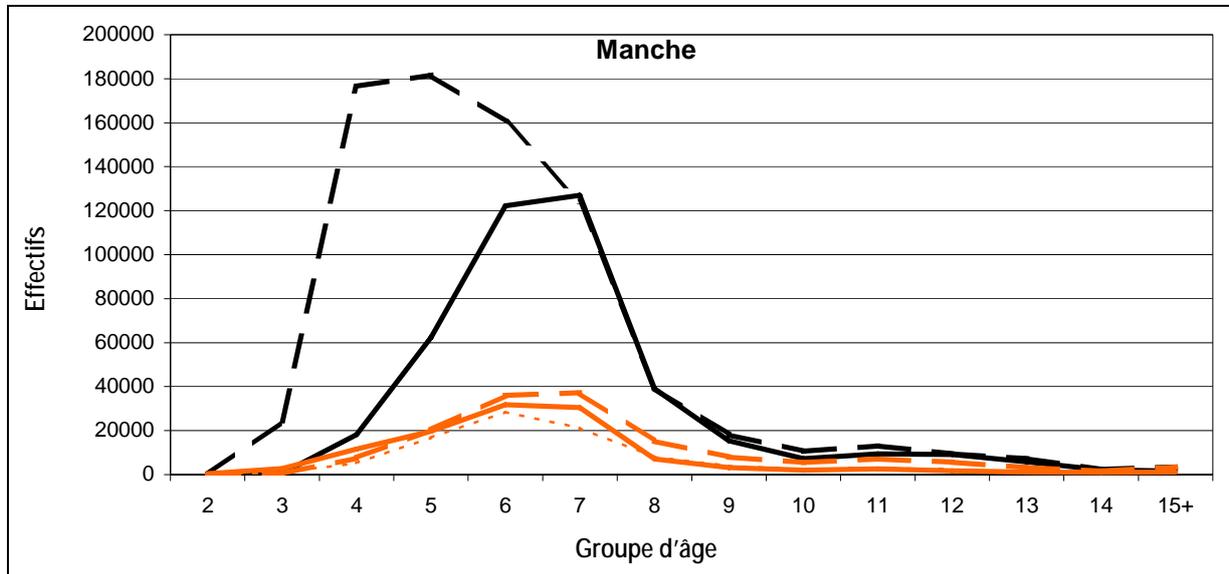
Les structures en âge des captures annuelles de bar des métiers français en Manche diffèrent fortement de celles observées dans le golfe de Gascogne, sauf en ce qui concerne le chalutage pélagique en bœuf.

Globalement, l'exploitation est la plus forte pour les classes d'âge 5 à 8 ans (*fig. F.3*). En effet, quels que soient le métier et la zone géographique, mais exception faite des captures du chalutage de fond pour la classe d'âge 4 ans, les effectifs des captures des bars plus jeunes ou plus âgés sont toujours faibles (moins de 20 000 individus par classe d'âge).

III.1.1.1- Chalutiers pélagiques en bœuf

Pour ce métier, en raison d'un échantillonnage insuffisant des captures, les mêmes compositions en taille trimestrielles ont été appliquées aux débarquements issus de la Manche et du golfe de Gascogne (*annexe F.2*). De plus, étant donné que ces débarquements sont du même ordre de grandeur, les structures en âges extrapolées des captures des deux bassins se ressemblent donc logiquement (*fig. F.3*).

Les captures concernent principalement les classes d'âge 6 et 7 ans (plus de 120 000 individus pêchés par bassin). Les classes d'âge 5 et 8 ans sont également fortement représentées (entre 40 000 et 60 000 individus pêchés par bassin), contrairement à toutes les autres, dont les captures n'excèdent pas 20 000 individus par bassins. Ces résultats sont globalement en accord avec ceux de Masski (1998) : cet auteur a en effet estimé que les captures des chalutiers pélagiques en Manche se composent principalement d'individus de 6 à 9 ans. Ce métier apparaît donc relativement sélectif pour le bar, puisque seules quatre classes d'âge sont essentiellement ciblées, dont deux très majoritairement.



— ChPB - - ChFd — Filets - - Lignes ····· "Divers"

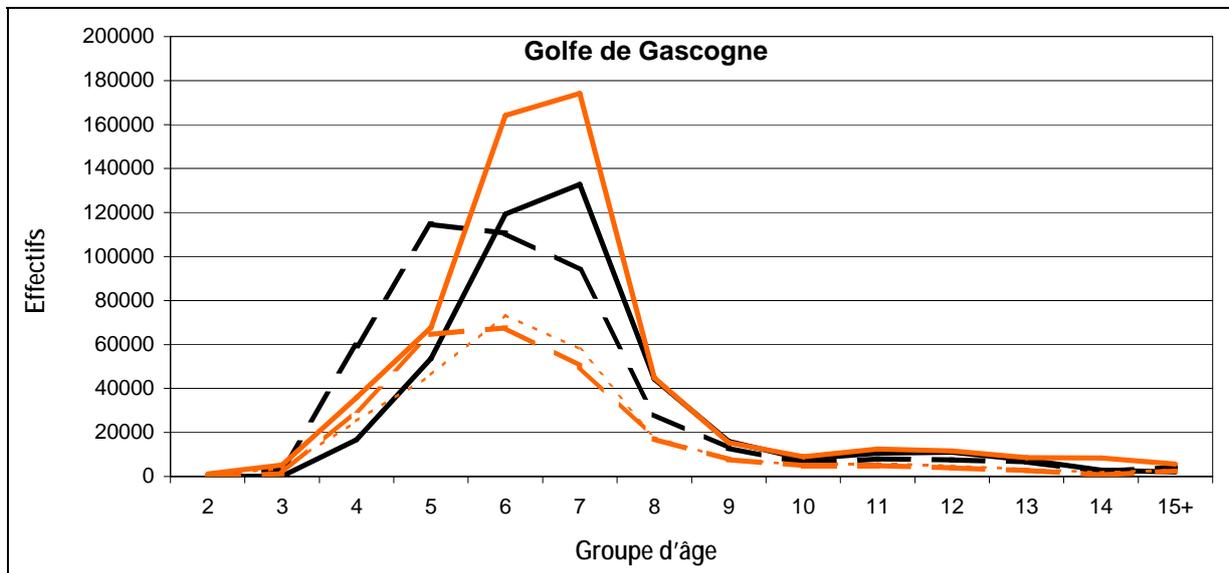


Figure F.3 : Structure démographique des captures de bar des métiers professionnels français en Manche et dans le golfe de Gascogne. Les effectifs par groupe d'âge correspondent à des valeurs moyennées sur trois ans (2000 à 2002).

III.1.1.2- Chalutiers de fond

L'ogive d'exploitation des chalutiers de fond apparaît plus étalée que celle des chalutiers pélagiques, ce qui pourrait être lié à l'utilisation d'une plus grande diversité de maillages, ainsi qu'à l'existence de pêche non ciblées. Elle concerne essentiellement les classes d'âge 4 à 8 ans, avec de forts effectifs de captures (plus de 60 000 individus par bassin) de 4 à 7 ans (*fig. F.3*).

Globalement, la pression par pêche des chalutiers de fond est plus forte en Manche (770 000 bars capturés annuellement au total, dont 180 000 âgés de 5 ans) que dans le golfe de Gascogne (460 000 bars au total, dont près de 120 000 de 5 ans). Mais c'est surtout au niveau des individus de 4 ans qu'une différence très nette d'exploitation est visible (*fig. F.3*) : les captures de cette classe d'âge sont en effet trois fois plus abondantes en Manche (180 000 bars) que dans le golfe de Gascogne (60 000 bars). Cette différence est sans doute essentiellement liée aux captures des chalutiers de fond qui débarquent en criées de Dieppe et de Boulogne-sur-mer. En effet, les caisses de poissons arrivent pré-emballées dans ces criées, et les structures en taille (et donc en âge) des captures y sont classiquement plus petites que celles observées dans d'autres criées.

Par rapport au chalutage pélagique, le chalutage de fond est donc susceptible d'agir plus fortement sur les plus jeunes individus (4 et 5 ans). De plus, en Manche, il est le métier qui exerce la pression de pêche la plus forte, et ce de manière très marquée.

III.1.1.3- Fileyeurs

Comme dans le cas des chalutiers pélagiques en bœuf, le faible échantillonnage des captures n'a pas permis d'élaborer des compositions en taille renseignées par zone géographique. Ce sont donc des compositions en taille trimestrielles identiques qui ont été appliquées aux débarquements de la Manche et du golfe de Gascogne (*annexe F.2*).

Cependant, les débarquements des fileyeurs en Manche sont très inférieurs à ceux du golfe de Gascogne. Les structures en âge des captures de ces deux bassins ne se ressemblent donc pas (*fig. F.3*). En effet, alors que le filet est le métier le moins productif de Manche (les plus gros effectifs pour les individus de 6 et 7 ans sont inférieurs à 40 000), il est à l'origine de la plus grande quantité de bars capturés dans le golfe de Gascogne (plus de 560 000 prises annuelles, les effectifs des classes d'âge 6 et 7 ans dépassant 160 000 individus).

Dans le golfe de Gascogne, le filet et le chalutage pélagique possède ainsi des ogives d'exploitation comparables, c'est-à-dire relativement sélectives, avec une forte exploitation des classes d'âge 5 à 8 ans (40 000 individus capturés au minimum), et la majorité des captures composées d'individus de 6 et 7 ans. Cependant, et contrairement

aux idées reçues, c'est le filet et non le chalutage pélagique qui capture le plus grand nombre d'individus dans ce bassin.

III.1.1.4- Ligneurs

La ligne (qui associe tous les types de lignes et de palangres) est globalement le métier le moins productif. Par classe d'âge, les effectifs des captures ne dépassent pas 36 000 individus en Manche et 70 000 individus dans le golfe de Gascogne (*fig. F.3*).

Les ogives d'exploitation des deux bassins sont différentes. Les captures totales du golfe de Gascogne sont en effet supérieures d'environ 100 000 bars à celles de la Manche, ce qui pourrait être lié au nombre plus important de navires travaillant dans le Golfe (*chapitre D*). En outre, les effectifs de captures sont maximaux pour les groupes d'âge 6 et 7 ans en Manche, alors qu'ils sont plutôt centrés sur les individus de 5 et 6 ans dans le golfe de Gascogne. L'influence des palangriers, proportionnellement plus nombreux dans le Golfe qu'en Manche, et dont les structures en taille (donc en âge) des captures sont globalement inférieures à celles des ligneurs (*chapitre E, § III.2.3*), se fait sans doute sentir à ce niveau.

III.1.1.5- « Divers »

Le métier composite « Divers » regroupe tous les engins non identifiés, représentés aussi bien par des filets, que des lignes, palangres, casiers ou encore tamis. Il n'existe donc pas en temps que métier au sens propre. Cependant, les captures qui lui sont attribuées, c'est-à-dire les captures qui ne pouvaient être attribuées à un autre métier, sont loin d'être négligeables. Elles sont en effet du même ordre de grandeur, et présentent une ogive d'exploitation globalement similaire, à celles de la ligne. L'élévation des captures de ce « métier » était donc nécessaire dans le cadre d'une évaluation des stocks halieutiques exploités de bar.

III.1.2- La pêche récréative française

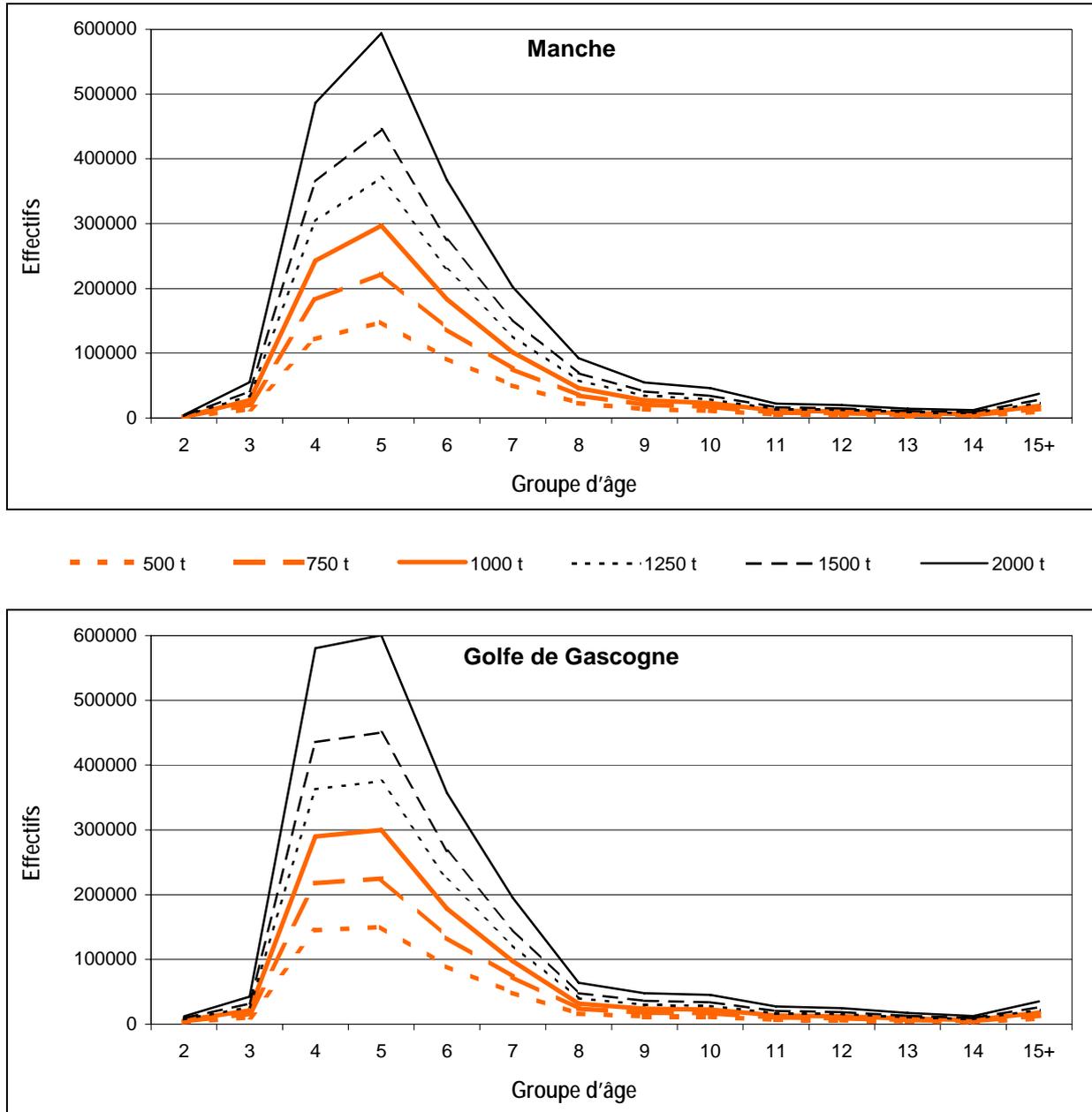


Figure F.4 : Structure démographique des captures de bar des pêcheurs récréatifs français en Manche et dans le golfe de Gascogne. Les différentes courbes correspondent à plusieurs hypothèses portant sur le tonnage annuel total des captures.

Les ogives d'exploitation de la pêche récréative française au bar ne diffère que très légèrement entre la Manche et le golfe de Gascogne. La majorité des captures concerne les individus de 4 à 6 ans, avec une prédominance à 5 ans en Manche, mais une quasi égalité entre 4 et 5 ans dans le Golfe (*fig. F.4*).

En prenant comme base les résultats de l'enquête téléphonique BVA (*chapitre D, § IV*), le montant annuel total des captures de la pêche récréative française au bar peut être estimé entre 1000 et 2000 tonnes par bassin. Pour ces tonnages (et même pour des

niveaux de captures moins élevés ; *fig. F.4*), la pêche récréative apparaît comme le métier prédominant. Mais alors que les professionnels exploitent essentiellement les classes d'âge 5 à 8 ans, les récréatifs capturent également des individus plus jeunes. La pression par pêche exercée sur les bars de 4 ans est très forte (elle est quasiment égale à la pression maximale de ce métier subie par les bars de 5 ans), et celle exercée sur les bars de 3 ans n'est pas anodine. Ainsi, pour les classes d'âge inférieures à 5 ans, 243 000 à 486 000 individus en Manche et 363 000 à 635 000 individus dans le golfe de Gascogne sont capturés annuellement par la pêche récréative (tonnages totaux compris entre 1000 et 2000 tonnes par bassin), alors que la pêche professionnelle prélèverait 249 000 individus en Manche (majoritairement par chalutage de fond) et 183 000 individus dans le Golfe. En ramenant ces valeurs au nombre total de prises annuelles, ces classes d'âge comptent pour 27,2 % (Manche) et 30,8 % (Golfe) des captures de la pêche récréative, contre 16,0 % (Manche) et 9,3 % (Golfe) des captures de la pêche professionnelle.

Cependant, la pêche récréative ne cible pas que de jeunes individus. Ainsi, les classes d'âge de 9 ans et plus comptent pour 10,3 % (Manche) ou 10,2 % (Golfe) des captures totales, ce qui est comparable au pourcentage des professionnels (11,75 %).

Ces tendances divergentes (beaucoup plus de petits mais autant de gros individus que les professionnels) pourraient traduire l'existence des différentes pratiques en vigueur chez les pêcheurs récréatifs. Ainsi, certains ne conservent que leurs plus grosses prises et se fixent une taille minimale de capture bien supérieure à la taille légale de 36 cm, tandis que d'autres prélèvent l'intégralité de leurs captures.

III.1.3- La pêche anglaise en Manche

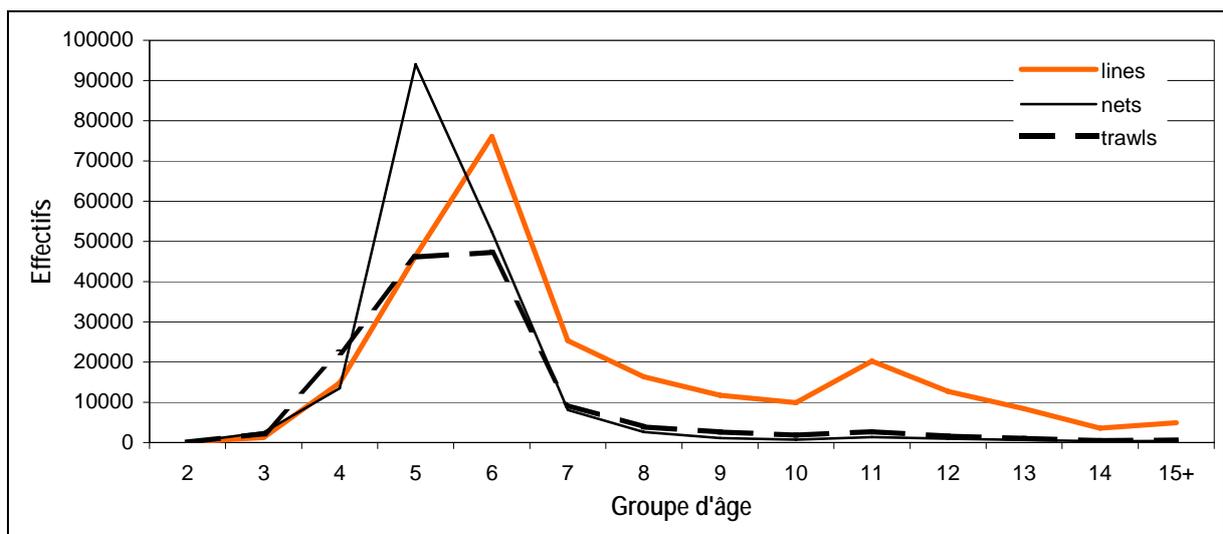


Figure F.5 : Structure démographique des captures de bar des métiers anglais en Manche, d'après les données du rapport ICES (2004). Les effectifs par groupe d'âge correspondent à des valeurs moyennées sur deux ans (2000 et 2001).

Les ogives d'exploitation des métiers anglais en Manche diffèrent fortement de celles des métiers professionnels français dans ce même bassin. En règle générale, les captures sont surtout centrées sur les individus de 5 et 6 ans (*fig. F.5*), ce qui correspond à une tranche d'âge un peu plus jeune que celle des captures professionnelles françaises (*fig. F.3*). De plus, les niveaux d'exploitation anglais sont nettement inférieurs aux niveaux français : 573 000 individus sont capturés annuellement par les métiers anglais, ce qui ne correspond qu'au tiers environ des 1 555 000 prises professionnelles françaises en Manche.

La structure des captures du chalutage anglais (bien qu'elle concerne surtout les chaluts dits de fond, l'appellation « trawls » regroupe tous les types de chaluts) est intermédiaire entre celles des métiers de la ligne (« lines » comprend les lignes et les palangres professionnelles, ainsi que l'ensemble de la pêche récréative anglaise) et du filet (« nets »). En effet, les chalutiers ciblent les bars de 5 et 6 ans, tandis que les filets se focalisent essentiellement sur les individus de 5 ans, et les lignes sur ceux de 6 ans.

En terme de nombre d'individus capturés, le chalutage est inférieur aux autres métiers (*fig. F.5*), ce qui correspond à l'inverse de la situation française (*fig. F.3*). En effet, les effectifs maximaux du chalutage ne dépassent pas 50 000 individus (classes d'âge 5 et 6 ans), alors qu'ils s'élèvent à plus de 90 000 individus pour le filet (5 ans) et à près de 80 000 individus pour la ligne (6 ans).

En ce qui concerne les individus les plus âgés, l'abondance des captures des chaluts et filets décroît très significativement dès la classe d'âge 8 ans. La situation est différente pour la ligne, dont les captures restent supérieures à 10 000 individus par classe d'âge jusqu'à celle des 12 ans.

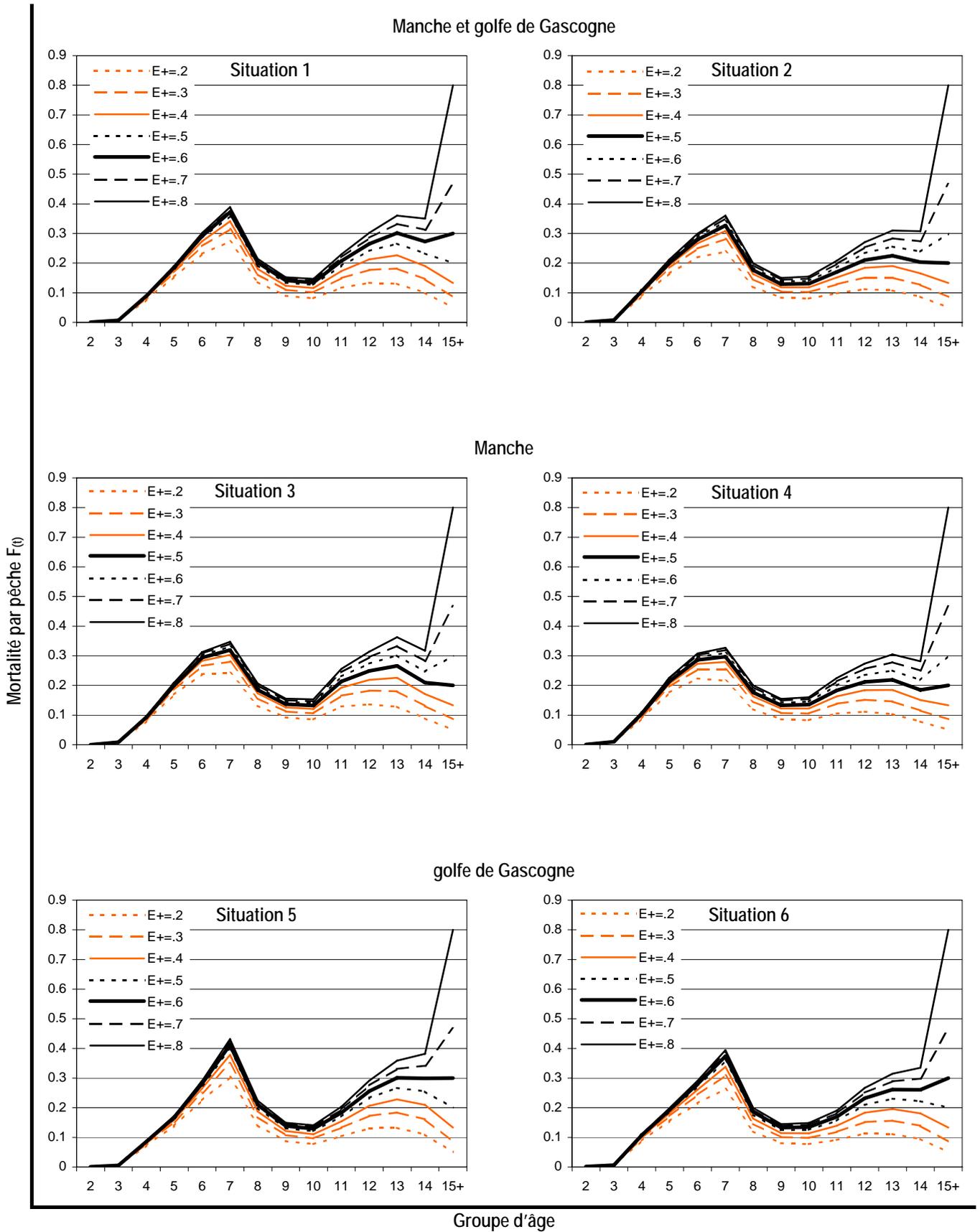


Figure F.6 : Mortalités par pêche aux âges $F(t)$ en fonction de la valeur attribuée au taux d'exploitation terminal $E(15+)$, pour les six situations initiales envisagées.

