

Typologie de la flottille chalutière du port de Sète par une méthode de segmentation

Marc Taquet ⁽¹⁾, ⁽²⁾, Jean-Claude Gaertner ⁽¹⁾ et Jacques Bertrand ⁽¹⁾

⁽¹⁾ IFREMER, 1, rue Jean-Vilar, 34200 Sète, France.

⁽²⁾ Adresse actuelle: IFREMER: Pointe Fort, 97231 Le Robert, Martinique.

E.mail: Marc.Taquet@ifremer.fr, Jean.Claude.Gaertner@ifremer.fr, Jacques.Bertrand@ifremer.fr

Reçu le 21 mai 1996; accepté le 4 février 1997.

Taquet M., J.C. Gaertner, J. Bertrand. *Aquat. Living Resour.*, 1997, **10**, 137-148.

Typology of trawler fleet in Sète harbour by a segmentation method.

Abstract

This work aims to define a typology of trawler fleet in Sète, the main fishing harbour along the French Mediterranean coast, using several multivariate analysis methods. The fishing ships taken to account are represented by annual profiles of landing specific compositions. Five fishing strategies have been identified. A segmentation method using symbolic objects allows a formal characterisation of the different strategies. These strategies are studied according to several general characteristics usually used for management rules elaboration (power, length, ship age). The typological analysis allows to characterise two main exploitation ways, one directed to the catch of a few species (*Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus*), the other characterised by the exploitation of a great diversity of species. By this way, it is possible to estimate how the catch of low represented species can significantly contribute to the exploitation of a resource.

Keywords: Fleet, strategy, fish trawling, multivariate analysis, Mediterranean sea.

Résumé

Cette étude s'appuie sur l'utilisation successive de plusieurs méthodes d'analyses multivariées pour réaliser une typologie de la flottille chalutière du port de Sète, principal port de pêche français de la Méditerranée. Les unités de pêche étudiées sont représentées à l'aide d'un profil annuel de la composition spécifique de leurs débarquements. Cinq stratégies de pêche ont ainsi pu être identifiées. La mise en œuvre d'une méthode de segmentation permet une caractérisation formelle de ces différentes stratégies à l'aide d'objets symboliques. Les stratégies sont étudiées en référence à plusieurs caractéristiques générales couramment utilisées en gestion des flottilles de pêche (puissance, longueur, âge du bateau, etc.). L'analyse typologique mise en œuvre au cours de l'étude permet de caractériser nettement deux grandes logiques d'exploitation, l'une orientée vers la recherche d'un très petit nombre d'espèces (*Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus*), l'autre déterminée par une grande diversité des captures. Elle permet également d'apprécier comment les captures d'espèces peu représentées dans certaines stratégies peuvent contribuer significativement à l'exploitation d'une ressource.

Mots-clés : Flottille, stratégie, chalutage, analyse multivariée, Méditerranée.

INTRODUCTION

L'un des principaux objectifs des plans collectifs de gestion des pêches concerne l'adaptation des captures au potentiel des ressources exploitables. Les dispositifs de régulation fondés sur l'attribution de quotas monospécifiques ont largement montré leurs limites dans les cas des pêcheries très plurispécifiques. Pour de telles pêcheries, l'ajustement de la capacité de pêche des flottilles offre une perspective de régulation du système à un niveau plus intégrateur, en meilleure conformité avec les besoins de flexibilité des flottilles concernées et avec la nécessité de réguler les entrées de navires dans les pêcheries (Gates, 1989).

L'évolution d'une flottille de pêche est déterminée par les perspectives d'exploitation et de valorisation identifiées par les pêcheurs. Elle est orientée par le champ des contraintes résultant du contexte technique, socio-économique et institutionnel dans lequel elle se développe (Garcia, 1989).

Dans ce contexte, l'étude de la dynamique des flottilles, et en particulier de leurs stratégies en référence à la diversité spécifique des captures, constitue une partie importante de la recherche halieutique (Hilborn, 1985). De telles recherches sont particulièrement utiles dans le cas de pêcheries multispécifiques exploitées avec des engins peu sélectifs (Murawski *et al.*, 1983; Biseau et Gondeaux, 1988).