III.2- SCÉNARIOS DE GESTION

III.2.1- Les différents scénarios envisagés

III.2.1.1- Paramètres initiaux et situations initiales

Préalablement à tout calcul, les deux paramètres initiaux à considérer sont le taux de mortalité naturelle M et le tonnage annuel des captures de la pêche récréative. En fixant la valeur de M à 0,2 (§ II.2.2), et en estimant les captures annuelles minimales (respectivement maximales) de la pêche récréative à 1000 tonnes (respectivement 2000 tonnes) par bassin (§ III.1.2), six situations initiales ont été envisagées :

- $M = 0,2$, et 2000 tonnes (situation 1) ou 4000 tonnes (situation 2) de captures annuelles liées à la plaisance pour la totalité de la zone de pêche (Manche et golfe de Gascogne),
- $M = 0,2$, et 1000 tonnes (situation 3) ou 2000 tonnes (situation 4) de captures annuelles liées à la plaisance pour la Manche uniquement,
- $M = 0,2$, et 1000 tonnes (situation 5) ou 2000 tonnes (situation 6) de captures annuelles liées à la plaisance pour le golfe de Gascogne uniquement.

III.2.1.2- Taux d'exploitation terminaux et mortalités par pêche

Pour chaque situation initiale, plusieurs séries de mortalités par pêche aux âges $F_{(t)}$ ont été calculées en faisant varier le taux d'exploitation terminal $E_{(15+)}$ entre 0,1 et 0,8 (fig. F.6). La comparaison des différentes séries entre elles a ainsi permis de déterminer la valeur la plus plausible de $E_{(15+)}$ à appliquer à chacune des six situations (§ II.2.4).

Dans chaque bassin, l'évolution du paramètre pêche récréative de 1000 à 2000 tonnes annuelles ne modifie pas le choix du taux d'exploitation terminal. Sa valeur la plus plausible est $E_{(15+)} = 0,5$ en Manche (situations 3 et 4), et $E_{(15+)} = 0,6$ dans le golfe de Gascogne (situations 5 et 6). Il n'en est pas de même lorsque l'ensemble des deux bassins est considéré. En effet, le taux d'exploitation terminal le plus plausible diminue de 0,6 (situation 1) à 0,5 (situation 2) quand les captures de la pêche récréative augmentent de 2000 tonnes (situation 1) à 4000 tonnes (situation 2).

Selon les situations initiales et les zones géographiques considérées, le taux d'exploitation terminal varie donc de 0,5 à 0,6. Pour ces valeurs, les mortalités par pêche aux âges sont globalement comprises entre 0,1 et 0,3, et ne sont donc pas très élevées (fig. F.6). Un grand nombre de classes d'âge sont exploitées : en fait, elles le sont toutes

à partir de 5 ans. A cet âge la mortalité par pêche dépasse 0,1, et elle ne redescendra pas en dessous de cette valeur. Elle augmente régulièrement jusqu'à 7 ans, classe d'âge qui supporte la mortalité par pêche la plus forte quelle que soit la situation initiale envisagée. Cette mortalité par pêche maximale est d'environ 0,3 en Manche (situations 3 et 4), 0,4 dans le Golfe (situations 5 et 6), et se situe entre ces deux valeurs pour la totalité de la zone de pêche (situations 1 et 2). Après 7 ans, les valeurs des mortalités par pêche oscillent entre 0,2 et 0,3, sauf pour les classes d'âge 9 et 10 ans qui semblent légèrement moins exploitées ($F_{(9)} \approx F_{(10)} \approx 0,13$).

De 4 à 7 ans, les courbes d'évolution des mortalités par pêche en Manche (situations 3 et 4) et dans le golfe de Gascogne ne présentent pas le même profil (fig. F.6). Pour ces classes d'âge, l'augmentation des $F_{(t)}$ dans le Golfe (situations 5 et 6) est quasi linéaire, suit une pente prononcée et aboutit à une valeur maximale relativement forte ($F_{(t)} \approx 0,4$), tandis que celle des $F_{(t)}$ en Manche (situations 3 et 4) s'infléchit entre 6 et 7 ans, suit une pente plus faible et aboutit à une valeur maximale moindre ($F_{(t)} \approx 0,3$). Le rôle des différents métiers professionnels est ici sensible. Dans le golfe de Gascogne, les plus jeunes classes d'âge (4 et 5 ans) sont moins exploitées qu'en Manche, essentiellement à cause du chalutage de fond, mais la pression par pêche sur les individus de 6 et 7 ans par les métiers du filet et du chalutage pélagique est nettement plus forte (fig. F.3).

Pour l'ensemble de la zone de pêche (situations 1 et 2), les courbes d'évolution des mortalités par pêche présentent assez logiquement des profils intermédiaires entre ceux de la Manche et ceux du Golfe (fig. F.6). Cependant, si l'on compare les profils des courbes incluant 1000 tonnes de pêche récréative par bassin et leur taux d'exploitation terminal, l'influence du Golfe (situation 5 ; $E_{(15+)} = 0,6$) semble prépondérante sur celle de la Manche (situation 3 ; $E_{(15+)} = 0,5$) au niveau de la totalité de la zone (situation 1 ; $E_{(15+)} = 0,6$). A l'inverse, la comparaison des profils des courbes correspondant à 2000 tonnes de pêche récréative par bassin et de leur taux d'exploitation terminal, indiquerait une prépondérance de la Manche (situation 4 ; $E_{(15+)} = 0,5$) sur le Golfe (situation 6 ; $E_{(15+)} = 0,6$) au niveau de la totalité de la zone (situation 2 ; $E_{(15+)} = 0,5$). On peut peut-être voir ici l'influence de la pêche récréative, dont la variation du tonnage annuel pourrait jouer sur l'importance relative du rôle des différents métiers professionnels des deux bassins, et donc sur le calcul des mortalités par pêche.

III.2.1.3- nombre de survivants du groupe d'âge 2 ans et première valeur propre λ de la matrice de Leslie

Pour chacune des six situations initiales, le choix du taux d'exploitation terminal $E_{(15+)}$ détermine l'effectif des survivants du groupe d'âge 2 ans $N_{(2)}$, ainsi que la série de mortalités par pêche aux âges $F_{(t)}$ qui lui sont associés. L'application dans la matrice de Leslie de la série de survie aux âges $s_{(t)}$ correspondante permet alors d'en calculer la première valeur propre λ .

Ces différents résultats, ainsi que ceux des deux paragraphes précédents, sont résumés dans le tableau F.1.

Tableau F.1 : Principaux paramètres et résultats liés aux six situations initiales envisagées. Les captures de la pêche récréative ont été estimées en tonnes. Les valeurs de la mortalité naturelle M et du taux d'exploitation du groupe terminal $E_{(15+)}$ sont données, ainsi que celles de l'effectif des survivants du groupe d'âge 2 ans $N_{(2)}$ et de la première valeur propre λ de la matrice de Leslie.

	Manche + golfe de Gascogne		Manche		golfe de Gascogne	
	Situation 1	Situation 2	Situation 3	Situation 4	Situation 5	Situation 6
Récréatifs (t.)	2000	4000	1000	2000	1000	2000
M	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
$E_{(15+)}$	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
$N_{(2)}$	18 755 845	25 124 590	9 648 258	12 668 388	9 267 867	12 220 169
λ	0,8790	0,8910	0,8823	0,8860	0,8743	0,8765

Selon la situation, le nombre d'individus de 2 ans par bassin pourrait être estimé entre 9,2 et 12,6 millions, soit un effectif total variant de 18,7 à un peu plus de 25 millions pour l'ensemble de la façade atlantique et de la Manche.

En ce qui concerne les premières valeurs propres λ des matrices de Leslie, celles-ci oscilleraient entre 0,8743 et 0,8910. Ces résultats signifieraient que la population de bar dans la zone étudiée décroît globalement de 12 % par an. Si ce niveau n'est sans doute pas alarmant à court terme, il n'en reste pas moins relativement fort. Pour l'instant, la ressource bar ne serait pas excessivement menacée. La surveillance de son exploitation semble cependant nécessaire.

III.2.2- Évolution des différents scénarios

L'application d'un coefficient multiplicatif aux captures des différents métiers, permet de simuler une modification du régime actuel d'exploitation de la ressource bar. Après correction des sommes des captures aux âges $C_{(t)}$, mais en maintenant la mortalité naturelle M , le taux d'exploitation terminal $E_{(15+)}$ et l'effectif des survivants de 2 ans $N_{(2)}$ précédemment établis (*tab. F.1*), de nouvelles séries de mortalité par pêche aux âges $F_{(t)}$, puis de survie aux âges $s_{(t)}$ sont calculées. Appliquées dans la matrice de Leslie, celles-ci permettent d'obtenir différentes valeurs propres λ , dont la comparaison met en évidence les régimes d'exploitation les plus favorables à la ressource.

Dans un premier temps, l'impact sur le niveau d'exploitation de la ressource de chaque métier pris séparément, a été étudié pour chacune des six situations initiales (*fig. F.7*). Pour ce faire, un coefficient multiplicatif variant de 0 à 1 a été appliqué successivement aux captures de chaque métier, les captures de l'ensemble des autres métiers n'étant pas modifiées. Le métier « divers » ne correspondant à aucune réalité sur le terrain, ses captures ont été réparties équitablement entre la ligne et le filet.

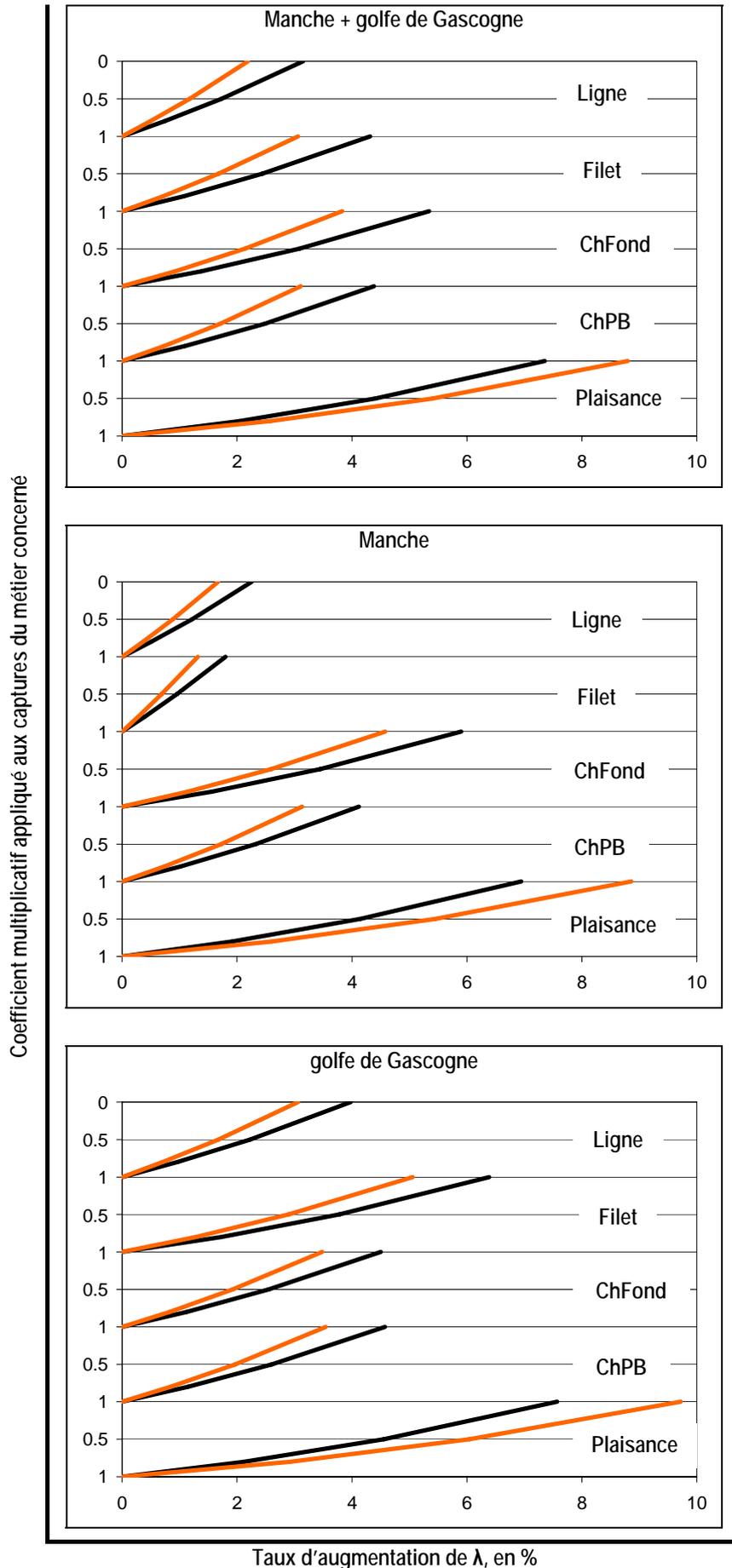


Figure F.7 : Impact de la diminution des captures de chaque métiers sur le niveau d'exploitation global de la ressource. Cet impact est évalué par le calcul du taux d'augmentation de la première valeur propre λ des matrices de Leslie. Le terme de « Plaisance » est employé pour désigner la pêche récréative.

— Premier scénario de pêche récréative : 1000 tonnes par bassin, ou 2000 tonnes pour la totalité de la zone d'étude (Manche + golfe de Gascogne).

— Deuxième scénario de pêche récréative : 2000 tonnes par bassin, ou 4000 tonnes pour la totalité de la zone d'étude (Manche + golfe de Gascogne).

Comparée aux autres métiers, la diminution des captures de la pêche récréative entraîne une forte augmentation de la première valeur propre λ de la matrice de Leslie (*fig. F.7*). En effet, selon la zone considérée (Manche plus golfe de Gascogne, ou Manche seule, ou Golfe seul) et le tonnage initial choisi (1000 ou 2000 tonnes par bassin), l'annulation des captures de ce métier s'accompagne d'une augmentation de λ variant de plus de 7% à près de 10 %. De tels taux d'augmentation de λ n'étant jamais atteints lors de l'annulation des captures d'un autre métier, la pêche récréative pourrait être celui ayant le plus d'impact sur la ressource bar. Ce résultat semble d'ailleurs relativement logique, puisque ses tonnages sont comparativement plus importants que ceux des métiers professionnels, et que ce métier affecte partiellement les juvéniles. L'influence de la pêche récréative semble un peu plus forte dans le golfe de Gascogne qu'en Manche, mais sans que les taux d'augmentation de λ soient très différents d'un bassin à l'autre.

En ce qui concerne les métiers professionnels, leur impact au niveau de la ressource n'est pas le même, selon que l'on considère chacun des bassins, ou les deux ensembles (*fig. F.7*) :

- En Manche, les chalutiers de fond jouent un rôle plus important que les chalutiers pélagiques (l'augmentation maximale de λ est de 5 % à 6 % pour le premier, contre 3 % à 4 % pour le second), la ligne et le filet n'intervenant presque pas (augmentation maximale de λ de 2 %).
- Dans le golfe de Gascogne, le filet est prépondérant (5 % à 6,5 % d'augmentation maximale de λ), suivi d'assez près par les deux types de chalutage et le filet qui sont *grosso modo* au même niveau (3 % à 4,5 % d'augmentation maximale de λ).
- Sur la totalité de la zone d'étude, les résultats sont intermédiaires. La prépondérance du chalut de fond en Manche fait que son impact global (4% à 5 % d'augmentation maximale de λ) est légèrement plus fort que celui du chalut pélagique et du filet (3% à 4% d'augmentation maximale de λ). La ligne est légèrement en retrait (2% à 3 %).

Plus les captures de la pêche récréatives sont élevées, et moins l'impact des métiers professionnels sur la ressource est important (*fig. F.7*). En effet, les taux d'augmentation de λ sont moindres, quand les seconds scénarios de pêche récréative (2000 tonnes de captures par bassin), et non les premiers (1000 tonnes), sont considérés. Mais si les valeurs changent, les tendances restent cependant identiques. En admettant que l'estimation du niveau des captures de la pêche récréative soit plausible, cette constatation accentue donc l'importance prépondérante de ce métier au niveau de la ressource bar.

III.2.3- Cas du chalutage pélagique

Dans l'hypothèse où une réglementation portant sur l'exploitation de la ressource bar serait envisagée, l'aménagement des flottilles des chalutiers de fond et des fileyeurs semblent problématiques. En effet, ces flottilles se composent de très nombreux navires, qui mettent en œuvre différents types d'engins, et dont la grosse majorité ne cible pas le bar. Ainsi, seul un septième des chalutiers de fond qui capturent cette espèce chaque année la ciblerait (150 navires environ sur plus de 1000 ; *chapitre D, § II.2.3.1*). Dans le cas des fileyeurs, ce chiffre est revu à la hausse (environ 200 navires sur 680 ; *chapitre D, § II.2.3.2*). Cependant, le bar reste une capture accessoire pour plus des deux tiers des fileyeurs qui le pêchent.

Il est donc beaucoup plus facile d'envisager une réglementation axée essentiellement sur le chalutage pélagique, dont plus de 80 % des navires ciblent le bar (50 navires sur 60). Ainsi, l'impact du niveau de capture du chalutage pélagique sur l'ensemble des autres métiers professionnels a été estimé (*fig. F.8*), en maintenant exploitation totale et prises des pêcheurs récréatifs constantes. En effet, ces derniers ne sont normalement pas influencés par une modification du régime d'exploitation des professionnels.

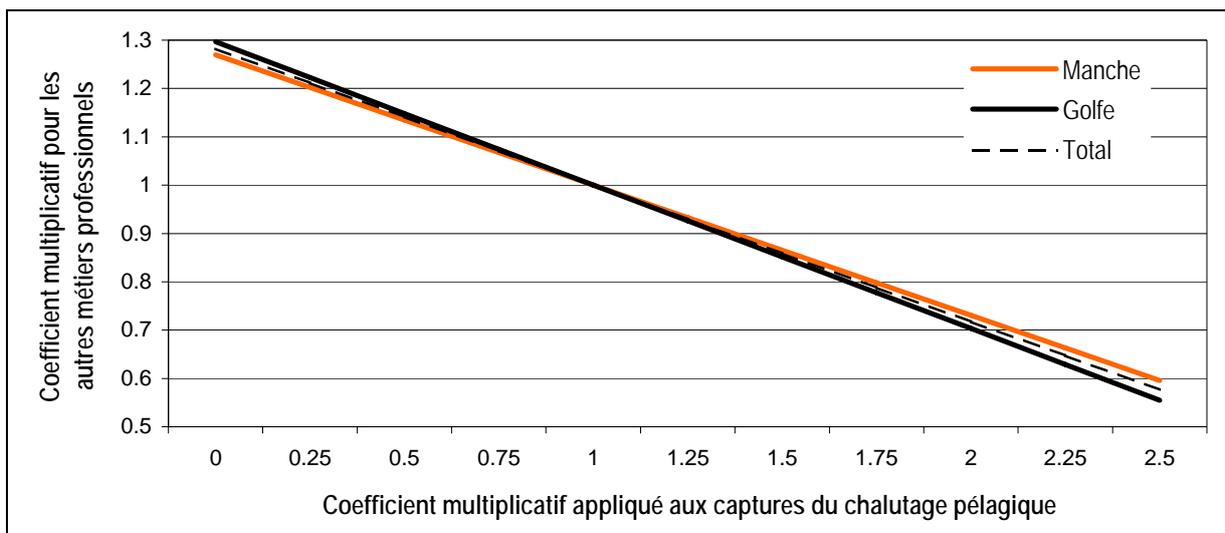


Figure F.8 : Impact d'une variation des captures du chalutage pélagique sur les captures de l'ensemble des autres métiers professionnels. Les trois courbes permettent de visualiser la situation en Manche, dans le golfe de Gascogne, ou au niveau de ces deux bassins réunis.

Que ce soit en Manche, dans le golfe de Gascogne, ou pour la totalité de ces deux bassins, l'impact des captures du chalutage pélagique en bœuf sur celles des autres métiers professionnels est quasiment similaire. La pente des droites obtenues (*fig. F.8*) est légèrement plus prononcée dans le cas du Golfe que dans celui de la Manche, celle de la totalité de la zone étant intermédiaire. Le chalutage pélagique semble donc avoir un rôle un peu plus prononcé au niveau du Golfe. Cependant, cette différence entre les bassins n'est pas très sensible.

La suppression des captures du chalutage pélagique entraînerait une hausse potentielle de l'ensemble des captures des autres métiers professionnels d'environ 30 %. Symétriquement, mais à l'inverse, leur doublement entraînerait une baisse potentielle pour les autres métiers de cette même valeur.

Sans être négligeable, l'impact du chalutage pélagique n'est donc réellement sensible que lorsque ses captures sont très fortement modifiées. Ainsi, pour un niveau de variation déjà relativement important de 25 %, les captures des autres métiers n'augmenteraient ou ne baisseraient que de 5 % environ.

III.2.4- Impact de la mortalité naturelle

Dans l'ensemble des scénarios précédents, la valeur de la mortalité naturelle a été fixée à 0,2. Ce choix semblait être initialement le plus pertinent vis-à-vis d'une espèce comme le bar (§ II.2.2). Cependant, la modification de cette valeur permet d'estimer l'impact de cette variable dans les résultats. Six autres situations (numérotées de 7 à 12) ont donc été envisagées. Elles reprennent les tonnages de la pêche récréative estimés dans les situations 1 à 6 (tab. F.1), mais fixent la mortalité naturelle à 0,1. Les principales variables, dont le calcul dépend de ces nouvelles situations, figurent dans le tableau F.2.

Tableau F.2 : Principaux paramètres et résultats des situations 7 à 12. Comme dans le tableau F.1, les captures de la pêche récréative sont estimées en tonnes, et les variables correspondent : à la mortalité naturelle M , au taux d'exploitation du groupe terminal $E_{(15+)}$, à l'effectif des survivants du groupe d'âge 2 ans $N_{(2)}$, et à la première valeur propre λ de la matrice de Leslie.

	Manche + golfe de Gascogne		Manche		golfe de Gascogne	
	Situation 7	Situation 8	Situation 9	Situation 10	Situation 11	Situation 12
Récréatifs (t.)	2000	4000	1000	2000	1000	2000
M	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
$E_{(15+)}$	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
$N_{(2)}$	10 346 202	13 797 275	5 303 101	6 973 909	5 086 782	6 759 040
λ	0,9256	0,9404	0,9322	0,9358	0,9214	0,9230

La comparaison des tableaux F.1 et F.2 montre que la variation de la valeur de la mortalité naturelle n'influence pas les taux d'exploitation terminaux $E_{(15+)}$. Ceux-ci sont en effet identiques, que M soit fixée à 0,2 ou à 0,1. Cette modification joue par contre sur les effectifs des survivants du groupe d'âge 2 ans $N_{(2)}$, ainsi que sur les premières valeurs propres λ des matrices de Leslie. En effet, le passage de $M = 0,2$ à $M = 0,1$ diminue les estimations de $N_{(2)}$ de 45 %, mais fait augmenter les λ d'environ 5,7 %.