L'étude des flottilles de pêche est couramment abordée à l'aide de classifications (Murawski *et al.*, 1983; Gabriel et Murawski, 1985), d'analyses factorielles (Biseau et Gondeaux, 1988) ou d'une utilisation complémentaire de ces deux familles de méthodes (Ferraris et Samba, 1992). Ces techniques fournissent une description des diverses composantes de la flottille sans toutefois permettre l'obtention d'un descripteur synthétique caractérisant les groupes identifiés. L'utilisation de la segmentation sur les résultats d'analyses typologiques peut permettre d'atteindre cet objectif. Cette méthode, peu employée en halieutique, permet de représenter les différentes composantes ou segments d'une population (flottille) par des objets symboliques (Diday, 1991; Tong et Périnel, 1996).

La démarche proposée vise à caractériser les stratégies d'exploitation des unités de pêche à partir de leur production et à y associer des critères techniques de description des navires. Elle a été appliquée à une flottille de chalutiers du golfe du Lion (nord-ouest Méditerranée) présentant une grande diversité de pratiques de pêche et déjà soumise depuis de nombreuses années à un système de licences de pêche spécifique (Meuriot et Dremière, 1986). Chaque navire peut d'un jour à l'autre et parfois même au cours de la même sortie en mer, changer son gréement pour passer du chalutage pélagique au chalutage de fond et inversement. Compte tenu de cette caractéristique particulière, la typologie de la flottille ne peut pas être

établie sur la base d'une simple dichotomie chalutiers pélagiques/chalutiers démersaux. Cette polyvalence des navires induit des impacts différents sur les ressources en fonction des stratégies adoptées par les pêcheurs. Les méthodes d'analyses factorielles appliquées aux productions spécifiques des navires permettent d'obtenir une identification plus précise des différentes stratégies mises en œuvre.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'analyse typologique porte sur les débarquements spécifiques des 45 chalutiers du port de Sète ayant régulièrement travaillé au cours de l'année 1989 (première année type de l'exploitation des petits poissons pélagiques au chalut). Les données de production proviennent de la criée de Sète pour les poissons démersaux et d'une organisation de producteurs (Sathoan) pour les poissons bleus (petits poissons pélagiques). Les données ont été regroupées par espèces (15), groupes d'espèces (7) ou catégories commerciales d'espèces (4) selon les assemblages existant dans les bordereaux de vente soit au total 26 variables actives. On dispose par ailleurs de plusieurs caractéristiques relatives aux unités de pêche (longueur, puissance totale installée et âge du bateau, ainsi que l'âge du capitaine) utilisées comme variables illustratives.

L'objectif de ce travail étant de comparer les stratégies des bateaux en terme d'espèces cibles et non d'aborder les problèmes de puissances de pêche, les productions spécifiques sont pondérées par l'inverse du tonnage annuel total (Biseau et Gondeaux, 1988). Le critère de comparaison des individus correspond donc à un vecteur de proportions spécifiques débarquées.

L'analyse typologique proposée peut être décomposée en 3 étapes.

- La 1^{ère} étape est constituée par une analyse en composantes principales (ACP) sur les données centrées. Les données n'ont pas été normées pour tenir compte des espèces en fonction de leur variabilité. Afin de mieux comprendre les liaisons entre les groupes d'individus et leurs principales caractéristiques techniques, nous utilisons une représentation graphique consistant à cartographier sur un plan factoriel une variable supplémentaire en lui attribuant une surface proportionnelle à son écart à la moyenne. L'intérêt de cette représentation est de mettre en évidence un certain nombre de liaisons non linéaires.

- La 2^{ème} étape consiste en une classification ascendante hiérarchique des individus en référence à leurs coordonnées factorielles sur les 4 premiers axes de l'ACP. Le critère d'agrégation utilisé est le critère de Ward (1963). Ce critère cherche à optimiser la partition obtenue par agrégation de deux éléments en minimisant l'inertie intra-classe. Les valeurs tests

fournies par l'analyse permettent de mettre en évidence les variables qui contribuent le plus à la constitution des classes. Elles correspondent à un critère statistique, basé sur un test de comparaison de moyennes, qui est l'analogie d'une variable normale centrée réduite et sont considérées comme significatives lorsque leur valeur absolue est supérieure à 2 (Morineau, 1984). Une valeur test associée à une modalité donnée au sein d'une classe donnée est d'autant plus élevée (i) que la modalité en question est fortement représentée au sein de la classe et (ii) que cette modalité est très faiblement présente dans les autres classes.