Les effectifs des survivants des différents groupes d'âge $N_{(t)}$ sont calculés d'après l'équation 9 (§ II.2.4) : $N_{(t)} = N_{(t+1)} \times e^M + C_{(t)} \times e^{M/2}$. Quand M diminue, e^M et $e^{M/2}$ diminuent également, ainsi que $N_{(t)}$. Ainsi, lorsque $M = 0,1$, les estimations des $N_{(2)}$ varient, selon les situations, de plus de 5 millions à près de 7 millions d'individus par

bassins (*tab. F.2*), et sont logiquement inférieures à celles qui découlent des calculs où $M = 0,2$ (*tab. F.1*).

De même, la hausse des valeurs de λ , parallèlement à la baisse de la mortalité naturelle, s'explique relativement facilement. En effet, plus M est faible, et moins une population sera sensible à un même niveau d'exploitation. Pour $M = 0,1$, et pour l'ensemble des situations 7 à 12, les λ s'élèvent ainsi à environ 0,93 (*tab. F.2*), ce qui voudrait dire que le régime d'exploitation actuel entraîne une diminution de la population de bar de 7 % par an.

Diminuer la valeur de la mortalité naturelle modifie donc les estimations de $N_{(2)}$ et de λ . Cependant, cela ne change rien aux résultats des différents scénarios envisagés précédemment (§ 11.2.2 et 11.2.3). Tous ont en effet été repris, en considérant $M = 0,1$ et non plus $M = 0,2$, sans que les taux d'augmentation de λ en fonction du coefficient multiplicatif appliqué aux captures de chaque métier (*fig. F.7*), ou que l'impact des captures du chalutage pélagique sur celles des autres métiers professionnels (*fig. F.8*) n'en ai été modifiés. Exploitation et mortalité naturelle agissent donc toutes deux sur les populations de bar, mais ne semblent pas interagir entre elles.

IV- CONCLUSIONS - DISCUSSION

Dans ce chapitre, l'élaboration des structures démographiques est basée sur la classification des navires en flottilles, classification qui a été établie à partir des tables de typologie nationale. Or, l'étude des flottilles montre que les navires peuvent mettre en œuvre plusieurs types d'engins (*chapitre D, § II.2*). Les résultats obtenus ici se réfèrent donc à des **métiers**, et non à des **engins**. Dans le cas du chalutage (pélagique ou de fond), le nom du métier renvoie presque toujours à celui de l'engin. La distinction entre les deux n'est alors pas primordiale. Mais il n'en est pas de même pour les fileyeurs et les ligneurs. En effet, les débarquements liés aux différents types de lignes et palangres seraient plus importants que ceux des filets (800 à 900 tonnes pour les premiers contre 700 tonnes environ pour les seconds ; *chapitre D, § II.3.2*), même si les captures des fileyeurs semblent plus abondantes que celles des ligneurs (*ce chapitre, § III.1.1*). On peut donc supposer qu'un certain nombre de « fileyeurs » pêchent du bar en utilisant autre chose que des filets, notamment des lignes et/ou palangres, et la discrimination métier / engin prend alors tout son sens.

Dans les différents scénarios considérés, les résultats obtenus pour la zone d'étude globale (Manche + Golfe) ne révèlent aucune particularité, car ils sont toujours intermédiaires entre ceux de la Manche et ceux du golfe de Gascogne. Cependant, chacun des deux bassins possède des caractéristiques liées à l'exploitation du bar qui leur sont propres. Le chalutage de fond est, par exemple, plus important en Manche que dans le Golfe, avec notamment une forte exploitation de la classe d'âge 4 ans. A l'inverse, les captures des fileyeurs, plutôt faibles en Manche, dépassent celles de tous les autres métiers professionnels dans le Golfe. Il semble donc plus intéressant de considérer chaque bassin séparément, que d'étudier globalement les façades Manche et Atlantique. Ce découpage en bassin pourrait de plus correspondre à une réalité biologique (résultats des marquages, *chapitre C*).

Bien qu'abondantes, les captures de bar liées au chalutage pélagique ne sont le fait que d'un petit nombre de navires (une soixantaine environ, dont une cinquantaine ciblant spécifiquement cette espèce ; *chapitre D*). Une réglementation destinée à réguler l'exploitation du bar, et qui serait orientée sur ce métier, ne s'appliquerait donc qu'à peu de navires, tout en ayant potentiellement un fort impact sur les débarquements. Du point de vue gestion de la ressource, la mise en œuvre d'une réglementation des captures du chalutage pélagique semble ainsi plus aisée que celle de tout autre métier professionnel. Cependant, d'un point de vue biologique, rien ne semble indiquer que les captures des chalutiers pélagiques auraient plus d'impact sur la ressource que celles des autres

navires français (chalutage de fond en Manche et filets dans le golfe de Gascogne ; *fig. F.3 et fig. F.7*).

Selon la valeur (hypothétique !) de la mortalité naturelle ($0,1 < M < 0,2$), les populations de bar diminueraient de 7 % à 12 % par an ($0,93 > \lambda > 0,88$). Sans être particulièrement préoccupants, ces taux ne sont cependant pas négligeables. En effet, dans le cas de la morue de Manche Est (division VIId), Mer du Nord (sous-zone IV), et Skagerrak (division IIIa), dont le mauvais état des stocks est notoire (ICES, 2005a), la première valeur propre λ d'une matrice de Leslie analogue à celle utilisée dans ce chapitre est de $0,52 < \lambda_{\text{bar}}$. Mais dans le cas des maquereaux de l'Atlantique Nord-Est, dont les stocks sont estimés en bonne santé (ICES, 2005b), $\lambda = 1,18 > \lambda_{\text{bar}}$.

Les premières valeurs propres sont très sensibles aux paramètres appliqués aux matrices de Leslie, notamment aux fécondités aux âges. Or, ces dernières n'ont pas été établies de la même manière pour le bar (fécondités relatives par rapport à $f_{(15+)}$, § II.2.3), la morue ou le maquereau (valeurs des groupes de travail CIEM responsables de ces stock ; ICES, 2005a et 2005b). La comparaison des λ de chacun de ces stocks, est donc faussée dès le début. Cependant, bien que très grossièrement, elle permet quand même d'estimer la situation du bar, par rapport à celle de stocks dont on sait qu'ils sont en mauvaise (morue) ou en bonne (maquereau) santé. Ainsi, les populations de bar en Manche et dans le golfe de Gascogne ne sont sans-doute pas sur-exploitées : un taux de diminution de 12 % par an reste en effet très inférieur à la valeur de 48 % trouvée chez la morue. Mais l'exemple du maquereau de l'Atlantique Nord-Est montre qu'une λ d'un stock exploité peut être supérieure à 1, indiquant en cela une augmentation de la population d'année en année, ce qui n'est pas le cas du bar.

Les valeurs des débarquements et CPUE calculés pour le bar, rendent compte d'une certaine stabilité de la ressource au niveau du golfe de Gascogne, et peut être même d'une extension de l'abondance de cette espèce vers la Manche Est et la Mer du Nord (*chapitre E*). De plus, les nombreuses classes d'âge trouvées dans les captures indiqueraient que son exploitation reste relativement raisonnable, puisqu'elle ne semble pas empêcher le maintien d'individus âgés au sein de la population. Cependant, même si la ressource bar ne serait pour l'instant pas en danger le long des façades Manche et Atlantique, le régime d'exploitation actuel n'est pas anodin, et pourrait modifier la situation à moyen terme.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'ensemble de ce travail a permis d'explorer différents aspects de la biologie et de l'exploitation des stocks halieutiques du bar commun (*Dicentrarchus labrax*), en Manche et dans le golfe de Gascogne. Les résultats obtenus permettent de dresser un certain nombre de constats, se rapportant notamment :

- aux usagers de la ressource,
- aux comportements hivernaux de cette espèce,
- à l'identification des entités populationnelles qui la composent,
- à son exploitation, et aux conséquences de cette exploitation sur l'état des stocks.

Cette conclusion générale se propose ainsi de reprendre ces différents points, avant d'envisager les travaux futurs qui pourraient être entrepris, dans le but d'aboutir à une gestion raisonnée et durable de la ressource bar.

Les usagers

Si un seul mot devait être employé pour définir les pêcheries professionnelles françaises qui capturent du bar au niveau des façades Manche et Atlantique, celui de « complexité » serait parfaitement approprié. En effet, de très nombreux pêcheurs s'intéressent à cette ressource. Certains la ciblent spécifiquement, mais d'autres non, ce qui implique des stratégies de pêche diverses. De plus, de multiples engins, traînants ou dormants, sont utilisés pour sa capture (*chapitre D*).

Il n'est donc pas aisé de décrire les différentes pratiques professionnelles de pêche au bar. Ne s'intéresser qu'aux flottilles et sous-flottilles peut être problématique, car certains engins sont utilisés par plusieurs d'entre elles (c'est notamment le cas des lignes et palangres, qui peuvent être mises en œuvres par des « fileyeurs »). Mais ne considérer que les engins supprime la notion de « navire », ce qui ne permet plus de décrire précisément une pêcherie. Ces difficultés mises à part, deux entités mieux définies se dégagent : les chalutiers pélagiques en bœuf, dont une soixantaine capturent du bar chaque année et dont une cinquantaine le ciblent, et les ligneurs-palangriers. Pour ces flottilles, engins utilisés et qualification du navire coïncident le plus souvent. Mais cela n'empêche pas les comportements individuels d'être très variables. L'étude de quelques cas particuliers a en effet montré que, pour une même zone de pêche, les CPUE et les périodes de pêche pouvaient diverger d'un marin-pêcheur à l'autre (*chapitre E*).

A l'instar des pêcheurs professionnels, tracer un profil « type » du pêcheur récréatif qui capture du bar n'est pas trivial. Les engins très majoritairement utilisés sont la canne et la ligne (plus de 80 % des cas), et la pêche s'effectue le plus généralement du bord ou d'un bateau (plus de 90 % des cas). Cependant, malgré cette apparente homogénéité des pratiques, une grande diversité de comportements existe, en raison notamment du nombre conséquent de personnes qui s'adonnent à cette activité. En effet, les résultats du sondage téléphonique BVA ont permis d'estimer qu'environ un million de français de

plus de 15 ans disent pêcher au moins une fois du bar au cours de l'année, le long des façades Manche, Atlantique et Méditerranée (*chapitre D*). Le nombre de sorties et de prises annuelles d'un citadin, qui ne consacre qu'une semaine de vacances au bar, ne peut être comparé à celui d'un retraité, qui se rend en mer dès qu'il le peut. Mais les comportements ne divergent pas qu'au niveau des fréquences des pêches. Certains pêcheurs récréatifs, par exemple, pratiquent ce qu'ils appellent le « no kill ». Ils remettent à l'eau la majorité de leurs captures, et ne conservent qu'un nombre restreint de leurs plus grosses prises. Mais d'autres prélèvent systématiquement l'intégralité des bars pêchés, même ceux qui sont largement « hors taille » (moins de 36 cm). Et tous les types de comportements sont bien sûr possibles entre ces deux extrêmes.

Qu'ils soient professionnels ou récréatifs, les pêcheurs de bar sont nombreux, ont des pratiques et méthodes de pêche diverses, et sont difficiles à catégoriser. Ces caractéristiques, liées sans doute en partie à l'attrait exercé par le bar sur les pêcheurs (et les consommateurs !), doivent être prises en compte dans l'optique d'une gestion de la ressource, car elles ne peuvent que la rendre plus compliquée à concevoir et à appliquer.

Migrations hivernales, période de reproduction et frayères

Plusieurs résultats obtenus au cours de cette thèse permettent de retracer le comportement hivernal du bar. La saison de pêche du chalutage pélagique est très généralement associée à la période de reproduction et aux migrations hauturières hivernales de cette espèce. Pour ce métier, la cartographie de CPUE mensuelles moyennes a ainsi permis de localiser des zones de concentrations de poissons, qui se forment en pleine eau suite à ces migrations (*chapitre E*). Les résultats mis en évidence confirment ceux de Masski (1998), à savoir que de fortes abondances de bar sont détectées tous les ans au niveau de la Manche Ouest, et ce essentiellement des mois de janvier à avril. De tels regroupements auraient également lieu dans le golfe de Gascogne, de janvier à mars, mais leurs localisations géographiques seraient susceptibles de varier d'une année l'autre. Les zones de pêches des chalutiers pélagiques qui ont participé aux opérations de marquages (*chapitre C*) pourraient ainsi avoir permis d'identifier la position de deux de ces regroupements, situés l'un au large de La Rochelle, et l'autre un peu au sud de l'estuaire de la Gironde.

A un autre niveau, outre les résultats qu'elle apporte sur l'évolution globale de la maturation sexuelle au sein de la population, l'étude portant sur la reproduction des femelles de bar en Manche Ouest met en évidence l'existence de maturations individuelles variables (*chapitre B*). La date à laquelle le stade de ponte serait atteint, ainsi que sa durée, dépendraient de certains critères morphologiques (en particulier la taille, l'âge, et surtout le poids). Sur les secteurs de pêche hauturiers, les pêcheurs des chalutiers pélagiques constatent parfois une arrivée tardive de bancs formés de petits individus. Si regroupements hivernaux en pleine eau et évolution de la maturation

sexuelle sont liés de quelque manière que ce soit, ces déplacements tardifs des plus petits individus par rapport aux plus gros pourraient s'expliquer, au moins pour les femelles, par un décalage temporel de leurs stades de ponte respectifs.

En Manche Ouest, la période de reproduction du bar se situe globalement de janvier à fin avril-début mai, avec une saison de ponte plus intense centrée sur le mois de mars. Au cours de cette période, les bars ne semblent pas tous effectuer de migrations en direction de secteurs pélagiques hauturiers. La spatialisation et/ou la cartographie des CPUE de métiers autres que le chalutage pélagique le révèlent. En effet, les concentrations démersales de bars en Manche Est, qui sont ciblées en hiver par les chalutiers de fond, de même que les captures côtières hivernales des ligneurs-palangriers et de certains fileyeurs, montrent que d'autres comportements sont possibles. L'association entre période de reproduction, migrations d'adultes sexuellement matures, et concentrations hauturières légitime généralement l'assimilation des zones de pêche des chalutiers pélagiques à autant de frayères potentielles. Certaines études semblent, de plus, corroborer cette hypothèse (Dando & Demir, 1985 ; Thompson & Harrop, 1987 ; Jennings & Pawson, 1992). En effet, la présence de pontes en pleine eau serait confirmée par celle d'œufs de bars, trouvés à une vingtaine de kilomètres au minimum des côtes. Cependant, l'existence de frayères côtières est également attestée par d'autres études, comme celles de Kennedy & Fitzmaurice (1968) ou de Barnabé (1976), ainsi que par les dires de nombreux pêcheurs, qu'ils soient professionnels ou non. Ainsi les bars qui se reproduisent sur ces frayères côtières ne se rendent peut-être pas sur les zones hauturières, d'où une pluralité de comportements possibles.

Entités populationnelles

La gestion des stocks halieutiques nécessite de connaître les entités de population qui les composent. Dans le cas du bar, l'étude menée à partir de marqueurs microsatellites (*chapitre C*) n'a pas révélé d'hétérogénéité entre les structures génétiques des six échantillons prélevés, provenant de la Manche (Calais, Saint-Malo et Manche Ouest) ou du golfe de Gascogne (La Rochelle, Biarritz et Gascogne). Un seul stock halieutique serait donc susceptible de couvrir l'ensemble des zones de pêche atlantiques fréquentées par les pêcheries françaises.

Cependant, les résultats des marquages / recaptures indiquent que la majorité des bars restent inféodés à leur bassin (Manche ou Golfe). Des migrations de part et d'autre de la pointe Bretagne existent, et la reproduction d'individus provenant de bassins différents pourrait expliquer l'homogénéité génétique observée. Mais ces migrants ne sont pas assez nombreux (4,3 % des bars recapturés) pour permettre de ne définir qu'un seul et unique stock halieutique entre la Manche et le golfe de Gascogne.

La génétique et les marquages se basent sur des échelles de temps différentes. La première rend compte de l'évolution des comportements de nombreuses générations

successives, tandis que les seconds témoignent uniquement de la situation actuelle. Dans l'optique d'une gestion des stocks, il peut sembler préférable de privilégier les résultats faisant référence à du court terme, et donc de considérer que la ressource bar se subdivise en deux entités, dont chacune occupe un bassin géographique. De plus, du point de vue de l'exploitation de cette espèce, la Manche et le golfe de Gascogne possèdent leurs propres caractéristiques. A ce niveau également, il semble plus intéressant d'étudier chaque bassin séparément, plutôt que de regrouper les façades Manche et Atlantique (*chapitre F*).

Exploitation et évaluation des stocks

L'âge, la saison, ou encore la zone géographique, peuvent déterminer plusieurs types comportementaux chez le bar commun. Grégaire quand il est jeune, il semble préférer une vie solitaire par la suite, sauf par exemple en période de reproduction (bancs en pleine eau ciblés par les chalutiers pélagiques), ou lorsqu'il chasse dans des zones de fort courant (bancs ciblés par les ligneurs du Raz de Sein). Ainsi, selon la période de l'année et les caractéristiques de la zone de pêche (côtière ou hauturière), il est exploité à l'aide de techniques de pêche, d'engins et de navires très variés, en tant qu'espèce cible ou en prise accessoire. En fait, à partir du moment où il atteint la taille minimale de capture de 36 cm et est recruté dans la pêcherie, toutes les phases du cycle de vie du bar, et tous les habitats qu'il côtoie, peuvent faire l'objet d'une pression de pêche. Cette espèce est donc potentiellement vulnérable. Et ce d'autant plus que les 36 cm minimum légaux de capture, s'ils permettent sans doute à la majorité des mâles de se reproduire au moins une fois, sont inférieurs à la taille de première maturité sexuelle des femelles, estimée à 42 cm en Manche (Pickett & Pawson, 1994).

Le bar n'est pour l'instant pas soumis à quota, et sa forte valeur ajoutée en fait une espèce commercialement intéressante. Ainsi, de plus en plus de pêcheurs professionnels sont susceptibles de se tourner vers cette ressource. Dans ce contexte, il devenait urgent d'analyser l'exploitation du bar sur une vaste zone (Manche et Atlantique), mais également d'évaluer l'état de ses stocks, afin d'être en mesure, le cas échéant, de prévenir une éventuelle dérive de la situation.

Du point de vue de l'exploitation, les données commerciales officielles ne révèlent rien d'inquiétant. Les débarquements professionnels annuels totaux, en hausse régulière depuis 1996-1997, seraient de l'ordre de 4000 tonnes en 2004. Cette tendance est essentiellement liée à la forte augmentation des débarquements de la sous-zone CIEM VII (Manche) ces dernières années, la hausse de ceux provenant de la sous-zone VIII (golfe de Gascogne) étant nettement moindre. Les indices d'abondance (CPUE) sont globalement stables, surtout au niveau du Golfe. Leurs variations interannuelles sont très prononcées en Manche, mais ne montrent cependant pas de tendance, et notamment pas à la décroissance. Rien ne permettrait donc de dire que la ressource bar diminue au niveau des façades Manche et Atlantique. Au contraire, une extension de l'aire

d'abondance de cette espèce pourrait être décelée au niveau des latitudes les plus élevées, notamment en Manche Est et dans le sud de la Mer du Nord.

Une des caractéristiques les plus surprenantes de l'exploitation du bar provient sans doute des très fortes captures des pêcheurs récréatifs. Les estimations basses des premières extrapolations tirées des résultats de l'enquête téléphonique BVA, s'élèvent en effet à 5900 tonnes annuelles. Grossièrement, cela représenterait environ 2000 tonnes de bar pour chacune des trois façades maritimes (Manche, Atlantique et Méditerranée). La mise en œuvre de traitements supplémentaires, plus détaillés que ceux appliqués jusqu'à présent, est encore nécessaire pour valider pleinement ces résultats, et les affiner au besoin. De ce fait, ils sont pour l'instant hypothétiques. Il n'en reste pas moins que leur ordre de grandeur a peu de chance de beaucoup varier. En tout état de cause, en France, la pêche récréative semble être, et de loin, le principal métier à cibler la ressource bar.

Du point de vue de l'évaluation des stocks, la situation actuelle ne serait pas alarmante. En effet, selon la valeur de la mortalité naturelle choisie (0,1 ou 0,2), un taux de diminution annuel de 7 % à 12 % par an, pourrait correspondre à un niveau n'entraînant pas de danger immédiat pour la population. Celui-ci pourrait cependant indiquer que la pression de pêche exercée sur la ressource n'est pas complètement anodine. Du fait de leur prédominance par rapport à celles des métiers professionnels, les variations des captures de la pêche récréative sont celles qui ont le plus d'impact sur la ressource. Par contre, si ce métier n'est plus pris en considération, ce sont les fileyeurs dans le golfe de Gascogne, et les chalutiers de fond en Manche, qui jouent le plus grand rôle, les chalutiers pélagiques n'étant jamais très loin derrière.

La ressource bar en Manche et dans le golfe de Gascogne ne semble donc pas immédiatement en danger. Cependant, il faut tenir compte du fait que l'ensemble des résultats qui permettent d'aboutir à cette conclusion provient des données officielles commerciales. Or, il est notoirement connu que celles-ci ne sont pas de bonne qualité, et surtout ne sont pas exhaustives. De nombreux biais sont recensés dans les bases de données consacrées à la pêche professionnelle française, sans qu'il soit possible de tous les détecter, et surtout de tous les corriger. La fiabilité des valeurs absolues calculées est donc fortement compromise, mais pas celle des tendances qu'elles mettent en évidence. Il est donc possible de travailler à partir de ces données, tout en sachant que leur analyse nécessite de prendre un certain nombre de précautions.

La grosse inconnue de ces données est liée aux débarquements. En effet, selon les métiers, les possibilités de ventes hors-criée sont différentes, et le flux des captures qui transitent par cette voie n'a jamais été quantifié. Par exemple, certains ligneurs vendent au moins une partie de leur pêche directement aux mareyeurs, voire aux restaurateurs qu'ils connaissent. Dans le même ordre d'idée, certains chalutiers pélagiques (et peut-être également de fond), débarquent parfois leur pêche directement dans des camions frigorifiques, qui viennent les attendre sur le quai à leur retour de marée. Plusieurs

tonnes de bar sont ainsi susceptibles de passer hors-criée à chaque opération. Légalement, ces tonnages devraient être déclarés et, même s'ils ne sont pas présents au niveau des ventes, leur existence devrait au moins être retrouvée dans les logbooks remplis par les pêcheurs. Mais tous les professionnels savent que ce n'est pas le cas. Ainsi, les captures annuelles des chalutiers pélagiques pourraient être bien supérieures aux 800 à 1000 tonnes qui figurent dans les données officielles. Les modèles de gestion des stocks exploités se basent sur la structure démographique de la totalité des captures. Ne pas tenir compte d'une proportion indéterminée mais conséquente des débarquements (sans doute plusieurs centaines de tonnes pour les pélagiques), revient à fausser les résultats, qui sont alors susceptibles de très nettement sous-estimer la réalité.

Perspectives et avenir ...

L'objectif de cette thèse était d'acquérir des données nécessaires à l'analyse de l'état de la ressource bar exploitée par les pêcheries françaises en Manche et dans le golfe de Gascogne. Un certain nombre de résultats ont été obtenus, qui en donnent un premier aperçu. Cependant, des questions subsistent.

L'étude portant sur la maturation sexuelle des femelles en Manche Ouest a permis d'apporter des précisions sur son évolution au cours de la période de reproduction de cette espèce (*chapitre B*). Mais de nombreux points restent à clarifier :

- Le temps de latence séparant deux évènements de ponte, et le nombre de ces évènements chez une même femelle, n'ont pu être déterminés.
- Le devenir des œufs et larves dans la masse d'eau est relativement méconnu. Ce type d'étude pourrait être couplé avec des recherches concernant le recrutement du groupe 0, domaine jusqu'ici peu exploré au niveau du littoral français.
- D'un point de vue plus halieutique, la localisation des frayères côtières, ainsi que l'évaluation de leur rôle dans le recrutement, par rapport à celui des frayères hauturières, permettraient d'envisager des mesures de protection efficace de la ressource.

A un autre niveau, qui n'a pas été abordé au cours de ce travail, il serait sans doute utile de s'attaquer au sujet des nourriceries. S'il est connu que les jeunes bars fréquentent les estuaires, généralement en bancs largement fournis, et qu'il existe de la littérature portant sur les nourriceries littorales accueillant des juvéniles de multiples espèces (Guérault *et al.*, 1996 ; Riou *et al.*, 1999), relativement peu d'études ont été menées exclusivement sur le bar. Kelley (1986, 1988 et 2002) a étudié huit estuaires de la côte Ouest du Royaume-Uni, mais l'équivalent en France, du moins à notre connaissance, n'existe pas. Or, les nourriceries sont une étape importante du cycle de développement

des espèces marines, et jouent un rôle non négligeable au niveau de la survie et du recrutement des juvéniles dans les populations adultes. Etudier cet aspect de la vie des bars permettrait donc de mieux appréhender le fonctionnement de ses populations.

Bien qu'une absence de différenciation génétique entre bars de Manche et bars du golfe de Gascogne ait été montrée, l'ensemble des résultats du chapitre C indique que deux entités peuvent sans doute être distinguées, chacune correspondant à l'un des deux grands bassins étudiés (Manche et Golfe). Cependant, une étude génétique plus détaillée serait susceptible de préciser plus finement la situation. L'échantillonnage réalisé s'est en effet avéré insuffisant pour traiter de questions portant, par exemple, sur le nombre de migrants qui transitent d'un bassin à l'autre, ou sur la taille efficace de la population. Un complément d'échantillonnage, de même que l'utilisation d'un plus grand nombre de marqueurs moléculaires, microsatellites ou non, permettraient peut-être d'aborder ces problématiques, ainsi que de préciser la situation de certains échantillons comme ceux d'Irlande ou d'Ecosse.

Les résultats surprenants obtenus sur la pêche récréative (un million de français âgés de plus de 15 ans, capturant plus de 5900 tonnes annuelles de bar le long des façades Manche, Atlantique et Méditerranée), indiquent qu'il est indispensable de poursuivre son étude. Aucune réglementation particulière concernant cette activité très largement partagée n'est à l'ordre du jour. Mais une gestion de la ressource ne pourra être efficace que si elle tient compte du rôle joué par tous les usagers, et notamment les pêcheurs récréatifs.

Cette thèse a permis d'évaluer l'état actuel des stocks halieutiques de bar. Vis-à-vis de son exploitation, cette espèce semble capable de montrer une certaine robustesse. En effet, les différents scénarios étudiés (*chapitre F*) révèlent que les variations de la pression de pêche n'auraient qu'un impact relativement limité, sur la valeur du taux de diminution annuel de ses populations. Cependant, cette évaluation a également montré que l'exploitation du bar, si elle est sans doute « supportable » aujourd'hui pour cette espèce, ne serait pourtant pas anodine. Un risque de dégradation de l'état des stocks n'est donc pas à exclure, et ce d'autant plus que la quantification des captures reste en partie inconnue. Ainsi, afin que pêcheurs professionnels et récréatifs puissent continuer encore longtemps à capturer leur poisson fétiche, la mise en place prochaine d'un plan de gestion de cette ressource pourrait être la bienvenue.

A une époque où les principes de précaution sont de rigueur, et ce dans tous les domaines, il serait dommage de n'en pas tenir compte pour le bar, au risque de le compter, d'ici une dizaine d'années, au rang des espèces menacées par la surexploitation dont elles font l'objet.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAMS, B.K. & HUTCHINGS, J.A. (2003).** Microgeographic population structure of brook charr : a comparison of microsatellite and mark-recapture data. *Journal of Fish Biology*. **62** (3): 517-533.
- ALLAIN, V. (2001).** Reproductive strategies of three deep-water benthopelagic fishes from the northeast Atlantic Ocean. *Fisheries Research*. **51**: 2-3165-176.
- ALLEGRUCCI, G., FORTUNATO, C. & SBORDONI, V. (1997).** Genetic structure and allozyme variation of sea bass (*Dicentrarchus labrax* and *D. punctatus*) in the Mediterranean Sea. *Marine biology*. **128** (2): 347-358.
- ALLIOT, E., PASTOUREAUD, A. & THEBAULT, H. (1983).** Influence de la température et de la salinité sur la croissance et la composition corporelle d'alevins de *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*. **31**: 181-194.
- ALVARINO, J.M.R., CARRILLO, M., ZANUY, S., PRAT, F. & MANANOS, E. (1992).** Pattern of sea bass oocyte development after ovarian stimulation by LHRHa. *Journal of Fish Biology*. **41** (6): 965-970.
- APRAHAMIAN, M.W. & BARR, C.D. (1985).** The growth, abundance and diet of 0-group Sea Bass, *Dicentrarchus labrax*, from the Severn estuary. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **65**: 169-180.
- ARIAS, A. (1980).** Crecimiento, regimen alimentario y reproduccion de la dorada (*Sparus aurata* L.) y del robalo (*Dicentrarchus labrax* L.) en los esteros de Cadiz. *Investigacion Pesquera*. **44**: 59-83.
- AROCHA, F. (2002).** Oocyte development and maturity classification of swordfish from the north-western Atlantic. *Journal of Fish Biology*. **60** (1): 13-27.
- BAHRI-SFAR, L., LEMAIRE, C., BEN HASSINE, O.K. & BONHOMME, F. (2000).** Fragmentation of sea bass populations in the western and eastern Mediterranean as revealed by microsatellite polymorphisme. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*. **267** (1446): 929-935.
- BARBIERI, L.R., CHITTENDEN, M.E., JR. & LOWERRE-BARBIERI, S.K. (1994).** Maturity, spawning, and ovarian cycle of Atlantic croaker, *Micropogonias undulatus*, in the Chesapeake Bay and adjacent coastal waters. *Fishery Bulletin*. **92** (4): 671-685.
- BARNABÉ, G. (1973).** Contribution à la connaissance de la croissance et de la sexualité du loup (*Dicentrarchus labrax* L.) de la région de Sète. *Ann. Inst. océanogr., Paris*. **49** (1): 49-75.
- BARNABÉ, G. (1976).** Contribution à la connaissance de la biologie du loup *Dicentrarchus labrax* (L.) (Poisson Serranidae) de la région de Sète. *Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier*. Thèse de Doctorat d'Etat. 426 pp.
- BARNABÉ, G. (1978).** Etude dans le milieu naturel et en captivité de l'éco-éthologie du loup *Dicentrarchus labrax* (L.) (Poisson Serranidae) à l'aide de nouvelles techniques. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie, Paris, 12è série*. **20**: 423-502.

- BARNABÉ, G. (1991).** Chapitre 3 : Reproduction chez les poissons. **In** Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture. G. Barnabé coordonateur, Paris : Lavoisier - Tec & Doc.
- BEGOUT ANRAS, M.L. (1995).** Influence des facteurs hydrologiques et météorologiques sur le comportement du bar *Dicentrarchus labrax* (L.), évoluant en marais maritimes aménagés. *Université d'Aix Marseille II*. Thèse de 3ème cycle, spécialité Océanologie. 174 pp.
- BELKHIR, K., BORSA, P., CHIKHI, L., RAUFASTE, N. & BONHOMME, F. (1996-2004).** GENETIX 4.05, logiciel sous Windows TM pour la génétique des populations. *Laboratoire Génome, Populations, Interactions, CNRS UMR 5171, Université de Montpellier II, Montpellier (France)*.
- BERTIGNAC, M. (1987).** L'exploitation du bar (*Dicentrarchus labrax*) dans le Morbras (Bretagne Sud). *ENSA Rennes, Publication du Département Halieutique n°7*. Thèse de Doctorat en Sciences. 235 pp.
- BERTRAND, J.A. (2004).** L'état des communautés exploitées au large des côtes de France : application d'indicateurs à l'évaluation de l'impact de la pêche. *Ifremer - rapport interne. DRV/RH/RS/04-001*: 170 pp.
- BISEAU, A. (1998).** Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessments. *Aquatic Living Resources*. **11** (3): 119-136.
- BLAZQUEZ, M., ZANUY, S., CARILLO, M. & PIFERRER, F. (1998).** Effects of rearing temperature on sex differentiation in the European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Journal of experimental zoology*. **281** (3): 207-216.
- BONHOMME, F., NACIRI, M., BAHRI-SFAR, L. & LEMAIRE, C. (2002).** Comparative analysis of genetic structure of two closely related sympatric marine fish species *Dicentrarchus labrax* and *Dicentrarchus punctatus*. *Comptes Rendus Biologies*. **325** (3): 213-220.
- BOU AIN, A. (1977).** Contribution à l'étude morphologique, anatomique et biologique de *Dicentrarchus labrax* (LINNE; 1758) et *Dicentrarchus punctatus* (BLOCH; 1792) des côtes tunisiennes. *Université de Tunis, Faculté des sciences*. Thèse de Doctorat, spécialité Biologie Marine. 109 - VI pp.
- BOULINEAU-COATANEA, F. (1969).** Contribution à l'étude du bar *Dicentrarchus labrax* (Linné). *Université de Paris, Faculté des Sciences*. Thèse de 3ème cycle, option Océanographie Biologique. 121 pp.
- BREGEON, L., CHANDOR, M. & NJOCK, J.C. (1978).** Etudes écologiques liées au développement du port de Verdon IV. Etude sommaire de l'ichthyoplancton et des nurseries. *Rapport Contrat CREBS Rennes / ISTPM La Rochelle / Port Autonome de Bordeaux*. 14 pp.
- BRUSLE, J. & ROBLIN, C. (1984).** Sexualité du loup *Dicentrarchus labrax* en condition d'élevage contrôlé. **In** L'Aquaculture du Bar et des Sparidés. Edited by G. BARNABE and R. BILLARD, INRA Publ., Paris. 33-43.
- CACCONE, A., ALLEGRUCCI, G., FORTUNATO, C. & SBORDONI, V. (1997).** Genetic differentiation within the European sea bass (*D. labrax*) as revealed by RAPD-PCR assays. *Journal of Heredity*. **88** (4): 316-324.

- CAPORICCIO, B. (1976).** Etude ultrastructurale et cytochimique de l'ovogenèse du Loup. *Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier*. Thèse de 3ème cycle, option Sciences Biologiques, mention Biologie Animale. 136 pp.
- CARILLO, M., BROMAGE, N., ZANUY, S., SERRANO, R. & PRAT, F. (1989).** The effect of modifications in photoperiod on spawning time, ovarian development and egg quality in the sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture*. **81**: 351-365.
- CASTILHO, R. & MCANDREW, B.J. (1998).** Two polymorphic microsatellite markers in the European seabass, *Dicentrarchus labrax* (L.). *Animals Genetics*. **29**: 151-152.
- CAYRE, P. & LALOE, F. (1986).** Review of the Gonad Index (GI) and an introduction to the concept of its "critical value": Application to the skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* in the Atlantic Ocean. *Marine biology*. **90** (3): 345-351.
- CHISTIakov, D.A., HELLEMANS, B., HALEY, C.S., LAW, A.S., TSIGENOPOULOS, C.S., KOTOULAS, G., BERTOTTO, D., LIBERTINI, A. & VOLCKAERT, F.A.M. (2005).** A microsatellite linkage map of the european seabass *Dicentrarchus labrax* L.. *Genetics*. (sous presse).
- CHISTIakov, D.A., HELLEMANS, B., TSIGENOPOULOS, C.S., LAW, A.S., BARTLEY, N., BERTOTTO, D., LIBERTINI, A., KOTOULAS, G., HALEY, C.S. & VOLCKAERT, F.A.M. (2004).** Development and linkage relationships for new microsatellite markers of the sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Animals Genetics*. **35** (1): 53-57.
- CIFTCI, Y., CASTILHO, R. & MCANDREW, B.J. (2002).** More polymorphic microsatellite markers in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Molecular Ecology Notes*. **2**: 575-576.
- CLARIDGE, P.N. & POTTER, I.C. (1983).** Movements, abundance, age composition and growth of bass, *Dicentrarchus labrax*, in the Severn Estuary and inner Bristol Channel. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **63**: 871-879.
- COWARD, K. & BROMAGE, N.R. (2002,b).** Quantification of ovarian condition in fish: a safer, more precise alternative to established methodology. *Aquatic Living Resources*. **15** (4): 259-261.
- DANDO, P.R. & DEMIR, N. (1985).** On the spawning and nursery grounds of bass, *Dicentrarchus labrax*, in the Plymouth area. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **65**: 159-168.
- DEMARTINI, E.E. & FOUNTAIN, R.K. (1981).** Ovarian cycling frequency and batch fecundity in the queenfish, *Seriphus politus* : Attributes representative of serial spawning fishes. *Fishery Bulletin*. **79** (3): 547-560.
- DEVAUCHELLE, N. & COVES, D. (1988,a).** Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) reproductive in captivity : gametogenesis and spawning. *Aquatic Living Resources*. **1**: 215-222.
- DEVAUCHELLE, N. & COVES, D. (1988,b).** The characteristics of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) eggs : description, biochemical composition and hatching performances. *Aquatic Living Resources*. **1**: 223-230.
- DOREL, D. (1986).** Poissons de l'Atlantique Nord-Est. Relations taille - poids. *Ifremer, Centre de Nantes, DRV/Nantes*. 185 pp.

- DROUOT, B., MORIZUR, Y., DAURES, F., GUYADER, O. & THEBAUD, O. (2003).** Enquête téléphonique sur la pêche de loisirs du bar, premiers résultats. *Ifremer - rapport interne, novembre 2003*. 56 pp.
- DUVAL, L. (2004).** Elaboration sous Visilog d'un module de traitement et d'analyse d'images pour la caractérisation des oeufs de poissons marins. *ENIB, Laboratoire RESO - rapport de projet de fin d'études*. 64 pp.
- FAHY, E. (1981).** The wexford commercial sea bass *Dicentrarchus labrax* (L.) fishery. *Fisheries bulletin (Dublin)*. **3**: 10 pp.
- FERRARI, I. & CHEREGATO, A.R. (1981).** Feedings habits of juvenile stages of *Sparus aurata* L., *Dicentrarchus labrax* L. and Mugilidae in a brackish embayment of the Po River Delta. *Aquaculture*. **25**: 243-257.
- GALLET, F. & CAZAUBON, E. (1998).** Le bar commun (*Dicentrarchus labrax*) et son exploitation dans le Golfe de Gascogne en 1996. *Observatoire des pêches et des cultures marines du golfe de Gascogne, volet Ressources Vivantes*. 25 pp.
- GARCIA, L.M.B. (1989).** Development of an ovarian biopsy technique in the sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch). *Aquaculture*. **77** (1): 97-102.
- GUÉRAULT, D., DOREL, D. & DESAUNAY, Y. (1996).** Cartographie des nourriceries littorales de poissons du golfe de Gascogne. *Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Ifremer Nantes - rapport final d'étude*. **IFREMER/MAPA/DPMCM**: non paginé.
- HEINS, D.C. & BAKER, J.A. (1999).** Evaluation of ovum storage techniques for reproductive studies of fishes. *Ecology of Freshwater Fish*. **8** (2): 65-69.
- HISLOP, J.R.G. & BELL, M.A. (1987).** Observations on the size, dry weight and energy content of the eggs of some demersal fish species from British marine waters. *Journal of Fish Biology*. **31**: 1-20.
- HOLDEN, M.J. & WILLIAMS, T. (1974).** The biology, movements and population dynamics of bass, *Dicentrarchus labrax*, in english waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **54**: 91-107.
- HOLM, S. (1979).** A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics*. **6**: 65-70.
- ICES (2001).** Report of the study group on sea bass. **ICES CM 2001/ACFM : 25**.
- ICES (2002).** Report of the study group on sea bass. **ICES CM 2002/ACFM : 11 Ref G**.
- ICES (2003).** Report of the study group on sea bass. **ICES CM 2004/ACFM : 04**.
- ICES (2004).** Report of the study group on sea bass. **ICES CM 2005/ACFM : 04 Ref.G**.
- ICES (2005a).** Report on the assessment of demersal stocks in the North Sea and Skagerrak. **ICES CM 2005/ACFM : 07**.
- ICES (2005b).** Report of the working group on the assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy. **ICES CM 2005/ACFM : 08**.

- JENNINGS, S., LANCASTER, J.E., RYLAND, J.S. & SHACKLEY, S.E. (1991).** The age structure and growth dynamics of young-of-the-year bass, *Dicentrarchus labrax*, populations. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **71**: 799-810.
- JENNINGS, S. & PAWSON, M.G. (1991).** The development of bass, *Dicentrarchus labrax*, eggs in relation to temperature. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **71**: 107-116.
- JENNINGS, S. & PAWSON, M.G. (1992).** The origin and recruitment of bass, *Dicentrarchus labrax*, larvae to nursery areas. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **72**: 199-212.
- KARA, M.H. (1997).** Cycle sexuel et fécondité du Loup *Dicentrarchus labrax* (Poisson Moronidé) du golfe d'Annaba. *Cahier de Biologie Marine*. **38**: 161-168.
- KARA, M.H. (1999).** Age et croissance du loup *Dicentrarchus labrax* (Moronidae, Osteichthyes, Teleostei) du golfe d'Annaba, Algérie. *J. Appl. Ichthyol.* **15**: 181-187.
- KELLEY, D.F. (1979).** Bass populations and movements on the west coast of the U.K.. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **59**: 889-936.
- KELLEY, D.F. (1986).** Bass nurseries on the west coast of the U.K.. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **66**: 439-464.
- KELLEY, D.F. (1988).** The importance of estuaries for sea-bass, *Dicentrarchus labrax* (L.). *Journal of Fish Biology*. **33** (Supplément A): 25-33.
- KELLEY, D.F. (2002).** Abundance, growth and first-winter survival of young bass in nurseries of south-west England. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **82** (2): 307-319.
- KENNEDY, M. & FITZMAURICE, P. (1968).** Occurrence of eggs of bass *Dicentrarchus labrax* on the southern coasts of Ireland. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **48**: 585-592.
- KENNEDY, M. & FITZMAURICE, P. (1972).** The biology of the bass, *Dicentrarchus labrax*, in Irish waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **53**: 557-597.
- KOUTSIKOPOULOS, C. (1991).** Recrutement de la sole (*Solea solea*, L.) du golfe de Gascogne : influence de l'hydrologie et de l'hydrodynamisme. *Université de Bretagne Occidentale, Brest*. Thèse de 3ème cycle, option Océanographie Biologique. 215 pp.
- LAM HOAI, T. (1970).** Contribution à l'étude des Bars de la région des Sables d'Olonnes. *Trav. Fac. Sc. Rennes, Ser. Océanogr. Biol.* **3**: 39-68.
- LASSERE, G., LABOURG, P.J. & DOCHI, T. (1976).** Alevinage et exploitation des étangs saumâtres de la région d'Arcachon. *Vie et milieu*. **24** (2): 299-317.
- LAUREC, A. & FONTENEAU, A. (1978).** Estimation de l'abondance d'une classe d'âge. Utilisation des CPUE de plusieurs engins, en différentes zones et saisons. *ICCAT Recueil Doc. Sci.* **8** (1): 79-100.

- LAUREC, A. & LE GUEN, J.C. (1981).** Dynamique des populations marines exploitées. Tome 1 : concepts et modèles. *Rapports scientifiques et techniques. CNEXO n°45*: 118 pp.
- LE CARPENTIER, P. (1995).** Influence de la température, de la salinité et de la lumière sur la reproduction et l'élevage larvaire et embryonnaire du bar (*Dicentrarchus labrax*) et de la daurade (*Sparus aurata*). *Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes*. 120 pp.
- LE MAO, P. (1985).** Peuplements piscicole et teuthologique du bassin maritime de la Rance : impact de l'aménagement marémoteur. *ENSA de Rennes, Université de Rennes I*. Thèse de Doctorat Ingénieur en Sciences Agronomiques, option Halieutique. 125 - XXXVII pp.
- LE MASSON, V. (1981).** La pêche du bar à Etel : introduction à une gestion de stock. *ENSA de Rennes - rapport de DAA halieutique*. 68 pp.
- LEMAIRE, C., ALLEGRUCCI, G., NACIRI, M., BAHRI-SFAR, L., KARA, H. & BONHOMME, F. (2000).** Do discrepancies between microsatellite and allozyme variation reveal differential selection between sea and lagoon in the sea bass (*Dicentrarchus labrax*) ? *Molecular Ecology*. **9** (4): 457-467.
- LINNÉ, C. (1758).** Systema Naturae, per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. *Editio decima, reformata. Holmiae : Laurentii Salvii*. **1**: 824 pp.
- LOWERRE-BARBIERI, S.K. & BARBIERI, L.R. (1993).** A new method of oocyte separation and preservation for fish reproduction studies. *Fishery Bulletin*. **91** (1): 165-170.
- MASSKI, H. (1998).** Identification des frayères et étude des structures de population du Turbot *Psetta maxima* L. et du Bar *Dicentrarchus labrax* L. en Manche Ouest et dans les zones avoisinantes. *Université de Bretagne Occidentale, Faculté des sciences de Brest*. Thèse de 3ème cycle, option Océanographie Biologique. 136 pp.
- MAYER, I., SHACKLEY, S.E. & RYLAND, J.S. (1988).** Aspects of the reproductive biology of the bass, *Dicentrarchus labrax* L. 1. An histological and histochemical study of oocyte development. *Journal of Fish Biology*. **33**: 609-622.
- MAYER, I., SHACKLEY, S.E. & WITTHAMES, P.R. (1990).** Aspects of the reproductive biology of the bass, *Dicentrarchus labrax* L. 2. Fecundity and pattern of oocyte development. *Journal of Fish Biology*. **36**: 141-148.
- MORIZUR, Y., FRITSCH, M., VERON, G. & JAOUEN, A. (2002).** Analyse des captures de bar par la pêche récréative à partir d'un flux déclaratif : rapport préliminaire. *Ifremer - rapport interne, octobre 2002*. **R-INT.DRV/RH-Brest**: 18 pp. + annexes.
- MURUA, H. & SABORIDO-REY, F. (2003).** Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*. **33**: 23-31.
- NACIRI, M., LEMAIRES, C., BORSA, P. & BONHOMME, F. (1999).** Genetic study of the Atlantic/Mediterranean transition in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Heredity*. **90** (6): 591-596.