• La 3^{ème} étape est une segmentation. Les techniques de segmentation appartiennent à la famille des méthodes de discrimination. Elles visent un double objectif : descriptif, en mettant en évidence les variables les plus discriminantes afin de différencier des groupes d'individus ; décisionnel, en construisant des règles de décision permettant d'affecter avec le minimum d'erreur une nouvelle observation à un des groupes constitués. Le principe fondamental de la segmentation est de construire un arbre binaire de décision permettant la discrimination en segments d'un ensemble d'individus caractérisés par les modalités d'une variable nominale (appartenance à une classe) (Guéguen et Nakache, 1988). C'est une procédure itérative et descendante qui consiste à partitionner récursivement la population totale de façon à obtenir, au fur et à mesure, des sous-populations qui soient les plus homogènes possibles vis-à-vis des classes de la partition à décrire. Le résultat d'un tel processus est représenté habituellement par un arbre. Lorsque les variables sont continues, les nœuds de l'arbre peuvent être étiquetés par les couples variables/seuils correspondant à la meilleure dichotomie en termes de séparation des classes. Compte tenu de l'objectif décisionnel qui doit permettre d'utiliser l'arbre afin de classer de futurs individus avec un maximum de succès, on recherche ensuite dans une seconde étape, un arbre dit « robuste » associé à une règle de décision « fiable ». Il existe de nombreuses méthodes pour construire un arbre de décision « robuste » et en particulier plusieurs techniques d'élagage. La technique adoptée dans cette étude est la méthode CART (1984) basée sur l'utilisation de l'indice de Gini. A partir de l'arbre complet, une procédure d'élagage permet de produire une séquence optimale de sous-arbres emboîtés. A l'intérieur de cette séquence le meilleur sous-arbre est choisi grâce à l'utilisation d'un échantillon-test. Des objets symboliques constitués de conjonctions logiques de couples variables/seuils (Diday, 1991) sont construits le long du parcours de l'arbre de décision binaire pour chaque chemin élémentaire conduisant de la racine aux segments terminaux. Ils peuvent être exprimés de la manière suivante :

$$T_1 = [p < 30\% \text{ espèce } i] \wedge [p \geq 5\% \text{ espèce } j] \\ \wedge [p < 1,5\% \text{ espèce } k]$$

avec T_1 : Segment terminal n° 1

p : production spécifique relative du bateau (en % du tonnage annuel)

i, j et k : noms des espèces, variables retenues par la segmentation.

Les objets symboliques résultant du parcours de l'arbre fournissent autant de règles d'affectation que de segments terminaux. Le taux de mauvais classement théorique des individus dans les segments terminaux par rapport aux classes d'appartenance d'origine est évalué grâce à l'échantillon-test. Il permet de rendre compte de la pertinence de l'arbre binaire de décision, donc de la qualité de classement des individus par rapport aux classes d'origine.

Les analyses ont été réalisées par un enchaînement de procédures sur le logiciel Spad.N et son extension Spad.S (Guéguen *et al.*, 1993) pour la segmentation par arbre de décision binaire.

Les cartographies sur plan factoriel des variables supplémentaires ont été réalisées avec l'application graphique de représentations factorielles TAG développée sous C++ ObjectWindows par les auteurs pour les besoins de l'étude et disponible sur le serveur IFREMER.

RÉSULTATS

Les quatre premiers axes factoriels (98,3 % d'inertie cumulée) sont conservés pour la classification ascendante hiérarchique. Le dendrogramme (Fig. 1) montre une partition nette entre deux groupes de navires, ceux dont la stratégie est orientée vers l'exploitation des petits pélagiques et ceux ciblant plutôt les espèces démersales.