- NMFS (1999)**. Marine Recreational Fisheries Statistics Survey, Data User's Manual. http://www.st.nmfs.gov/st1/recreational/pubs/data_users/index.html, last modified 7/12/1999.
- PATARNELLO, T., BARGELLONI, L., CALDARA, F. & COLOMBO, L. (1993)**. Mitochondrial DNA sequence variation in the European sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. (Serranidae) : evidence of differential haplotype distribution in natural and farmed populations. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*. **2** (6): 333-337.
- PAWSON, M.G., KELLEY, D.F. & PICKETT, G.D. (1987)**. The distribution and migrations of bass, *Dicentrarchus labrax* L., in waters around England and Wales as shown by tagging. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **67**: 183-217.
- PAWSON, M.G. & PICKETT, G.D. (1988)**. Assessment and management of the UK bass (*Dicentrarchus labrax* L.) fishery. **CIEM CM 1988/H : 71**.
- PICKETT, G.D. & PAWSON, M.G. (1994)**. Sea bass biology, exploitation and conservation. *Fish and Fisheries series, ed. Chapman et Hall, London*. **vol. 12**: 337 pp.
- PICKETT, G.D., KELLEY, D.F. & PAWSON, M.G. (2004)**. The patterns of recruitment of sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. from nursery areas in England and Wales and implications for fisheries management. *Fisheries Research*. **68** (1-3): 329-342.
- POPE, J.G. (1972)**. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using Cohort analysis. *Res. Bull. International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries*. **9**: 65-74.
- POTTEN, S.D. (1990)**. Estimating the recreational catch of bass in England and Wales. *CEMARE Research Paper*. **n° 34**: 25 pp.
- QUERO, J.-C., PORCHE, P. & VAYNE, J.-J. (2003)**. Guide des poissons de l'Atlantique européen : identifier 955 espèces. *Les guides du naturaliste, Delachaux & Niestlé, Paris*. 465 pp.
- RAMON, D. & BARTOO, N. (1997)**. The effects of formalin and freezing on ovaries of albacore, *Thunnus alalunga*. *Fishery Bulletin*. **95** (4): 869-872.
- RIOU, P., MORIN, J. & LEMOINE, M. (1999)**. Etude des nourriceries de la Baie de Seine orientale et de l'estuaire de la Seine. Annexe I. *Ifremer, Station de Port-en-Bessin*. **DRV/RH/RST/99-05**.
- ROBLIN, C. (1980)**. Etude comparée de la biologie du développement (Gonadogenèse, Croissance, Nutrition) du Loup *Dicentrarchus labrax* en milieu naturel et en élevage contrôlé. *Université de Perpignan*. Thèse de 3ème cycle. 150 pp.
- RUSSEL, F.S. (1935)**. On the occurrence of post-larval stages of the bass, *Morone labrax* (L.), in the Plymouth area. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **20**: 71-72.
- SOUTHWARD, A.J. & DEMIR, N. (1972)**. The abundance and distribution of eggs and larvae of some Teleost fishes off Plymouth in 1969 and 1970. I. Methods and hydrography. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **52**: 987-996.

- STEUQUERT, B. (1972).** Contribution à l'étude du Bar *Dicentrarchus labrax* (L.) des réservoirs à poissons de la région d'Arcachon. *Université de Bordeaux 1, Faculté des Sciences*. Thèse de 3ème cycle, option Sciences Biologiques. 149 pp.
- STEUQUERT, B. & RAMCHARRUN, B. (1995).** The fecundity of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) from the western Indian Ocean. *Aquatic living resources*. **8** (1): 79-89.
- SYCH, R. (1971).** Some considerations on the theory of age determination of fish from their scales - Finding proofs of reliability. *EIFAC Technical Paper*. **13**: 68 pp.
- THOMPSON, B.M. & HARROP, R.T. (1987).** The distribution and abundance of bass (*Dicentrarchus labrax*) eggs and larvae in the English Channel and southern North Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. **67**: 263-274.
- TOPCHY, A., SCRIBNER, K. & PUNCH, W. (2004).** Accuracy-driven loci selection and assignment of individuals. *Molecular Ecology Notes*. **4** (4): 798-800.
- TSIGENOPOULOS, C.S., HELLEMANS, B., CHISTIAKOV, D.A., LIBERTINI, A., KOTOULAS, G. & VOLCKAERT, F.A.M. (2003).** Eleven new microsatellites of the sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Molecular Ecology Notes*. **3** (3): 352-354.
- VAN HERWERDEN, L., BENZIE, J. & DAVIES, C. (2003).** Microsatellite variation and population genetic structure of the red throat emperor on the Great Barrier Reef. *Journal of Fish Biology*. **62** (5): 987-999.
- WEIR, B.S. & COCKERHAM, C.C. (1984).** Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution*. **38** (6): 1358-1370.
- WITTHAMES, P.R. & WALKER, M.G. (1987).** An automated method for counting and sizing fish eggs. *Journal of Fish Biology*. **30** (3): 225-235.
- WRIGHT, S. (1951).** The genetical structure of populations. *Annals of Eugenics*. **15**: 323-354.
- YONEDA, M., FUTAGAWA, K., TOKIMURA, M., HORIKAWA, H., MATSUURA, S. & MATSUYAMA, M. (2002).** Reproductive cycle, spawning frequency and batch fecundity of the female whitefin jack *Kaiwarinus equula* in the East China Sea. *Fisheries Research*. **57** (3): 297-309.
- ZANUY, S., CARILLO, M. & RUIZ, F. (1986).** Delayed gametogenesis and spawning of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) kept under different photoperiod and temperature regimes. *Fish Physiology and Biochemistry*. **2** (1-4): 53-63.
- ZOHAR, Y., BILLARD, R. & WEIL, C. (1984).** La reproduction de la daurade (*Sparus aurata*) et du bar (*Dicentrarchus labrax*) : connaissance du cycle sexuel et contrôle de la gamétogenèse et de la ponte. **In** L'Aquaculture du Bar et des Sparidés. Edited by G. BARNABE and R. BILLARD. INRA Publ., Paris. 3-24.

ANNEXES

ANNEXE DU CHAPITRE A

Annexe A :	Clés « taille-âge »	261
------------	---------------------	-----

ANNEXES DU CHAPITRE C

Annexe C.1 :	Protocoles des manipes et compositions des solutions	273
Annexe C.2 :	Composition des milieux réactionnels, et conditions de température des PCR	275

ANNEXES DU CHAPITRE D

Annexe D.1 :	Les bases de données	277
Annexe D.2 :	Typologie nationale 2000 et répartition entre flottilles et sous-flottilles	282
Annexe D.3 :	Typologie nationale 2001 et répartition entre flottilles et sous-flottilles	284
Annexe D.4 :	Caractéristiques techniques des navires ciblant spécifiquement le bar	286
Annexe D.5 :	Caractéristiques OMNITEL® de l'institut BVA	291

ANNEXES DU CHAPITRE F

Annexe F.1 :	Données commerciales des captures de bar	292
Annexe F.2 :	Données brutes d'échantillonnages du bar	293
Annexe F.3 :	Données d'échantillonnages modifiées pour les extrapolations	296

ANNEXE A

CLÉS « TAILLE-ÂGE »

Du 2^{ème} trimestre 2000 au 4^{ème} trimestre 2002, les échantillonnages de bar de ligne en criée d'Audierne ont permis d'élaborer 11 clés « taille-âge » trimestrielles.

Pour chaque clé, les tailles correspondent aux longueurs totales des individus (de l'extrémité du museau à celle de la queue), mesurées au centimètre inférieur.

Les âges sont estimés par la lecture des écailles de ces mêmes individus. Les incertitudes d'estimation de l'âge augmentent parallèlement à celui des individus (*cf. §II du chapitre A*). Afin de s'affranchir des erreurs liées à la relative difficulté de lecture des écailles des individus les plus âgés, un groupe « 15+ » a été créé. Il englobe tous les individus dont l'âge est estimé supérieur ou égal à 15 ans.

2^{ème} trimestre 2000 : clé « taille-âge » établie à partir des échantillonnages en criée d'Audierne.

	ÂGE													Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	
34														0
35														0
36			3	2										5
37			4	1										5
38			5											5
39			2	1	1									4
40			3	2										5
41			2	2		1								5
42			2	3										5
43			1	4										5
44				4	1									5
45				4	1									5
46				4	1									5
47			1		4									5
48			1	3		1								5
49				5	1									6
50				1	3	1								5
51				1	1	2	1							5
52				2		1	2							5
53					1	1	2		1					5
54									1					1
55					1		2	1	1					5
56						1	2		1	1				5
57							1	1	2	1				5
58					1		1	1	1					4
59							2		1					3
60							1	1	3					5
61						1	1		3					5
62							3		2					5
63					1		1	1				2		5
64								2		1	1		1	5
65							1		1	1				3
66									1	1	3			5
67						1				1	1			3
68							1		2		1			4
69								1	1	1	1		1	5
70									2	1			1	4
71										2	1	1	1	5
72										2		1	1	4
73										1			3	4
74												1	2	3
75													4	4
76													5	5
77													2	2
78													2	2
79											1		1	2
80													2	2
81													1	1
82										1			1	2
83													1	1
84														0
85														0
86													1	1
Total	0	0	25	39	17	10	21	8	23	14	9	5	30	200

3^{ème} trimestre 2000 : clé « taille-âge » établie à partir des échantillonnages en criée d'Audierne.

	ÂGE													Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	
34														0
35		1	3											4
36			2											2
37			1											1
38			4											4
39			3	2										5
40			3	2										5
41			3	3										6
42			1	4										5
43				4	1									5
44				2	1									3
45				3	2									5
46				5		1								6
47				2	3									5
48				2	2	1								5
49				3	1	1								5
50				2	1	1	1							5
51				1	1	2	1							5
52					3		1		1					5
53						1	2	1		1				5
54				1	1	3	1	1						7
55							3	1		1				5
56							1	2	1					4
57							1	1	1	1	1			5
58							1	3	1	1				6
59								1	4		1			6
60								2	1					3
61								2	2	1				5
62								2		2	1			5
63								2			1			3
64								1		2		2		5
65									3		2		1	6
66									1	1		1	2	5
67						1			1		2		1	5
68									1	1			2	4
69										1			1	2
70									1	1	1		2	5
71									1	1			1	3
72													5	5
73										1			2	3
74										1			2	3
75									1			1	3	5
76												1	1	2
77											1	1	1	3
78												3	4	7
79														0
80													1	1
81													2	2
82													3	3
83													3	3
84													1	1
85													1	1
86														0
Total	0	1	20	36	16	11	12	19	20	16	10	9	39	209

4^{ème} trimestre 2000 : clé « taille-âge » établie à partir des échantillonnages en criée d'Audierne.

	ÂGE													Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	
34														0
35		1												1
36		1	1											2
37			1											1
38			5											5
39			5											5
40			4	1	1									6
41			3	2										5
42			2	2	1									5
43			1	2	1									4
44			2	3										5
45				4	3									7
46				3	1									4
47				1	3		1							5
48			2	2		1								5
49			1	1	3									5
50				2	3									5
51				1	3	1								5
52			1		3	1								5
53				1	2	1		2						6
54						3	1		2					6
55					2			1						3
56						2	1	2						5
57							1	1						2
58					1	2	1	1						5
59					1	1		1	2	1				6
60								1	2	3				6
61							2	2	1					5
62								1	2		1			4
63								1		2	1	1		5
64									1	3			1	5
65									1	2				3
66									1					1
67											1	1		2
68									1		1	3		5
69									1			2		3
70									2		1			3
71									1					1
72														0
73										1				1
74											1			1
75														0
76													1	1
77													1	1
78														0
79													2	2
80													2	2
81														0
82														0
83														0
84														0
85													1	1
86														0
Total	0	2	28	25	28	12	7	14	16	12	5	1	15	165

1^{er} trimestre 2001 : clé « taille-âge » établie à partir des échantillonnages en criée d'Audierne.

	ÂGE													Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	
34														0
35														0
36														0
37			2	1										3
38		1	1	3										5
39		1	1	2	1									5
40				5										5
41				4	1									5
42				4	1									5
43				2	3									5
44				5										5
45		1		1	2	1								5
46				2	2	1								5
47				1	4									5
48				1	2	2								5
49				3		2								5
50					5									5
51					1	1	1			1				4
52					1	4	1	1						7
53					4	1								5
54					2	2	1							5
55					3	2								5
56						1	1	2	1					5
57					3				2					5
58					1	1	1		1	1				5
59							2	1	1					4
60						1	2		2	1				6
61						1			2	2				5
62								1	2	2				5
63									1	2	1			4
64									1	1	2	1		5
65							1		2	1	1			5
66								1		2				3
67								1		3	1			5
68									2		2		1	5
69								1	1	1	2			5
70									3	2			1	6
71											3	1	1	5
72											1			1
73										1			2	3
74										1		1		2
75											1		1	2
76										1	1		1	3
77														0
78													1	1
79												2		2
80									1					1
81													1	1
82														0
83													1	1
84														0
85														0
86														0
Total	0	3	4	34	36	20	10	8	22	22	15	5	10	189

2^{ème} trimestre 2001 : clé « taille-âge » établie à partir des échantillonnages en criée d'Audierne.

	ÂGE														Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+		
34															0
35		1													1
36			1												1
37			1	4											5
38			2	3	1										6
39	1	1		3											5
40			2	3											5
41				4	1										5
42				5											5
43				5											5
44				1	4										5
45			2	1	2										5
46				1	4										5
47				3	2										5
48				1	4										5
49				2	2	1									5
50				1	2	1	1								5
51				2	1	2									5
52					1	3	1								5
53					1	2	1		1						5
54			1	1	2		1								5
55							3			2					5
56					1	1	1	1	1						5
57						2	1	1	1						5
58						1	1	3	1						6
59						1	1		1	2					5
60					1				2	1		1			5
61								3		1	1				5
62								1	1	3					5
63								1	2	1					4
64							1		2	1	1				5
65							1				3				4
66							1				3	1			5
67									2	2	1				5
68									2	1	2				5
69								1		1	1	1	1		5
70									1		3		1		5
71									1	1	1	1	1		5
72									1	1	1		2		5
73										2	1		1		4
74										2			3		5
75											1		4		5
76										1			4		5
77											1		2		3
78											1		1		2
79													1		1
80													1		1
81													1		1
82															0
83															0
84													1		1
85															0
86															0
Total	1	2	9	40	29	14	14	11	19	22	21	4	24		210

3^{ème} trimestre 2001 : clé « taille-âge » établie à partir des échantillonnages en criée d'Audierne.

	ÂGE													Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	
34														0
35														0
36														0
37														0
38														0
39		1												1
40			1	2										3
41				4	1									5
42		1		2	2									5
43			1	1										2
44				4		2								6
45				1	2	2								5
46				3	1	1								5
47		1	1	1	2									5
48					6									6
49				3	1	1	1							6
50					3	2								5
51					2	2	1							5
52					1	3	1							5
53					2	2	1							5
54					1	1	1		1	1				5
55						1	2		2					5
56						3	1	2						6
57					1		1		1	1				4
58						1	2		1	1				5
59							1	1	1					3
60									1	2	1			4
61							2		4					6
62							2	1	1	2				6
63							1		3		1			5
64								1	1	3				5
65								2		2	1			5
66									1	1		1	1	4
67									1	1	1		1	4
68									1		1		2	4
69										2			1	3
70								1		1	2	1		5
71											1		2	3
72										1				1
73										1			2	3
74												1		1
75														0
76													4	4
77													2	2
78														0
79													1	1
80														0
81													1	1
82													2	2
83														0
84														0
85														0
86														0
Total	0	3	3	21	25	21	17	8	19	19	8	3	19	166

4^{ème} trimestre 2001 : clé « taille-âge » établie à partir des échantillonnages en crèche d'Audierne.

	ÂGE													Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	
34														0
35														0
36														0
37		2												2
38		1												1
39		3												3
40				1										1
41			1											1
42		1												1
43				1										1
44				2	1									3
45														0
46			1	2										3
47				3										3
48				5	2									7
49				1	2									3
50				2										2
51					1									1
52					1									1
53					2									2
54														0
55														0
56						1		1						2
57					1									1
58														0
59														0
60							1							1
61					1	1								2
62														0
63							1							1
64										1				1
65														0
66														0
67										1	1			2
68									1	1	1			3
69														0
70							1						2	3
71														0
72													1	1
73														0
74												1		1
75													1	1
76														0
77														0
78													1	1
79														0
80														0
81														0
82														0
83														0
84														0
85														0
86														0
Total	0	7	2	17	11	2	3	1	1	3	2	1	5	55

1^{er} trimestre 2002 : clé « taille-âge » établie à partir des échantillonnages en criée d'Audierne.

	ÂGE													Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	
34														0
35														0
36														0
37			2											2
38			2											2
39			5											5
40		1	1	2	1									5
41			2		3									5
42			1	2	1									4
43			2	2	1									5
44				1	4									5
45					5									5
46					5									5
47					4	1								5
48					4	1								5
49				1	1	2	1							5
50			1		2	2								5
51					2	2	1							5
52				1	1	2								4
53					4	1			1					6
54					1	1	3							5
55							2							2
56						1				1				2
57						2								2
58							1							1
59							1	1						2
60							1	1		1		1		4
61								1		1	1			3
62														0
63									1					1
64														0
65										1	1			2
66											1	1		2
67														0
68														0
69											1			1
70												1		1
71												1		1
72														0
73														0
74														0
75														0
76														0
77														0
78														0
79														0
80														0
81														0
82														0
83														0
84														0
85														0
86														0
Total	0	1	16	9	39	15	10	3	2	3	5	4	0	107

2^{ème} trimestre 2002 : clé « taille-âge » établie à partir des échantillonnages en crèche d'Audierne.

	ÂGE													Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	
34														0
35														0
36			2											2
37			1											1
38		1	4											5
39		1	4											5
40			3	2										5
41			2	1	2									5
42			2	1	2									5
43				1	4									5
44			1	1	3									5
45				1	4									5
46				1	2	2								5
47					3	2								5
48				1	4	1								6
49					2	3								5
50					2	1		2						5
51					2	2		1						5
52					3		1				1			5
53			1		1	1	2							5
54					1	1	2							4
55						3		1		1				5
56						1	2	1						4
57						4				1				5
58						1		4		1				6
59						1	3			1				5
60								1		1		1		3
61						1	1		2	1				5
62							1		1	2	1			5
63								2			1	1		4
64								2			1	2		5
65										1	1	3		5
66									2			1		3
67									1	1			1	3
68										1	1			2
69											3	1		4
70											1		3	4
71													2	2
72											2	2		4
73										1		1	1	3
74												1		1
75													1	1
76											1		1	2
77													1	1
78											1			1
79														0
80														0
81													1	1
82													2	2
83														0
84														0
85														0
86														0
Total	0	2	20	9	35	24	12	14	6	12	14	13	13	174

3^{ème} trimestre 2002 : clé « taille-âge » établie à partir des échantillonnages en criée d'Audierne.

	ÂGE														Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+		
34		1													1
35	1	4													5
36		5													5
37		4	1												5
38		5	1												6
39		6													6
40		2	4												6
41		2	4												6
42			4	2											6
43		1	5	1	1										8
44			2	3	2										7
45				1	3										4
46				2	3										5
47			1	2	3										6
48			3	1	1										5
49				1	4										5
50				1	1	3									5
51					5	1									6
52					3	1									4
53					3	2									5
54					1	2			2						5
55						2	1	1	1						5
56						4		1							5
57					2	1		1		1					5
58				1	2	1	1		1						6
59							3		1						4
60						1		2	1						4
61								2	2		1				5
62								3	2						5
63						2		1		1					4
64									1	2	2				5
65							1		2	1					4
66								1			1	1			3
67									2	2	1				5
68											2	2			4
69									1	1	2	1			5
70								1	4		2	1	2		10
71									1	1	3		2		7
72											2	1	5		8
73								1			4	1	1		7
74											3		2		5
75											1		1		2
76											1	1	2		4
77											1	1	4		6
78													2		2
79												2	3		5
80															0
81													2		2
82															0
83															0
84															0
85															0
86															0
Total	1	30	25	15	34	19	7	14	21	9	26	11	26		238

4^{ème} trimestre 2002 : clé « taille-âge » établie à partir des échantillonnages en criée d'Audierne.

	ÂGE													Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	
34														0
35	1													1
36		5												5
37	2	3												5
38		5	1											6
39		3	2											5
40		1	3	2										6
41			4	1										5
42			2	3										5
43		1	1	2	1									5
44		1	1	1	2									5
45			3	1	2									6
46			1		4									5
47			1	1	2	1								5
48					5									5
49				2	3									5
50				1	3	1								5
51				2	2	1								5
52				1	3	1								5
53					2	1	2							5
54				1	2	2								5
55				1	2									3
56						3								3
57					2	3								5
58					1	2	1							4
59					1	2	1				1			5
60						1	1	1		2				5
61						1	1	1	2					5
62						1	1		3					5
63						2		1						3
64						1	1	3						5
65							2	2		1				5
66								1	2	1				4
67											1			1
68									2	2	2			6
69										1				1
70									1					1
71														0
72														0
73														0
74									1	1		1		3
75														0
76														0
77														0
78														0
79														0
80														0
81														0
82														0
83														0
84														0
85														0
86														0
Total	3	19	19	19	37	23	10	9	11	8	4	1	0	163

ANNEXE C.I

PROTOCOLES DES MANIPES ET COMPOSITIONS DES SOLUTIONS

- 1- Extraction d'ADN au phénol / chloroforme
- 2- Tampon d'extraction
- 3- Gel d'acrylamide 6%, TBE 1X final
- 4- TBE 20X
- 5- Bleu de charge pour gel d'acrylamide

I- EXTRACTION D'ADN AU PHÉNOL / CHLOROFORME

- Prélever un morceau de tissu et rajouter 500 μL de tampon d'extraction.
- Ajouter 100 μL de SDS 10% et 10 μL de Protéinase K à 10 mg.mL^{-1} .
- Incuber à 55°C jusqu'à complète dissolution (peut se faire toute une nuit).
- Ajouter 300 μL de NaCl 5M et centrifuger 10 min à 5000 rpm à température ambiante.
- Récupérer 800 μL de surnageant avec un cône bleu coupé au bout.
- Faire 2 extractions (au minimum) au phénol / chloroforme / alcool isoamilique (25 : 24 : 1) :
 - Ajouter 500 μL de mélange P/C/AIA.
 - Mélanger à la main pendant 10 à 20 sec.
 - Centrifuger 5 min à 12000 rpm à température ambiante.
 - Récupérer la phase aqueuse (surnageant).
- Précipiter la phase aqueuse avec 2 volumes d'éthanol 100% à -20°C (si possible laisser précipiter toute une nuit).
- Bien homogénéiser et centrifuger 30 min à 12000 rpm à 4°C.
- Jeter le surnageant et rincer le culot avec 200 μL d'éthanol 70% à -20°C.
- Sécher et reprendre dans 100 μL d'eau ultra-pure ou de tampon d'extraction.

II- TAMPON D'EXTRACTION

Pour 500 mL :

- 10 mL de NaCl 5M
- 20 mL d'EDTA 0,5 M
- 75 mL de Tris 2M pH 8
- QSP 500 mL eau ultra-pure

III- SOLUTION D'ACRYLAMIDE 6%, TBE 1X FINAL

Pour 1 L :

- 420 g d'urée
- 150 mL de solution 40% Acrylamide Biorad 29 : 1
- 50 mL TBE 20X
- QSP 1 L eau distillée

- Dissoudre l'urée dans 200 mL d'eau environ par pulses de 30 à 40 sec au micro-ondes.
- Rajouter la solution d'acrylamide et le TBE.
- QSP 1L eau distillée.
- Filtrer la solution obtenue

IV- TBE 20X

Pour 1 L :

- 121 g de Tris ultra-pure
- 76 g d'acide borique
- 7,5 g d'EDTA
- QSP 1 L eau distillée

- Dissoudre le Tris, l'acide borique et l'EDTA dans 600 mL d'eau environ, par agitation magnétique ou manuelle.
- QSP 1 L d'eau distillée.
- Filtrer la solution obtenue.

V- BLEU DE CHARGE POUR GEL D'ACRYLAMIDE

- 100% formamide
- 20 mM EDTA
- bleu de bromophénol (assez pour colorer !)

ANNEXE C.2

COMPOSITION DES MILIEUX RÉACTIONNELS DES PCR

Pour chaque amorce utilisée, le tableau ci-dessous présente les concentrations et/ou quantités des différents produits entrant dans la composition des PCR, ou leur équivalent en volumes. Les valeurs sont données pour l'amplification d'un individu. La Taq DNA polymerase utilisée est de la Taq Promega à 1 unité. μL^{-1} .

		DLA0001	DLA0003	DLA0004	DLA0006	DLA0011	DLA0107	DLA0111	Dla-47
CONCENTRATIONS	Tampon Taq 10X	1X	1X	1X	1X	1X	1X	1X	1X
	MgCl ₂ 25mM	1875 μM	1875 μM	1875 μM	1250 μM	1875 μM	1000 μM	1000 μM	1875 μM
	dNTPs 5 mM each	500 μM each	500 μM each	500 μM each	500 μM each	500 μM each	50 μM each	50 μM each	500 μM each
	Amorce F 10 μM	0,5 μM	0,5 μM	0,5 μM	0,5 μM	0,5 μM	0,5 μM	0,5 μM	0,5 μM
	Amorce R 10 μM	0,5 μM	0,5 μM	0,5 μM	0,5 μM	0,5 μM	0,5 μM	0,5 μM	0,5 μM
	BSA	20 μg	20 μg	0	0	0	20 μg	20 μg	0
	Taq DNA polymerase	0,2 unités	0,2 unités	0,2 unités	0,2 unités				
	Eau milliQ	QSP 20 μL	QSP 20 μL	QSP 20 μL	QSP 20 μL				
	ADN	10 ng	10 ng	20 ng	10 ng	20 ng	20 ng	10 ng	20 ng
	VOLUMES, en μL	Tampon Taq 10X	2	2	2	2	2	2	2
MgCl ₂ 25mM		1,5	1,5	1,5	1	1,5	0,8	0,8	1,5
dNTPs 5 mM each		2	2	2	2	2	0,2	0,2	2
Amorce F 10 μM		1	1	1	1	1	1	1	1
Amorce R 10 μM		1	1	1	1	1	1	1	1
BSA 2%		1	1	0	0	0	1	1	0
Taq DNA polymerase		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Eau milliQ		10,3	10,3	10,3	11,8	10,3	11,8	12,8	10,3
ADN 10 ng. μL^{-1}		1	1	2	1	2	2	1	2
<i>Volume final</i>		20	20	20	20	20	20	20	20

CONDITIONS DE TEMPÉRATURE DES PCR

		Température, en °C	Durée	Nb cycles	Thermocycleur
DLA0001	<i>Dénaturation initiale</i>	94	10'	1	RoboCycler® Gradient 96 Stratagene®
	<i>Dénaturation</i>	94	1'	35	
	<i>Hybridation</i>	58	1'		
	<i>Elongation</i>	72	1'		
	<i>Elongation finale</i>	72	10'	1	
DLA0003	<i>Dénaturation initiale</i>	94	10'	1	GeneAmp® PCR System 9700 / Applied Biosystems
	<i>Dénaturation</i>	94	40"	35	
	<i>Hybridation</i>	58	40"		
	<i>Elongation</i>	72	1'		
	<i>Elongation finale</i>	72	10	1	
DLA0004	<i>Dénaturation initiale</i>	94	10'	1	GeneAmp® PCR System 9700 / Applied Biosystems
	<i>Dénaturation</i>	94	40"	35	
	<i>Hybridation</i>	58	40"		
	<i>Elongation</i>	72	1'		
	<i>Elongation finale</i>	72	10	1	
DLA0006	<i>Dénaturation initiale</i>	94	10'	1	RoboCycler® Gradient 96 Stratagene®
	<i>Dénaturation</i>	94	1'	35	
	<i>Hybridation</i>	55	1'		
	<i>Elongation</i>	72	1'		
	<i>Elongation finale</i>	72	10'	1	
DLA0011	<i>Dénaturation initiale</i>	96	2'	1	RoboCycler® Gradient 96 Stratagene®
	<i>Dénaturation</i>	96	45"	30	
	<i>Hybridation</i>	56	45"		
	<i>Elongation</i>	72	1'		
	<i>Elongation finale</i>	72	10'	1	
DLA0107	<i>Dénaturation initiale</i>	96	2'	1	RoboCycler® Gradient 96 Stratagene®
	<i>Dénaturation</i>	96	45"	30	
	<i>Hybridation</i>	54	45"		
	<i>Elongation</i>	72	1'		
	<i>Elongation finale</i>	72	10'	1	
DLA0111	<i>Dénaturation initiale</i>	96	2'	1	RoboCycler® Gradient 96 Stratagene®
	<i>Dénaturation</i>	96	45"	30	
	<i>Hybridation</i>	56	45"		
	<i>Elongation</i>	72	1'		
	<i>Elongation finale</i>	72	10'	1	
Dia-47	<i>Dénaturation initiale</i>	94	10'	1	RoboCycler® Gradient 96 Stratagene®
	<i>Dénaturation</i>	94	1'	35	
	<i>Hybridation</i>	57	1'		
	<i>Elongation</i>	72	1'		
	<i>Elongation finale</i>	72	10'	1	

ANNEXE D.1

LES BASES DE DONNÉES

1- STRUCTURATION DES DONNÉES DISPONIBLES

Comme pour toute ressource exploitée par la pêche professionnelle française, les informations relatives aux évolutions temporelles des ventes et débarquements du bar commun, ainsi qu'aux caractéristiques des usagers non récréatifs qui le pêchent, sont regroupées au sein des bases de données propres au système français de collecte des données de pêche professionnelle. Ce système repose principalement sur deux sources distinctes de renseignements - les ventes d'une part, et les journaux de bord (logbook et fiches de pêche) de l'autre - auxquelles il faut rajouter les enquêtes de terrain dites d'« activité », effectuées directement auprès des patrons-pêcheurs. Les bases qui résultent de ces différents flux informatifs sont gérées par plusieurs organismes plus ou moins indépendants les uns des autres.

Mais il convient tout d'abord de mentionner l'existence du fichier « flotte nationale », transmis à l'IFREMER par la DPMA (Direction des Pêches Maritimes et Aquaculture) via le BCS (Bureau Central des Statistiques). Ce fichier récapitule l'historique de tous les navires de pêche français, en se basant sur leur numéros d'immatriculation, et en référencant notamment leurs caractéristiques techniques et géographiques. Toutes les bases présentées ci-dessous renseignent l'immatriculation des navires référencés, et dépendent donc de ce fichier.

L'OFIMER (Office National Interprofessionnel des Produits de la Mer et de l'Aquaculture) gère le RIC, c'est-à-dire le réseau inter-créées de collecte des données de vente de la pêche fraîche dans les ports français. Mis en place en 1985, ce réseau permet de regrouper toutes les informations relatives aux ventes, c'est-à-dire tout ce qui concerne les productions. Pour un navire, une date et un lieu de vente donnés, les tonnages débarqués répartis en catégories commerciales par espèce sont ainsi renseignés.

Par l'intermédiaire des CRTS (Centres Régionaux de Traitements Statistiques), la DPMA (qui dépend du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires Rurales) gère la base de données « Marées » générée par les journaux de bords déclaratifs. Depuis 1994, ces journaux de bord (logbooks pour les navires de 10 mètres et plus, et fiches de pêche pour les moins de 10 m) doivent normalement être remplis par tous les navires. Ils permettent de renseigner des données de captures et d'effort par [navire] x [marée] x [engin(s) utilisé(s)] x [zone(s) de pêche fréquentée(s)].

Le rapprochement des données RIC et « Marées », nécessaire à toute analyse croisant des informations de productions et d'activité, est effectué par le BCS de la DPMA au niveau de la base « Statistiques de pêche ». Cette base est accessible et utilisable par les agents Ifremer, et toutes les extractions de données de pêche professionnelle concernant le bar commun ont été faites par son intermédiaire. A noter que la structure informatique de la base « Statistiques de pêche » a subi de profondes modifications ces dernières années, et que l'étude d'une série temporelle nécessite actuellement une double extraction : la première pour toutes les données antérieures au 31 décembre 1998, et la seconde pour toutes les données postérieures au 1^{er} janvier 1999.

Enfin, la base « Activité » est développée et gérée par Ifremer. Elle permet de reconstituer les calendriers annuels d'activité des navires au moyen des données déclaratives de la base « Marées », complétées et validées par enquêtes directes auprès des patrons-pêcheurs. Pour un mois donné, cette base renseigne jusqu'à 5 métiers unitaires pratiqués par chaque navire référencé, un métier unitaire se définissant comme l'association entre un engin de pêche et une espèce cible (voire un groupe d'espèces cibles), sans référence à une zone de pêche précise. Certains navires polyvalents, qui utilisent plusieurs engins et ciblent plus d'une espèce avec un même engin, pratiquent régulièrement plus de 5 métiers par mois. Ce sont alors les enquêteurs qui, à partir des données de terrain et des tonnages déclarés au niveau de la base « Marées », déterminent les 5 métiers « principaux » figurant dans la base « Activité ». Cette base renseigne également les périodes d'inactivité des différents navires et, au travers des tables de « typologie nationale », permet leur classification en différentes flottilles et sous-flottilles selon les engins mis en œuvre.

2- REMARQUES SUR LA QUALITÉ DES DONNÉES

Ces différentes bases et tables de données, dont l'utilisation est incontournable au traitement de toute problématique ayant trait à la pêche professionnelle française, ne sont malheureusement que relativement peu fiables dès lors que l'on souhaite obtenir des informations précises et détaillées.

2.1- La base RIC

Tous les débarquements vendus hors-criée échappent quasi intégralement au RIC. Le plus souvent, ces débarquements ne sont d'ailleurs pas non plus retrouvés dans le flux déclaratif en provenance des logbooks et fiches de pêche, et représentent donc des tonnages de poissons dont on sait qu'ils existent sans pouvoir les évaluer. Selon les espèces et métiers considérés, la part de l'information non renseignée peut être plus ou moins forte, et donc plus ou moins dommageable à la qualité des données recherchées.

Par exemple, si on considère le cas du bar pêché par les petits navires côtiers que sont en général les ligneurs et/ou palangriers, on ne peut avoir qu'une idée approximative des quantités annuelles débarquées. En effet, ces navires font partie de ceux susceptibles de vendre leur pêche hors-criée, bien que dans des proportions actuellement non connues et non estimées.

Mais si l'on passe outre ce problème, on peut considérer que les données de productions de la pêche professionnelle en provenance du RIC pour le bar commun (quantités débarquées par [lieu de vente] x [date de vente] x [navire] x [catégories commerciales]), bien qu'incomplètes et non exhaustives, restent relativement vraisemblables.

2.2- La base « Marées »

La base « Marées », qui référence les captures déclarées par les pêcheurs professionnels en fonction de l'activité des navires (engins utilisés, zones de pêche fréquentées, temps de pêche associés aux captures), présente l'inconvénient majeur de très nettement sous-estimer les tonnages débarqués. En effet, la figure 1 indique que la quasi exhaustivité de cette base par rapport à celle du RIC, n'a été atteinte qu'en 1994 et 1995. En dehors de ces deux années, les captures annuelles totales de bar déclarées sont rarement supérieures à 80 % des ventes annuelles de bar totales recensées dans le RIC. Elles sont même en constant recul depuis 1995, et restent inférieures à 60 % des ventes depuis 2000. Le mode de collecte des données de la base « Marées », qui proviennent d'une source déclarative et ne sont donc pas totalement fiables, n'est pas étranger à cet état

de fait. Cependant, c'est essentiellement le rendu incomplet des fiches de pêche et des logbooks qui est responsable de cette sous-estimation de la production déclarée.

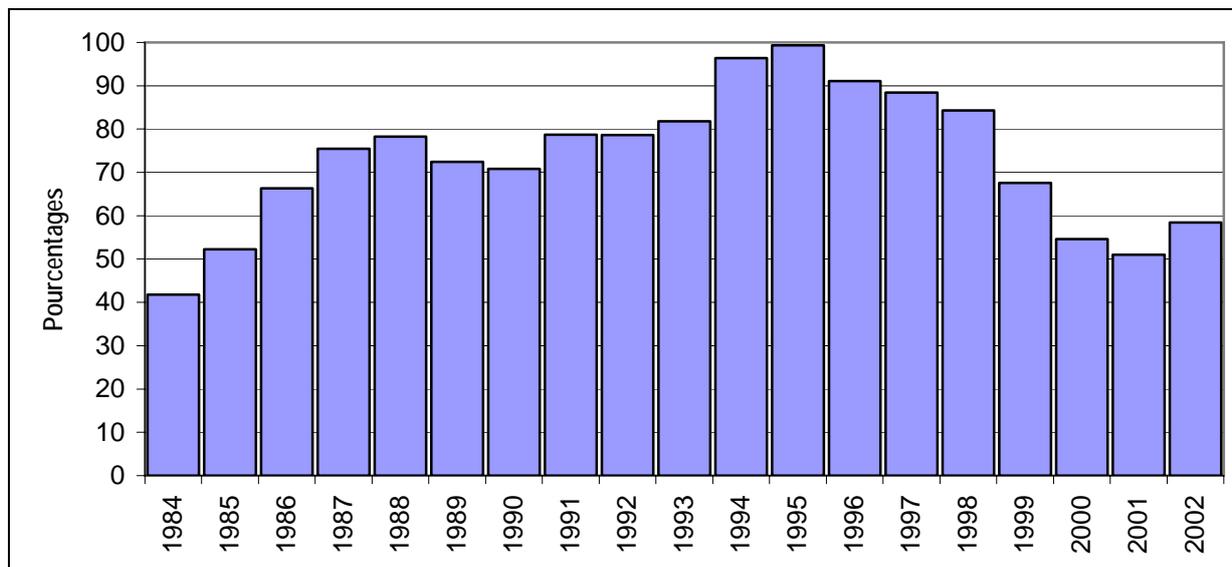


Figure 1 : Totalité des captures annuelles de bar provenant des données « Logbook », exprimée en pourcentage de la totalité des ventes annuelles de bar provenant des données du RIC.

D'autre part, la constitution de la base « Marées » nécessite la saisie manuelle de toutes les fiches de pêche et logbooks rendus par les pêcheurs, d'où une source d'erreur non négligeable. Dans le cas du chalutage pélagique en bœuf par exemple, où deux chalutiers travaillent en paire, chacun des deux capitaines remplit le logbook correspondant à son navire. Pour une marée donnée, le poids déclaré est propre à chaque navire (car ce poids dépend de la part des captures totales récupérée par chacun des deux navires, et diffère donc d'un logbook à l'autre), mais le temps de pêche, le nombre d'opérations de pêche, ainsi que les zones de pêches fréquentées devraient être renseignés de la même manière. Or ce n'est pas toujours le cas, les déclarations des deux capitaines ne concordant pas forcément, et il est alors difficile d'estimer la situation réelle.

De plus, des problèmes d'homogénéisation du protocole de saisie mis en place par les différents CRTS sont parfois décelés. Toujours dans le cas du chalutage pélagique en bœuf, les informations contenues dans la base « Marées » pour une marée donnée doivent normalement tenir compte de la somme des captures des deux navires d'une même paire (afin de respecter le poids total débarqué), mais doivent renseigner les dates de pêche, le nombre d'opérations de pêche, le temps de pêche et les rectangles statistiques uniquement à partir du logbook du seul navire de la paire considéré comme « principal ». Cependant, quelques saisies ne sont pas toujours faites selon ce modèle. Par exemple, le nombre d'opérations de pêche et le temps de pêche des chalutiers travaillant en bœufs et ayant débarqué à Lorient, sont parfois renseignés en sommant les informations des deux logbooks. Au niveau de l'ensemble des tables constituant la base de données, on obtient alors des informations renseignées différemment, donc non

homogènes, et donc difficilement utilisables lors d'un traitement qui se voudrait précis et « propre ».

Entre les logbooks qui ne sont pas toujours bien remplis et les problèmes de saisie, les sources et risques d'erreur sont multiples. Déceler et corriger ces erreurs devient alors illusoire, sauf si l'on a recours directement à l'ensemble des logbooks concernés, ce qui semble impossible dès lors que la recherche de données est faite sur plusieurs années, plusieurs criées, et tous les bateaux qui débarquent leurs prises dans ces criées, comme c'est le cas dans cette étude.

L'utilisation de la base « Marées » reste indispensable dans la plupart des problématiques traitées, car les informations ayant trait à l'activité détaillée des navires ne peuvent le plus souvent être trouvées ailleurs. Cependant, cette base est incomplète, comporte de nombreux biais, et est de plus d'une manipulation lourde et complexe. Les résultats qui en sont tirés doivent par conséquent être analysés avec beaucoup de précautions, car leur fiabilité peut dans la plupart des cas être très largement mise en doute.

ANNEXE D.2

TYPOLOGIE NATIONALE 2000 ET RÉPARTITION ENTRE FLOTTILLES ET SOUS-FLOTTILLES

Typologie Nationale		Flottilles	Sous-Flottilles	Typologie Nationale		Flottilles	Sous-Flottilles
critère 1	critère 2			critère 1	critère 2		
Chalutier pur	?	Chalutier	Ch	Caseyeur-ligneur	Ligneur	La	
Chalutier pur	Chalutier pur	Chalutier	Ch	Caseyeur-ligneur-palangrier	Ligneur	LPa	
Chalutier-dormant	Chalutier-caseyeur	Chalutier	Ch a	Caseyeur-palangrier	Ligneur	Pa	
Chalutier-dormant	Chalutier-fileyeur	Chalutier	Ch F	Caseyeur-palangrier-rivage	Ligneur	Pa	
Chalutier-dormant	Chalutier-palangrier	Chalutier	Ch P	Caseyeur-palangrier-tamis	Ligneur	Pa	
Chalutier-dragueur	Chalutier-dragueur	Chalutier	Ch a	Caseyeur-rivage	Divers		
Chalutier-dragueur	Chalutier-dragueur-filet	Chalutier	Ch F	Caseyeur	Caseyeur pur	Divers	
Chalutier-dragueur	Chalutier-dragueur-tamis	Chalutier	Ch a	Caseyeur-poly	Caseyeur-ligneur	Ligneur	La
Chalutier-tamis	Chalutier-tamis	Chalutier	Ch a	Caseyeur-poly	Caseyeur-ligneur-palangrier	Ligneur	LPa
				Caseyeur-poly	Caseyeur-palangrier	Ligneur	Pa
Fileyeur	Fileyeur pur	Fileyeur	F	Caseyeur-poly	Caseyeur-palangrier-rivage	Ligneur	Pa
Fileyeur-caseyeur	Fileyeur-caseyeur	Fileyeur	Fa	Caseyeur-poly	Caseyeur-plongeur	Divers	
Fileyeur-caseyeur-poly	Fileyeur-caseyeur-ligneur	Fileyeur	FLa	Caseyeur-poly	Caseyeur-tamis	Divers	
Fileyeur-caseyeur-poly	Fileyeur-caseyeur-ligneur-palangrier	Fileyeur	FLPa	Caseyeur-poly	Casier-tamis-rivage	Divers	
Fileyeur-caseyeur-poly	Fileyeur-caseyeur-palangrier	Fileyeur	FPa				
Fileyeur-poly		Fileyeur	Fa	Dragueur	Dragueur pur	Divers	
Fileyeur-poly	Fileyeur-ligneur	Fileyeur	FL	Dragueur-dormant	Dragueur-caseyeur	Divers	
Fileyeur-poly	Fileyeur-ligneur-palangrier	Fileyeur	FLP	Dragueur-dormant	Dragueur-caseyeur-palangrier	Ligneur	Pa
Fileyeur-poly	Fileyeur-ligneur-palangrier-rivage	Fileyeur	FLPa	Dragueur-dormant	Dragueur-caseyeur-tamis	Divers	
Fileyeur-poly	Fileyeur-ligneur-tamis	Fileyeur	FLa	Dragueur-dormant	Dragueur-fileyeur	Fileyeur	Fa
Fileyeur-poly	Fileyeur-palangrier	Fileyeur	FP	Dragueur-dormant	Dragueur-fileyeur-caseyeur	Fileyeur	Fa
Fileyeur-poly	Fileyeur-palangre-conch	Fileyeur	FPa	Dragueur-dormant	Dragueur-fileyeur-caseyeur-palangrier	Fileyeur	FPa

Fileyeur-poly	Fileyeur-palangrier-plongée	Fileyeur	FPa	Dragueur-dormant	Dragueur-fileyeur-goemonier	Fileyeur	Fa
Fileyeur-poly	Fileyeur-palangrier-rivage	Fileyeur	FPa	Dragueur-dormant	Dragueur-fileyeur-ligneur	Fileyeur	FLa
Fileyeur-poly	Fileyeur-rivage	Fileyeur	Fa	Dragueur-dormant	Dragueur-fileyeur-palangrier	Fileyeur	FPa
Fileyeur-poly	Fileyeur-senneur	Fileyeur	FS	Dragueur-dormant	Dragueur-fileyeur-rivage	Fileyeur	Fa
Fileyeur-poly	Fileyeur-tamis-rivage	Fileyeur	Fa	Dragueur-dormant	Dragueur-fileyeur-tamis	Fileyeur	Fa
				Dragueur-dormant	Dragueur-goémonier	Divers	
Senneur	Senneur	Fileyeur	S	Dragueur-dormant	Dragueur-ligneur	Ligneur	La
				Dragueur-dormant	Dragueur-ligneur-palangrier	Ligneur	LPa
Ligneur		Ligneur	L	Dragueur-dormant	Dragueur-ligneur-senneur	Fileyeur	SL
Ligneur	Caseyeur-ligneur	Ligneur	La	Dragueur-dormant	Dragueur-palangrier	Ligneur	Pa
Ligneur	Caseyeur-ligneur-palangrier	Ligneur	LPa	Dragueur-dormant	Dragueur-palangrier-senneur	Fileyeur	SP
Ligneur	Caseyeur-palangrier	Ligneur	Pa	Dragueur-dormant	Dragueur-palangrier-tamis	Ligneur	Pa
Ligneur	Fileyeur-ligneur-palangrier	Fileyeur	FLP	Dragueur-dormant	Dragueur-polydormant	Divers	
Ligneur	Ligne-rivage	Ligneur	La	Dragueur-dormant	Dragueur-tamis	Divers	
Ligneur	Ligneur pur	Ligneur	L	Dragueur-dormant	Dragueur-tamis-polydormant	Divers	
Ligneur	Ligneur-conch	Ligneur	La				
Ligneur	Ligneur-palangrier	Ligneur	LP	Tamis	Tamis	Divers	
Ligneur	Ligneur-rivage	Ligneur	La	Tamis-poly		Divers	
Ligneur	Ligneur-senneur	Fileyeur	SL	Tamis-poly	Caseyeur-ligneur-palangrier	Ligneur	LPa
Ligneur	Palangrier pur	Ligneur	P	Tamis-poly	Caseyeur-palangrier-tamis	Ligneur	Pa
Ligneur	Palangrier-fileyeur	Fileyeur	FP	Tamis-poly	Caseyeur-tamis	Divers	
				Tamis-poly	Fileyeur-caseyeur	Fileyeur	Fa
?	?	Divers		Tamis-poly	Fileyeur-caseyeur-ligneur-palangrier	Fileyeur	FLPa
Divers		Divers		Tamis-poly	Fileyeur-palangrier-tamis	Fileyeur	FPa
Divers	Fileyeur-palangrier-rivage	Fileyeur	FPa	Tamis-poly	Fileyeur-tamis	Fileyeur	Fa
Divers	Plongée-rivage	Divers		Tamis-poly	Ligneur-palangrier	Ligneur	LP
Divers	Plongée-rivage-ligne	Divers		Tamis-poly	Ligneur-palangrier-tamis-rivage	Ligneur	LPa
Divers	Rivage	Divers		Tamis-poly	Palangrier-tamis	Ligneur	Pa
				Tamis-poly	Tamis-conch	Divers	
				Tamis-poly	Tamis-ligne	Ligneur	La
				Tamis-poly	Tamis-poly	Divers	
				Tamis-poly	tamis-rivage	Divers	