La technique du « saut maximum », d'utilisation courante, pourrait nous inciter à conserver 2 classes. Toutefois, cette partition fournit un résultat peu intéressant compte tenu de l'objectif principal de l'étude. C'est pourquoi différentes partitions (en 3, 4 ou 7 classes) ont été étudiées successivement et l'incidence du choix de coupure sur la segmentation a été défini en considérant l'observation suivante : retenir un nombre de classes trop important conduit à un nombre de segments trop faible (inférieur au nombre de classes) et génère donc un pourcentage théorique d'individus bien classés plus faible (les segments terminaux regroupent des individus issus de classes différentes). Cette démarche a conduit à retenir une partition en 4 classes. Sur cette base, la segmentation fournit 4 segments terminaux avec 100 % d'individus bien classés. Il n'y a pas de mélange de classes au sein des segments.

La classe A (Tableau 1) regroupe 15 bateaux dont le type d'exploitation est déterminé principalement par la capture de : merlus de grandes tailles *Merluccius merluccius*, *Trisopterus minutus capelanus*, *Scomber scombrus*, *Lophius piscatorius* et *Lophius budegassa*. Les individus de cette classe se caractérisent également par leurs faibles pourcentages de production des

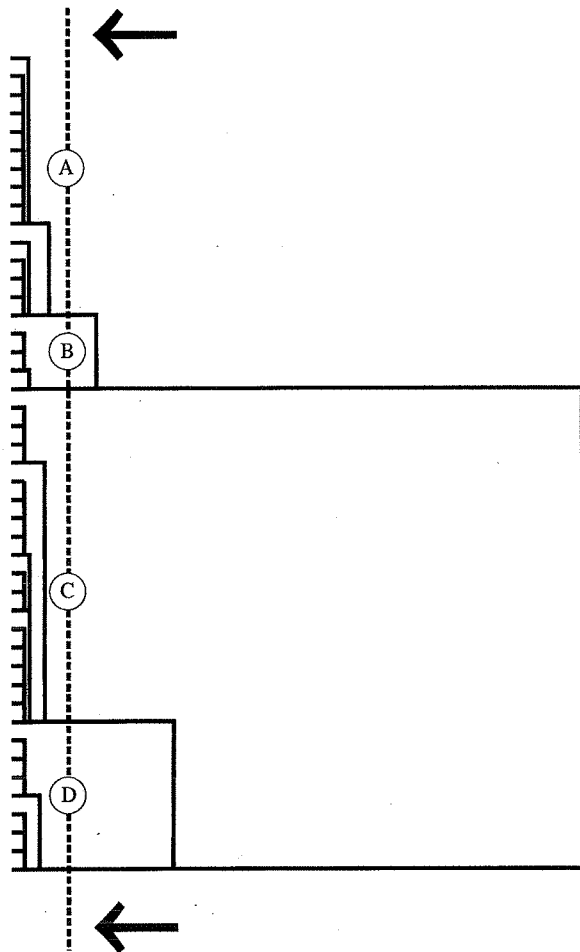


Figure 1. – Classification des 45 chalutiers selon leurs coordonnées factorielles sur les 4 premiers axes de l'analyse en composante principale (ACP): dendrogramme et niveau de partition choisi (classes A à D).

Clustering of the 45 trawlers based on their factorial scores of the principal component analysis (PCA) 4 first axis: dendrogram and partition level (class A to D).

espèces *Engraulis encrasicolus* et *Sardina pilchardus*. La classe B (4 bateaux) se caractérise par la production d'espèces à la fois côtières et benthiques [*Eledone* sp., *Octopus vulgaris*, *Bolinus brandaris* (Gastéropode), *Solea vulgaris*, *Conger conger*, *Sepia officinalis*] mais également par l'absence d'anchois et de sardine. Ces bateaux sont à la fois moins longs et plus anciens que la moyenne de la flottille. La classe C (18 bateaux) se caractérise uniquement par son pourcentage spécifique élevé de sardine *S. pilchardus* alors que la classe D (8 bateaux) regroupe les unités qui présentent un fort pourcentage de production d'anchois *E. encrasicolus*. Cette partition confirme l'absence de covariance entre les variables *E. encrasicolus* et *S. pilchardus* déjà observée sur le premier plan factoriel de l'ACP. L'expression des valeurs-tests pour la catégorie petits

merlus *M. merluccius* est particulièrement intéressante. En effet, ces valeurs sont négatives pour les classes C et D constituées par les bateaux ayant une stratégie dirigée vers les poissons pélagiques. Cela traduit un impact relatif moins important sur la ressource en jeunes *M. merluccius* de la part de cette composante de la flottille (Fig. 2). Cette différence est notamment sensible par comparaison avec les bateaux de la classe A. Par ailleurs, il est important de souligner que la période de faible production relative de petits merlus *M. merluccius* des classes C et D correspond aux saisons de pêche intensive de *S. pilchardus* et de *E. encrasicolus*.