ANNEXE D.3

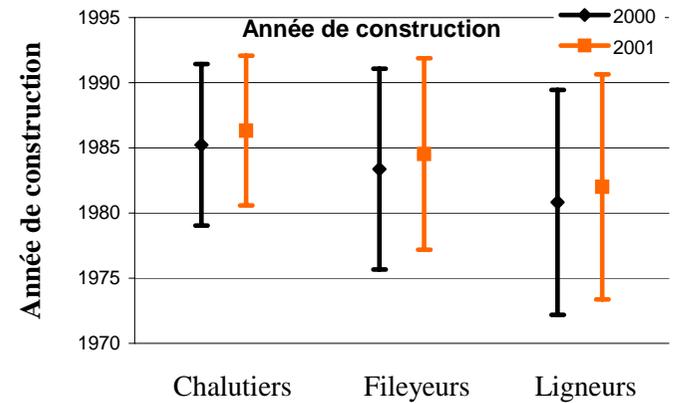
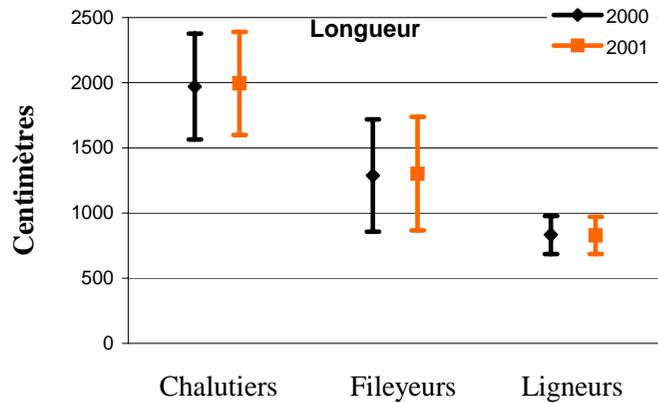
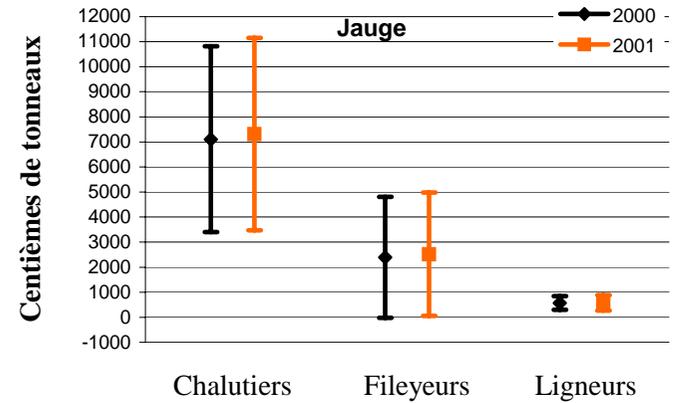
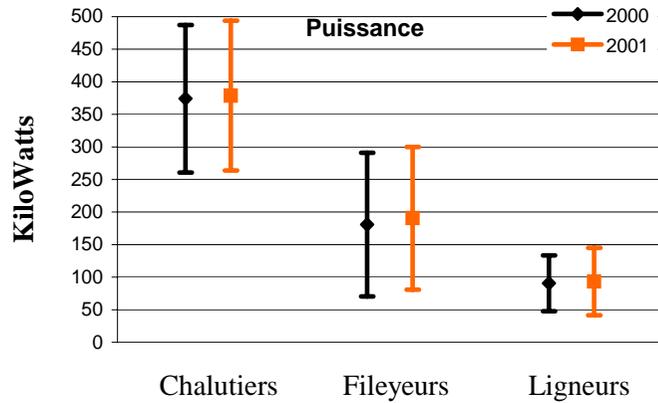
TYPOLOGIE NATIONALE 2001 ET RÉPARTITION ENTRE FLOTTILLES ET SOUS-FLOTTILLES

Typologie Nationale		Flottilles	Sous-Flottilles	Typologie Nationale		Flottilles	Sous-Flottilles
critère 1	critère 2			critère 1	critère 2		
chaluts de fond dominants	Chalutiers - dormants	Chalutier	Fd a	casiers et pièges dominants	Chalutiers - tamiseurs - dormants	Chalutier	Ch a
chaluts de fond dominants	Chalutiers - dragueurs - dormants	Chalutier	Fd a	casiers et pièges dominants	Dragueurs - dormants	Divers	
chaluts de fond dominants	Chalutiers - dragueurs - tamiseurs - dormants	Chalutier	Fd a	casiers et pièges dominants	Dragueurs - tamiseurs - dormants	Divers	
chaluts de fond dominants	Chalutiers - tamiseurs - dormants	Chalutier	Fd a	casiers et pièges dominants	Tamiseurs - dormants	Divers	
chaluts de fond	Chalutiers de fond	Chalutier	Fd	casiers et pièges	Caseyeurs à buccin	Divers	
chaluts de fond	Chalutiers de fond langoustines et poissons	Chalutier	Fd	casiers et pièges	Caseyeurs purs	Divers	
chaluts de fond	Chalutiers de fond purs	Chalutier	Fd	casiers et pièges	Caseyeurs - ligneurs	Ligneur	La
chaluts de fond	Chalutiers mixtes	Chalutier	Fd	casiers et pièges	Caseyeurs - ligneurs - dormants	Ligneur	La
chaluts de fond	Chalutiers - dragueurs	Chalutier	Fd a	casiers et pièges	Caseyeurs - palangriers	Ligneur	Pa
chaluts de fond	Chalutiers - dragueurs - tamiseurs	Chalutier	Fd a	casiers et pièges	Caseyeurs - palangriers - dormants	Ligneur	Pa
chaluts de fond	Chalutiers - tamiseurs	Chalutier	Fd a	casiers et pièges	Fileyeurs - caseyeurs	Fileyeur	Fa
chaluts de fond	Chalutiers à crevette purs	Chalutier	Ch	casiers et pièges	Fileyeurs - caseyeurs - dormants	Fileyeur	Fa
chaluts de fond	Chalutiers à langoustines purs	Chalutier	Ch				
				dragues dominants	Chalutiers - dragueurs - dormants	Chalutier	Ch a
chaluts et sennes pélagiques dominants	Chalutiers - dormants	Chalutier	Pel a	dragues dominants	Dragueurs - dormants	Divers	
chaluts et sennes pélagiques dominants	Dragueurs - dormants	Divers		dragues dominants	Dragueurs - tamiseurs - dormants	Divers	
chaluts et sennes pélagiques	Chalutiers pélagiques purs	Chalutier	Pel	dragues	Dragueurs purs	Divers	
chaluts et sennes pélagiques	Senneurs	Fileyeur	S	dragues	Chalutiers - dragueurs	Chalutier	Ch a
chaluts et sennes pélagiques	Senneurs - fileyeurs	Fileyeur	FS	dragues	Chalutiers - dragueurs - tamiseurs	Chalutier	Ch a
chaluts et sennes pélagiques	Chalutiers mixtes	Chalutier	Ch				
chaluts et sennes pélagiques	Chalutiers - dragueurs	Chalutier	Ch a	dormants polyvalents	Caseyeurs - ligneurs - dormants	Ligneur	La
				dormants polyvalents	Caseyeurs - palangriers	Ligneur	Pa
perche dominants	Chalutiers - dormants	Chalutier	Ch a	dormants polyvalents	Caseyeurs - palangriers - dormants	Ligneur	Pa
perche	Chalutiers - dragueurs	Chalutier	Ch a	dormants polyvalents	Fileyeurs - caseyeurs	Fileyeur	Fa
perche	Chalutiers de fond langoustines et poissons	Chalutier	Fd	dormants polyvalents	Fileyeurs - caseyeurs - dormants	Fileyeur	Fa
perche	Chalutiers de fond purs	Chalutier	Fd	dormants polyvalents	Fileyeurs - ligneurs	Fileyeur	FL

filets dominants	Chalutiers - dragueurs - dormants	Chalutier Ch a	dormants polyvalents	Fileyeurs - ligneurs - dormants	Fileyeur FLa
filets dominants	Dragueurs - dormants	Divers	dormants polyvalents	Fileyeurs - palangriers	Fileyeur FP
filets dominants	Dragueurs - tamiseurs - dormants	Divers	dormants polyvalents	Fileyeurs - palangriers - dormants	Fileyeur FPa
filets dominants	Chalutiers - dragueurs - tamiseurs - dormants	Chalutier Ch a	dormants polyvalents	Fileyeurs - pièges	Fileyeur Fa
filets dominants	Tamiseurs - dormants	Divers	dormants polyvalents	Plongeurs - dormants	Divers
filets	Fileyeurs - caseyeurs	Fileyeur Fa	dormants polyvalents	Rivage - dormants	Divers
filets	Fileyeurs - caseyeurs - dormants	Fileyeur Fa			
filets	Fileyeurs - ligneurs	Fileyeur FL	autres engins dormants dominants	Tamiseurs - dormants	Divers
filets	Fileyeurs - ligneurs - dormants	Fileyeur FLa	autres engins dormants	Plongeurs - dormants	Divers
filets	Fileyeurs - palangriers	Fileyeur FP	autres engins dormants	Rivage	Divers
filets	Fileyeurs - palangriers - dormants	Fileyeur FPa	autres engins dormants	Rivage - dormants	Divers
filets	Fileyeurs - pièges	Fileyeur Fa			
filets	Plongeurs - dormants	Divers	engins polyvalents	Fileyeurs - caseyeurs - dormants	Fileyeur Fa
filets	Rivage - dormants	Divers	engins polyvalents	Chalutiers - dormants	Chalutier Ch a
			engins polyvalents	Chalutiers - dragueurs - dormants	Chalutier Ch a
hameçons dominants	Chalutiers - dormants	Chalutier Ch a	engins polyvalents	Chalutiers - dragueurs - tamiseurs - dormants	Chalutier Ch a
hameçons dominants	Chalutiers - dragueurs - dormants	Chalutier Ch a	engins polyvalents	Chalutiers - tamiseurs - dormants	Chalutier Ch a
hameçons dominants	Dragueurs - dormants	Divers	engins polyvalents	Dragueurs - dormants	Divers
hameçons dominants	Dragueurs - tamiseurs - dormants	Divers	engins polyvalents	Dragueurs - tamiseurs - dormants	Divers
hameçons dominants	Tamiseurs - dormants	Divers	engins polyvalents	Tamiseurs - dormants	Divers
hameçons	Ligneurs purs	Ligneur L			
hameçons	Palangriers purs	Ligneur P			
hameçons	Caseyeurs - ligneurs	Ligneur La	mobiles polyvalents	Chalutiers mixtes	Chalutier Ch
hameçons	Caseyeurs - ligneurs - dormants	Ligneur La	mobiles polyvalents	Chalutiers - dragueurs	Chalutier Ch a
hameçons	Caseyeurs - palangriers	Ligneur Pa	mobiles polyvalents	Chalutiers - dragueurs - tamiseurs	Chalutier Ch a
hameçons	Caseyeurs - palangriers - dormants	Ligneur Pa	mobiles polyvalents	Chalutiers - tamiseurs	Chalutier Ch a
hameçons	Fileyeurs - ligneurs	Fileyeur FL			
hameçons	Fileyeurs - ligneurs - dormants	Fileyeur FLa	autres engins mobiles dominants	Dragueurs - tamiseurs - dormants	Divers
hameçons	Fileyeurs - palangriers	Fileyeur FP	autres engins mobiles dominants	Tamiseurs - dormants	Divers
hameçons	Fileyeurs - palangriers - dormants	Fileyeur FPa	autres engins mobiles	Tamiseurs purs	Divers
hameçons	Ligneurs - palangriers	Ligneur LP	autres engins mobiles	Chalutiers - tamiseurs	Chalutier Ch a
hameçons	Ligneurs - palangriers - dormants	Ligneur LP	autres engins mobiles	Dragueurs - tamiseurs	Divers
hameçons	Rivage - dormants	Divers			

ANNEXE D.4

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES NAVIRES CIBLANT SPÉCIFIQUEMENT LE BAR



Puissance (en kiloWatts), jauge (en centièmes de tonneaux), longueur (en centimètres) et âge (année de construction) des 3 principales flottilles françaises (chalutiers, fileyeurs et ligneurs) ciblant spécifiquement le bar, pour les années 2000 et 2001. Les valeurs moyennes et les écarts types des caractéristiques techniques des navires sont représentés.

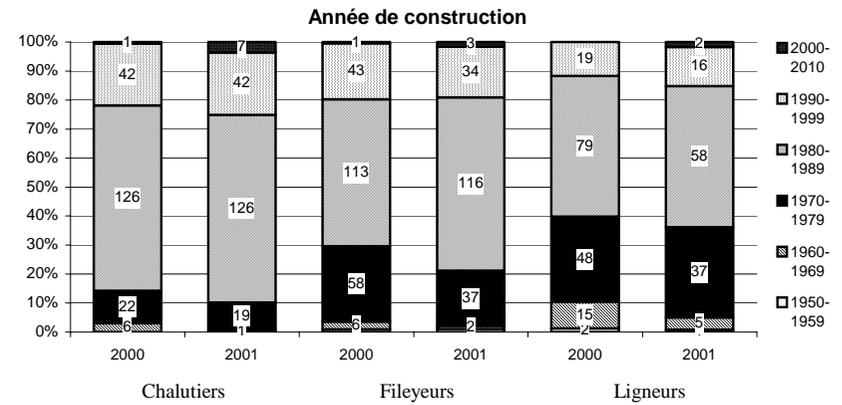
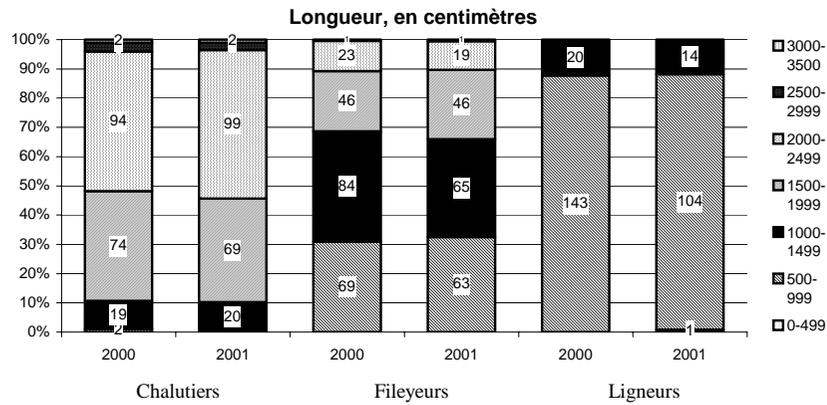
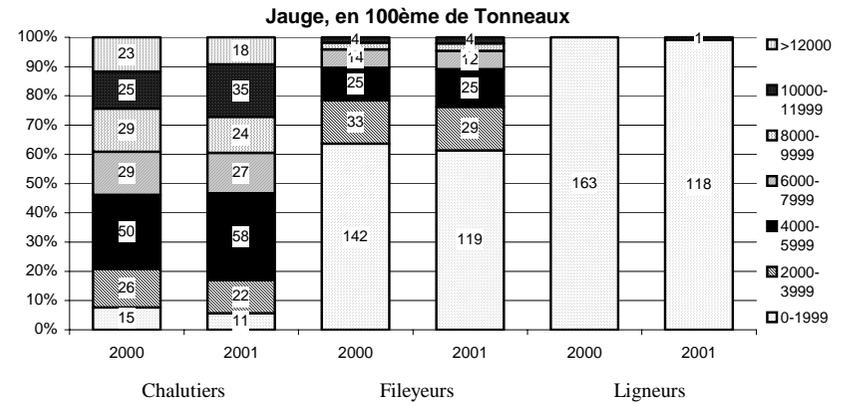
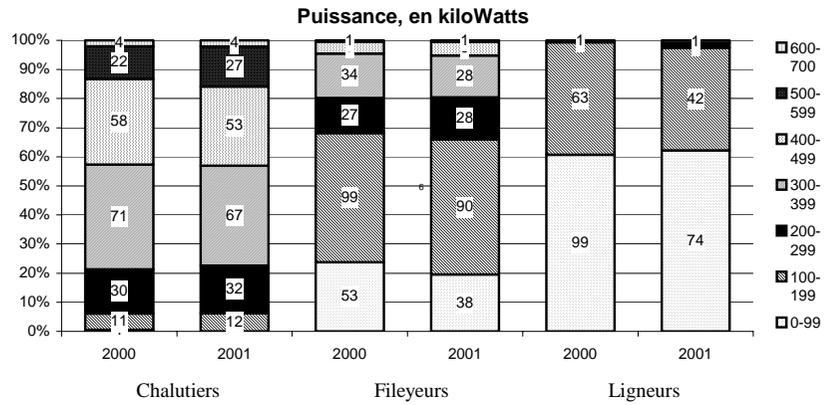
CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES MOYENNES DES DIFFÉRENTES FLOTTILLES

D'une année l'autre, au sein de chacune des trois flottilles, les différentes composantes techniques restent très stables. En effet, pour une flottille et une composante donnée, les valeurs moyennes ainsi que les écarts types sont pratiquement identiques entre 2000 et 2001. Ceci semble indiquer que les flottilles se composent de groupes de navires qui n'ont pas évolué, ou très peu, entre 2000 et 2001.

Que l'on s'intéresse à la longueur, à la jauge ou à la puissance, les caractéristiques techniques les plus importantes sont toujours trouvées chez les chalutiers (20 m ; 72 Tx ; 375 kW). Les ligneurs (8,3 m ; 5,7 Tx ; 90 kW) présentent les caractéristiques techniques les plus « faibles », et les fileyeurs occupent une position intermédiaire (13 m ; 24 Tx ; 185 kW), plutôt plus proche de celle des ligneurs que de celle des chalutiers.

Chacune des flottilles possède donc des caractéristiques techniques qui lui sont propres et qui diffèrent de celles des autres flottilles. Chez les ligneurs, les faibles écart-types observés suggèrent une flottille homogène, composée de navires ayant tous plus ou moins les mêmes particularités. Mais ce n'est pas le cas des chalutiers et des fileyeurs, qui présentent des écarts types très grands. Les navires composant ces deux flottilles possèdent donc des caractéristiques assez hétérogènes.

En ce qui concerne l'année de construction des navires, les différences entre flottilles sont moins sensibles. En moyenne, les chalutiers sont les plus jeunes (construction un peu après 1985), mais n'ont qu'un ou deux ans de moins que les fileyeurs. Les navires appartenant à la flottille des ligneurs sont les plus vieux, avec des dates de construction situées vers 1981 ou 1982. Les larges écarts types (6 ans au minimum, et jusqu'à près de 9 ans) indiquent que l'on trouve des navires d'âges relativement différents dans chacune des flottilles. La flottille des chalutiers est la plus homogène, surtout par rapport aux ligneurs où des navires de plus de 30 ans en côtoient de beaucoup plus récents. Cependant, d'une manière très générale, les navires qui ciblent le bar ne semblent pas appartenir à la partie la plus âgée de la flotte présente dans le Golfe de Gascogne et en Manche.



Répartition, pour les années 2000 et 2001, des caractéristiques techniques (puissance, jauge, longueur et âge) des navires des 3 principales flottilles françaises ciblant le bar (chalutiers, fileyeurs et ligneurs) en classes de tailles exprimées en pourcentage. Les nombres dans les barres d'histogrammes représentent le nombre de navires appartenant à chaque classe de taille.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DÉTAILLÉES DES DIFFÉRENTES FLOTTILLES

La représentation des quatre composantes techniques réparties en différentes classes, permet d'apprécier les modes dominants dans chaque flottille, ainsi que la répartition des différents navires autour de ces modes. Comme précédemment, les variations entre 2000 et 2001 sont quasi inexistantes. Les groupes de navires composant les flottilles n'ont donc pas (ou très peu) évolué d'une année l'autre.

Longueur. La gamme de taille la plus étendue est trouvée chez les chalutiers. Cependant, les plus petits navires de cette flottille ne mesurent qu'exceptionnellement moins de 10 mètres, et les plus grands (jusqu'à 35 mètres) sont très peu fréquents. La quasi totalité des chalutiers (plus de 80 %) se situent entre 15 et 25 mètres, avec un mode majoritaire entre 20 et 25 mètres. Du point de vue de la longueur, cette flottille est plus homogène que celles des fileyeurs, où les tailles se distribuent presque équitablement entre petits (de 5 à 10 mètres), moyens (entre 10 et 15 mètres), et plus gros navires (plus de 15 mètres avec 10 % de 20-25 mètres). Pour les ligneurs, les navires ne dépassent pas 15 mètres, et près de 90 % d'entre eux se situent dans la tranche des 5 à 10 mètres.

Jauge. A une exception près, la jauge des ligneurs n'excède pas 20 Tx. La majorité des fileyeurs (plus de 60 %) présentent également ces jauges peu importantes. Celles des autres fileyeurs sont plus élevées mais atteignent rarement de fortes valeurs : seuls 5 % des navires dépassent 80 Tx. Les chalutiers ont des jauges plus importantes et plus variables, qui s'échelonnent de moins de 20 Tx à plus de 120 Tx. Le mode principal se situe entre 40 et 60 Tx, mais il n'est pas très marqué. La présence d'une cale, nécessaire à la conservation des poissons pêchés tout le long de la marée, explique les différences de jauge entre chalutiers hauturiers et fileyeurs ou ligneurs le plus souvent côtiers.

Puissance. La puissance des chalutiers s'étale grossièrement de 100 à 600 kW. Le mode prédominant (plus de 30 % des navires) se situe entre 300 et 400 kW, tandis que les classes directement inférieures (200 à 300 kW) et directement supérieures (400 à 500 kW) sont également bien représentées. Chez les fileyeurs, ce sont essentiellement les navires de 100 à 200 kW qui dominent (plus de 40 %). Les navires moins puissants (moins de 100 kW) sont également assez nombreux. Quelques navires peuvent être plus puissants, mais les fileyeurs ne dépassent que rarement 400 kW. Malgré quelques exceptions, la puissance maximum des ligneurs peut être fixée à 200 kW. La majorité d'entre eux (60 %) se situe même en dessous de 100 kW.

Âge. Les mêmes classes d'âge se retrouvent dans toutes les flottilles, mais les navires s'y répartissent dans des proportions variables. Le mode prédominant est toujours celui correspondant à une date de construction dans les années 80 : plus de 60 % pour les chalutiers, près de 60 % pour les fileyeurs, et près de 50 % pour les ligneurs. Mais chez

les fileyeurs et les ligneurs, il y a plus de navires construits dans les années 70 (et même dans les années 60 pour les ligneurs) que chez les chalutiers. En outre, les navires les plus récents (construits dans les années 90) sont plus nombreux chez les chalutiers et les fileyeurs que chez les ligneurs. La flottille des chalutiers est donc la plus homogène et la plus jeune du point de vue de l'âge. Celle des fileyeurs est également un peu plus jeune que celle des ligneurs, bien que des navires assez âgés soient présents dans les deux cas.

ANNEXE D.5

CARACTÉRISTIQUES OMNITEL® DE L'INSTITUT BVA

CATÉGORIE D'AGGLOMÉRATION	ÂGE DE L'INTERVIEWÉ (REGROUPÉ)	REVENUS MENSUELS EN EUROS	PROFESSION DE L'INTERVIEWÉ
<ul style="list-style-type: none"> • Commune rurale • Ville de 2000 à 19999 hab. • Ville de 20000 à 99000 hab. • Ville de 100000 à 199999 hab. • Ville de 200000 hab. et plus • Agglomération parisienne 	<ul style="list-style-type: none"> • 15-17 ans • 18-24 ans • 25-34 ans • 35-49 ans • 50-64 ans • 65 ans et plus 	<ul style="list-style-type: none"> • Moins de 228 • De 228 à 381 • De 382 à 609 • De 610 à 990 • De 991 à 1219 • De 1221 à 1524 • De 1525 à 1981 • De 1982 à 2439 • De 2440 à 3048 • De 3049 à 4573 • De 4574 à 7622 • Plus de 7622 • ne sait pas • refus, ne veut pas dire 	<ul style="list-style-type: none"> • Agriculteur exploitant • Artisan petit commerçant • Chef d'entreprise de plus de 10 salariés • Profession libérale • Professeur / profession scientifique • Cadre et autre profession intellectuelle supérieur • Profession intermédiaire • Instituteur ou assimilé • Employé • Personnel de service • Ouvrier / ouvrier agricole • Retraite • Elève / étudiant • Autres / inactif
DÉPARTEMENT (EN CLAIR)	NOMBRE DE PERSONNES AU FOYER		
	<ul style="list-style-type: none"> • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 et plus • Ne sait pas / ne répond pas 		
RÉGIONS UDA			
<ul style="list-style-type: none"> • Région parisienne • Bassin parisien est • Bassin parisien ouest • Nord • Ouest • Est • Sud ouest • Centre est • Méditerranée 			
SEXE DE L'INTERVIEWÉ	NOMBRE D'ENFANTS DE MOINS DE 15ANS	NIVEAU SCOLAIRE	PROFESSION DU CHEF DE FAMILLE
<ul style="list-style-type: none"> • Homme • Femme 	<ul style="list-style-type: none"> • Oui • Non 	<ul style="list-style-type: none"> • Primaire • Primaire, supérieur, ou Secondaire jusqu'à la 3ème • Secondaire niveau bac • Technique ou commerciale • Supérieure • N'est jamais allé à l'école • Refus, ne veut pas dire 	<ul style="list-style-type: none"> • IDEM
ÂGE DE L'INTERVIEWÉ (EN CLAIR)		CHEF DE FAMILLE	ACTIVITÉ DE L'INTERVIEWÉ
		<ul style="list-style-type: none"> • Oui • Non 	<ul style="list-style-type: none"> • Actif • Inactif
		MAÎTRESSE DE MAISON	SITUATION DE FAMILLE
		<ul style="list-style-type: none"> • Oui • Non 	<ul style="list-style-type: none"> • Marié • Vivant maritalement • Célibataire • Veuf(ve) • Divorcé(e) • Séparé

ANNEXE F.1

DONNÉES COMMERCIALES DES CAPTURES DE BAR

Les valeurs sont exprimées en tonnes. Les données proviennent du RIC et ont été croisées avec la table de typologie nationale 2001 et la base « Marées » : elles sont structurées par [année] x [trimestre] x [métier] x [zone géographique] x [catégorie commerciale]. Le métier « chalut de fond » regroupe tous les types de chalut autre que pélagique. La « ligne » correspond à tous les types de lignes et de palangres. Le métier « divers » est utilisé pour les captures dont l'engin n'est pas renseigné. Les catégories correspondent aux catégories commerciales CEE : catégorie 10, bars de plus de 2 kg ; catégorie 20, bars entre 1 et 2 kg ; catégorie 30, bars de moins de 1 kg. La catégorie « 00 » a été appliquée aux captures pour lesquelles cette information n'est pas renseignée.

Métier	Zone	Catégorie	2000				2001				2002			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Chalut pélagique	Golfe	00	14.7	1.7	0.3	1.3	5.7	0.5	0.3	1.9	2.1	0.0	0.0	-0.4
		10	98.8	6.6	1.5	11.6	114.2	4.7	2.3	14.2	67.9	19.4	1.1	10.2
		20	117.7	6.9	1.7	26.5	184.2	7.7	4.3	22.9	129.1	28.2	1.3	19.9
		30	111.0	11.8	2.6	36.4	195.3	8.6	4.7	24.5	108.1	30.2	1.4	18.3
	Manche	00	21.7	9.7	2.3	10.2	19.7	5.0	1.4	25.9	25.6	8.7	1.8	20.0
		10	106.0	13.0	0.2	2.0	48.5	27.7	0.2	17.3	33.8	13.4	0.4	11.7
		20	134.9	22.9	0.3	6.3	109.5	49.5	0.4	24.5	72.8	27.3	0.6	27.1
		30	121.5	37.8	0.4	6.1	89.7	83.7	0.4	12.9	72.7	34.4	0.7	63.7
Chalut de fond	Golfe	00	18.4	9.2	5.1	16.8	9.6	5.9	3.5	6.4	3.5	-0.2	0.0	1.0
		10	54.4	9.4	12.3	28.9	53.7	9.1	11.3	26.1	44.9	6.2	10.0	30.9
		20	76.6	11.8	15.3	59.8	74.4	19.2	17.2	37.1	73.4	9.1	13.0	52.3
		30	109.7	23.9	21.8	88.1	90.0	24.3	19.6	42.6	80.4	13.7	14.0	51.1
	Manche	00	13.7	11.0	7.4	19.4	16.7	9.9	9.9	8.7	22.3	13.8	7.3	12.2
		10	30.5	7.8	6.0	15.4	33.6	6.9	6.4	31.4	38.7	12.7	6.4	29.1
		20	47.8	14.4	13.6	38.3	60.9	20.1	14.7	43.1	74.3	26.4	13.3	48.1
		30	39.8	29.6	19.1	31.9	60.2	23.2	13.9	23.6	68.5	32.9	14.1	39.0
	Boulogne	00	2.7	6.5	1.1	6.3	6.4	2.6	2.0	10.5	3.2	2.7	3.2	15.3
		10	7.6	7.8	5.4	6.1	25.3	7.1	3.1	5.6	5.4	5.0	5.0	6.9
		20	18.4	18.1	8.4	17.5	26.1	8.5	6.4	19.3	9.2	11.3	7.2	18.9
		30	47.7	33.1	6.4	38.8	49.3	18.9	9.8	43.9	38.1	29.9	16.7	110.6
	Dieppe	00	0.4	2.0	0.9	1.2	0.9	2.2	1.6	1.1	0.3	2.0	2.5	2.1
		10	4.0	0.7	1.2	0.7	2.4	1.0	0.9	1.0	1.9	1.5	2.1	1.0
		20	15.2	3.2	5.2	3.1	8.8	5.9	3.3	3.5	9.2	5.6	7.1	5.3
		30	13.8	3.9	6.0	2.6	6.8	8.2	5.6	2.4	10.0	6.0	6.1	5.9
Filet	Golfe	00	31.7	14.8	13.4	21.8	15.7	12.2	9.7	8.9	2.0	-0.1	0.4	0.8
		10	54.8	13.8	19.9	44.3	62.9	13.4	22.9	42.2	57.7	15.3	18.1	47.4
		20	86.4	18.1	29.2	82.3	99.9	20.5	36.7	69.2	95.9	21.8	29.6	78.9
		30	111.7	31.8	40.9	99.3	116.0	24.6	35.4	59.2	87.1	24.4	30.3	68.8
	Manche	00	2.2	8.3	9.1	9.0	1.9	9.3	9.5	10.7	1.9	8.4	6.3	8.7
		10	2.1	4.4	4.8	9.2	1.8	6.2	3.6	8.6	3.9	5.5	6.6	8.5
		20	5.2	6.2	6.3	12.2	5.2	8.2	6.5	10.4	5.9	10.4	9.1	15.8
		30	3.8	8.9	6.4	14.7	3.6	9.6	5.7	9.7	5.1	15.8	13.0	35.1
Ligne	Golfe	00	1.5	7.5	5.0	4.9	0.5	3.2	3.7	1.6	0.4	0.1	0.6	-0.2
		10	5.6	12.2	20.0	23.2	7.1	11.6	20.9	19.5	6.0	16.0	21.0	28.2
		20	6.9	14.4	29.4	39.1	8.8	19.1	36.7	28.0	8.9	29.0	31.5	46.1
		30	11.0	29.0	41.5	55.5	11.2	27.0	38.3	25.8	8.7	22.3	26.8	34.2
	Manche	00	1.1	20.0	39.8	15.6	1.5	13.4	28.0	15.4	0.5	10.4	19.4	7.9
		10	3.9	11.0	18.4	7.9	5.0	13.4	17.7	15.8	3.9	9.6	21.3	12.2
		20	11.6	9.0	11.7	12.0	21.0	12.4	17.3	14.7	10.6	14.0	17.8	19.2
		30	8.8	11.0	9.5	11.1	15.2	13.7	10.4	6.0	8.2	10.4	7.9	11.9
Divers	Golfe	00	3.6	4.9	5.3	5.0	1.7	3.2	3.2	2.4	0.5	0.1	0.4	0.0
		10	11.3	17.7	23.6	25.2	13.2	15.4	24.1	22.0	11.7	15.4	22.1	24.2
		20	10.2	19.0	29.5	34.9	11.7	22.0	35.3	26.9	14.7	20.7	29.0	32.3
		30	13.9	35.1	39.6	49.4	13.3	27.6	38.0	26.7	16.3	18.8	25.3	32.9
	Manche	00	0.6	5.6	5.0	3.3	0.8	12.1	11.0	3.2	0.6	7.9	6.3	0.9
		10	2.0	7.1	7.1	2.0	1.9	7.7	6.8	1.6	2.1	7.5	8.4	4.6
		20	2.3	11.5	11.8	3.6	2.8	15.8	15.7	2.7	3.0	12.7	8.6	3.0
		30	2.0	24.7	19.2	3.5	2.4	22.4	13.3	1.4	3.3	11.5	6.3	1.9

ANNEXE F.2

DONNÉES BRUTES D'ÉCHANTILLONNAGE DU BAR

Tableau 1 : Nombre de poissons mesurés, par [année] x [trimestre] x [engin] x [zone géographique] x [lieu].

Métier	Zone	Lieu	2000				2001				2002				2003				2004	
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Chalut pélagique	Golfe	CBA									153				182				356	141
		XLO	629								413	267								366
		XLR	69																	
		XLS														17				
	Manche	GMX													479	84		190	320	123
Chalut de fond	Golfe	KMN											3							
		XAC										32								
		XLR	162	124	22	221	88	10	144	245	302	84	243	205						
		XLS		7	115	75			23	111			25	110						
	Manche	GMX	196												277				71	
		NCN												182		175				122
		XBL												369	278		187			90
		XDP												214	51	57				
Filets autres	Golfe	AAY												22						
		EMN			43				13				21							
		KMN		27		46		94		62	49	43	14							
		XLR	100	63			56	257	86	105	88	108	37	26						
	Manche	XLS				108														
Filet à sole	Golfe	DNO									95									
		EMN			22		209	69		44	41	47								
		KMN		29	20			10												
		XLR	153	12	44		112		5	14	6	38	59							
	Manche	XAD		56	16					5										
Ligne	Golfe	AAY										308	325	79						
	Manche	XAD		113	656	301	1321	625	590	51	283	455	597	369						
		XBR												171						
Palangre	Golfe	CBA	174	70	159	137	181	130	128	53	75	28	141	145						
		EMN			31	23			12	8		3	97	69						
		KMN	62		5	35	164	29		32	45	16								
		XLR	81	17	131	60	153	16	82	68	5	120	110	171						
	Manche	XLS										13								
		XAD		147	318	78		39	33			98	103							

AAY = criée de Quiberon
 CBA = criée de Saint-Jean-de-Luz, Ciboure
 DNO = criée l'Herbaudière
 EMN = criée de Royan
 GMX = criée Roscoff
 KMN = criée la Cotinière
 NCN = criée de Grandcamp-Maisy
 XAC = criée d'Arcachon

XBL = criée de Boulogne-sur-Mer
 XBR = criée de Brest
 XDP = criée de Dieppe
 XLO = criée de Lorient
 XLR = criée de La Rochelle
 XLS = criée des Sables d'Olonne

XAD = criée d'Audierne

Tableau 2 : Nombre de poissons mesurés, par [année] x [trimestre] x [métier] x [zone géographique] x [catégorie commerciale]. Les cases surlignées indiquent que les échantillonnages correspondant sont soit inexistant, soit insuffisants (effectifs des mesures de longueurs inférieurs à 100 par [année] x [trimestre] x [métier] x [zone], ou inférieurs à 20 par [année] x [trimestre] x [métier] x [zone] x [catégorie commerciale]).

Métier	Zone	Catégorie	2000				2001				2002				2003				2004		
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
Chalut pélagique		10	138								101	63			229	56		89	167	96	
		20	138								207	91			201	22		69	340	131	
		30	422								258	113			231	23		32	169	403	
Chalut de fond	Golfe	10	18	21	4	15	3	1	13	21	54	9	21	23							
		20	47	21	24	104	7		32	122	73	49	35	82							
		30	97	89	109	177	78	9	122	213	175	58	215	210							
	Manche	10	76											17	20	25					10
		20	58											89	48	82				25	26
		30	62											76	209	68			46	86	
	Boulogne	10															8				9
		20												5	65		46				
		30												364	213		133				81
	Dieppe	10												2	8	4					
		20												24	43	15					
		30												188		38					
Filet	10	17	81	22	22	42	29	2	12	30	12	8	2								
	20	94	50	45	49	133	201	75	79	102	65	53	13								
	30	142	56	78	83	202	200	27	139	147	159	70	33								
Ligne	Golfe	10	64	19	64	26	80	26	30	51	33	96	92	108							
		20	84	37	112	118	186	75	106	51	32	153	263	187							
		30	169	31	150	111	232	74	86	59	60	239	318	169							
	Manche	10		42	402	79	155	246	205	15	12	92	324	67							
		20		58	306	104	507	201	266	15	92	214	253	206							
		30		160	266	196	659	217	152	21	179	247	123	267							

Principales difficultés rencontrées, et regroupements de données effectués

- La catégorie commerciale de certaines unités d'échantillonnage n'est pas toujours renseignée, car cette information peut ne pas être disponible sur le carreau de la criée. Les données de mesures correspondantes sont alors inutilisables pour les extrapolations. Afin de passer outre ce problème et de compléter les informations manquantes, deux méthodes complémentaires ont été utilisées :

- la trace de certains échantillonnages défectueux a pu être retrouvée dans les données RIC. Ces données renseignent les catégories commerciales, et la base Arpège a donc pu être complétée.

- quand il n'a pas été possible d'identifier formellement un échantillonnage défectueux dans le RIC, une catégorie commerciale a été appliquée à l'échantillon en fonction des longueurs des poissons mesurés et de leur poids moyen.

- Les échantillonnages d'un chalutier pélagique en bœuf divergeaient beaucoup de ceux habituellement trouvés pour ce métier, probablement en raison d'un comportement de pêche atypique. Les mesures provenant de ce navire ont donc été écartées.

- Les compositions en taille des débarquements de bars des chalutiers de fond dans les criées de Boulogne et Dieppe sont très différentes de celles observées dans les autres criées : une proportion non négligeable des captures ne respectent pas la taille minimale autorisée (36 cm). Ces débarquements ne peuvent être extrapolés à l'ensemble des débarquements des chalutiers de fond en Manche. Les échantillonnages en provenance des ces criées ont donc été traités séparément, en rajoutant les strates « Boulogne » et « Dieppe » au métier du chalutage de fond (*tableau 2*).

- Le tableau 1 fait apparaître des subdivisions de la base « Arpège », qui permettent de dissocier les engins « filet à sole » des « filets autres », et les engins « ligne » des « palangre ». Au niveau du tableau 2, ces subdivisions ont été regroupées pour former les métiers du « filet » et de la « ligne ».

- En raison d'un trop faible nombre de données, la subdivision en zone n'a pas été appliquée pour les métiers du chalut pélagique et du filet.

ANNEXE F.3

DONNÉES D'ÉCHANTILLONNAGES MODIFIÉES POUR LES EXTRAPOLATIONS

Les cases surlignées (identiques à celles du tableau 2 de l'annexe F2) ont été modifiées afin de compléter les échantillonnages qui étaient inexistantes ou insuffisants. Par rapport aux tableaux 1 et 2 de l'annexe F2, le métier « divers » a été rajouté. Les échantillonnages fictifs de ce métier, élaborés à partir des échantillonnages du filet et de la ligne, permettent d'extrapoler les poids $P_{Ric, cat}$ qui le concernent.

Métier	Zone	Catégorie	2000				2001				2002				2003				2004		
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
Chalut pé.		10	138	215	939	89	635	215	939	89	101	63	939	89	229	56		89	167	96	
		20	138	244	1199	69	886	244	1199	69	207	91	1199	69	201	22		69	340	131	
		30	422	539	1651	32	1080	539	1651	32	258	113	1651	32	231	23		32	169	403	
Chalut de fond	Golfe	10	75	21	38	59	75	31	38	21	54	31	21	23							
		20	47	21	24	104	127	70	32	122	73	49	35	82							
		30	97	89	109	177	78	156	122	213	175	58	215	210							
	Manche	10	76	35	148	37	96	35	148	37	96	35	148	37	20	25					10
		20	58	108	328	89	131	108	328	89	131	108	328	89	48	82				25	26
		30	62	154	547	76	317	154	547	76	317	154	547	76	209	68				46	86
	Boulogne	10	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31			8				9
		20	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	65		46				
		30	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	791	364	213		133				81
	Dieppe	10	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	8	4					
		20	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	24	43	15					
		30	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	188		38					
Filet		10	89	81	22	22	42	29	32	36	30	122	32	36							
		20	94	50	45	49	133	201	75	79	102	65	53	141							
		30	142	56	78	83	202	200	27	139	147	159	70	255							
Ligne	Golfe	10	64	141	64	26	80	26	30	51	33	96	92	108							
		20	84	265	112	118	186	75	106	51	32	153	263	187							
		30	169	344	150	111	232	74	86	59	60	239	318	169							
	Manche	10	167	42	402	79	155	246	205	161	167	92	324	67							
		20	599	58	306	104	507	201	266	325	92	214	253	206							
		30	838	160	266	196	659	217	152	484	179	247	123	267							
Divers		10	81	142	488	127	277	301	237	78	75	200	424	177							
		20	178	145	463	271	826	477	447	145	226	432	569	406							
		30	311	247	494	390	1093	491	265	219	386	645	511	469							

Détail des modifications effectuées

Chalutage pélagique

catégorie 10 (respectivement 20 et 30) pour 2/00 et 2/01
 = catégorie 10 (respectivement 20 et 30) de 2/02 + 2/03 + 2/04
 cat 10 (respect. 20 et 30) pour 3/00, 3/01 et 3/02
 = cat 10 (respect. 20 et 30) de 1/00 + 1/02 + 2/02 + 1/03 + 2/03 + 4/03 + 1/04 + 2/04
 cat 10 (respect. 20 et 30) pour 4/00, 4/01 et 4/02 = cat 10 (respect. 20 et 30) de 4/03
 cat 10 (respect. 20 et 30) pour 1/01 = cat 10 (respect. 20 et 30) de 1/00 + 1/02 + 1/03 + 1/04

Chalutage de fond dans le golfe de Gascogne

cat 10 pour 1/00 = cat 10 de 1/00 + 1/01 + 1/02
 cat 10 pour 3/00 = cat 10 de 3/00 + 3/01 + 3/02
 cat 10 pour 4/00 = cat 10 de 4/00 + 4/01 + 4/02
 cat 10 (respect. 20) pour 1/01 = cat 10 (respect. 20) de 1/00 + 1/01 + 1/02
 cat 10 (respect. 20 et 30) pour 2/01 = cat 10 (respect. 20 et 30) de 2/00 + 2/01 + 2/02
 cat 10 pour 3/01 = cat 10 de 3/00 + 3/01 + 3/02
 cat 10 pour 2/02 = cat 10 de 2/00 + 2/01 + 2/02

Chalutage de fond en Manche

cat 10 (respect. 20 et 30) pour 2/00, 2/01 et 2/02 = cat 10 (respect. 20 et 30) de 2/03 + 2/04
 cat 10 (respect. 20 et 30) pour 3/00, 3/01 et 3/02
 = cat 10 (respect. 20 et 30) de 1/00 + 4/02 + 1/03 + 2/03 + 1/04 + 2/04
 cat 10 pour 4/00, 4/01 et 4/02 = cat 10 de 4/02 + 1/03
 cat 20 (respect.30) pour 4/00 et 4/01 = cat 20 (respect.30) de 4/02
 cat 10 (respect. 20 et 30) pour 1/01 et 1/02 = cat 10 (respect. 20 et 30) de 1/00 + 1/03 + 1/04

Chalutage de fond à Boulogne

cat 10 de tous les trimestres = cat 10 de 3/03 (BL) + 2/04 (BL) + 4/02 (DP) + 1/03 (DP) + 2/03 (DP)
 cat 20 de tous les trimestres
 = cat 20 de 4/02 (BL) + 1/03 (BL) + 3/03 (BL) + 4/02 (DP) + 1/03 (DP) + 2/03 (DP)
 cat 30 des trimestres 1/00 à 3/02 = cat 30 de 4/02 (BL) + 1/03 (BL) + 3/03 (BL) + 2/04 (BL)

Chalutage de fond à Dieppe

cat 10 de tous les trimestres = cat 10 de 3/03 (BL) + 2/04 (BL) + 4/02 (DP) + 1/03 (DP) + 2/03 (DP)
 cat 20 des trimestres 1/00 à 3/02
 = cat 20 de 4/02 (BL) + 1/03 (BL) + 3/03 (BL) + 4/02 (DP) + 1/03 (DP) + 2/03 (DP)
 cat 30 des trimestres 1/00 à 3/02 = cat 30 de 4/02 (DP) + 2/03 (DP)

Filets (à sole et autres)

cat 10 pour 1/00 = cat 10 de 1/00 + 1/01 + 1/02
 cat 10 pour 3/01 = cat 10 de 3/00 + 3/01 + 3/02
 cat 10 pour 4/01 = cat 10 de 4/00 + 4/01 + 4/02
 cat 10 pour 2/03 = cat 10 de 2/00 + 2/01 + 2/02
 cat 10 pour 3/03 = cat 10 de 3/00 + 3/01 + 3/02
 cat 10 (respect. 20 et 30) pour 4/02 = cat 10 (respect. 20 et 30) de 4/00 + 4/01 + 4/02

Lignes et Palangres dans le golfe de Gascogne

cat 10 (respect. 20 et 30) pour 2/00 = cat 10 (respect. 20 et 30) de 2/00 + 2/01 + 2/02

Lignes et Palangres en Manche

cat 10 (respect. 20 et 30) pour 1/00 = cat 10 (respect. 20 et 30) de 1/01 + 1/02
 cat 10 (respect. 20 et 30) pour 4/01 = cat 10 (respect. 20 et 30) de 4/00 + 4/01 + 4/02
 cat 10 pour 1/02 = cat 10 de 1/01 + 1/02

Divers

cat 10 (respect. 20 et 30) des trimestres 1/00 à 4/02 = cat 10 (respect. 20 et 30) des trimestres 1/00 à 4/02
 des métiers Filet et Ligne dans le golfe de Gascogne et en Manche.

TRAITS BIOLOGIQUES ET EXPLOITATION DU BAR COMMUN *Dicentrarchus labrax* (L.) DANS LES PÊCHERIES FRANÇAISES DE LA MANCHE ET DU GOLFE DE GASCOGNE

Résumé :

En France et dans les pays anglo-saxons, la réputation du bar commun *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758) n'est plus à faire. Il représente en effet l'espèce phare de certains pêcheurs récréatifs, ainsi que de pêcheurs professionnels de plus en plus nombreux. Cependant, malgré cette situation, sa reproduction en milieu naturel, l'identification de ses populations, ou encore les conditions et le niveau de son exploitation, restent mal connus. Ainsi, dans la perspective d'une gestion future des stocks de cette espèce, cette thèse s'est proposée d'acquérir et de confronter des connaissances biologiques et halieutiques nécessaires à l'analyse de l'état de la ressource bar, exploitée par les pêcheries françaises en Manche et dans le golfe de Gascogne.

Après un premier chapitre consacré aux principales caractéristiques biologiques et écologiques de *Dicentrarchus labrax*, le plan de cette thèse s'articule autour de cinq autres chapitres, qui traitent successivement : (i) de la maturation sexuelle des femelles de Manche, et des modalités de ponte au cours de la saison de reproduction ; (ii) de l'identification des populations de bar évoluant en Manche et dans le golfe de Gascogne, à partir de marqueurs moléculaires et de marquages de terrain ; (iii) des usagers professionnels et récréatifs qui pêchent le bar dans cette même zone géographique ; (iv) de la manière dont ces usagers l'exploitent ; et enfin (v) de l'état actuel des stocks halieutiques de bar, en partant de la structure démographique des captures pour modéliser l'impact des différents métiers sur la ressource.

Mots-clés : *Dicentrarchus labrax* ; reproduction ; marqueurs microsatellites ; marquage ; pêcheries ; pêche récréative ; exploitation ; gestion de stocks

BIOLOGY AND EXPLOITATION OF THE SEA BASS *Dicentrarchus labrax* (L.) IN THE FRENCH FISHERIES OF THE ENGLISH CHANNEL AND THE BAY OF BISCAY

Abstract:

Sea bass *Dicentrarchus labrax* (Linné, 1758) is a fish of major interest in France and in the British Isles. It is the main target species for some anglers and a growing number of professional fishermen. In spite of this, the reproduction of sea bass in natural environment, the identification of its populations, as well as the fleet participating to and the level of its exploitation are poorly known. Thus, in the perspective of a future management of the bass fisheries, this thesis collected required data for the analysis of the sea bass resource in the English Channel and the Bay of Biscay.

A first chapter describes to the principal biological and ecological characteristics of *Dicentrarchus labrax*. The five following chapters deal successively with: (i) the sexual ripening of the English Channel females and their spawning progress during the reproductive season; (ii) the identification of the sea bass populations in the English Channel and the Bay of Biscay, from genetic (microsatellite loci) and tagging data; (iii) the recreational and professional fishermen who target this species in the same area; (iv) its exploitation by these fishermen; and finally (v) the current state of sea bass stocks.

Key words: *Dicentrarchus labrax* ; reproduction ; microsatellite loci ; tagging ; angling ; fisheries exploitation ; fisheries management