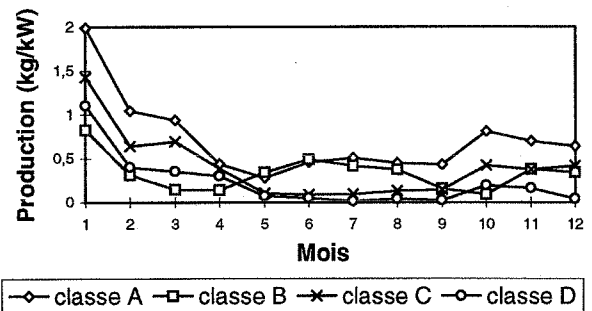


Figure 2. – Évolution mensuelle de la production relative de petits merlus (*M. merluccius*) pour les différentes classes de bateaux identifiées par l'analyse typologique sur l'ensemble de la flottille.

Monthly variation of the relative production of small hake (*M. merluccius*) for the different classes of ships identified from the whole fleet by the typological analysis.

L'arbre de décision binaire obtenu par segmentation produit 4 segments terminaux correspondant chacun à une classe (Fig. 3). La première variable de coupure est le poule (*Eledone* sp., *Octopus vulgaris*) avec un seuil de 2%; elle discrimine à elle-seule les stratégies « poissons bleus » des stratégies « poissons démersaux ». La variable *S. pilchardus* effectue la coupure du sous-arbre gauche au seuil de 26,6% et sépare les deux composantes de « poissons bleus » (*S. pilchardus* et *E. encrasicolus*).

Les captures de *S. pilchardus* et de *E. encrasicolus* occupent les deux premiers rangs au niveau de l'ensemble des espèces débarquées.

Le sous-arbre droit est également découpé en deux segments par la variable *S. pilchardus* mais avec un seuil de 1,3%. Il illustre deux stratégies différentes d'exploitation des démersaux, dont une est caractérisée par l'exploitation d'espèces benthiques.

Les trois phases de l'analyse précédente (ACP, classification et segmentation) ont montré une séparation assez marquée entre les stratégies d'exploitation des poissons bleus et des poissons démersaux. L'analyse sur l'ensemble de la population est susceptible de masquer des stratégies plus difficilement décelables. En effet, les stratégies « poissons bleus » sont de type monospécifique avec des pourcentages de capture

Tableau 1. – Classification des 45 chalutiers d'après leurs coordonnées factorielles sur les 4 premiers axes de l'analyse en composante principale (ACP) : expression des valeurs-tests. ** grande taille, * petite taille.

Clustering of the 45 trawlers based on factorial scores of the principal component analysis (PCA) 4 first axis: test values.

Classe	A	B	C	D			
Effectif	15	4	18	8			
Valeur test	Variable discriminante (espèce, groupe ou catégorie)	Valeur test	Variable discriminante (espèce, groupe ou catégorie)	Valeur test	Variable discriminante (espèce, groupe ou catégorie)		
5,33	<i>Merluccius merluccius**</i>	5,8	<i>Eledone sp. et Octopus vulg.</i>	5,7	<i>Sardina pilchardus</i>	4,66	<i>Engraulis encrasicolus</i>
5,21	<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	5	<i>Bolinus brandaris</i>				
4,97	<i>Scomber scombrus</i>	4,98	<i>Solea vulgaris**</i>	-2,34	<i>Bolinus brandaris</i>	-2,37	<i>Merluccius merluccius**</i>
4,83	<i>Lophius sp.</i>	4,94	<i>Solea vulgaris*</i>	-2,55	<i>Solea vulgaris</i>	-2,45	<i>Merluccius merluccius*</i>
4,49	<i>Merluccius merluccius*</i>	4,74	<i>Conger conger</i>	-2,6	<i>Merluccius merluccius</i>	-2,52	autres
4,47	autres	4,16	<i>Sepia officinalis</i>	-2,64	<i>Pagellus erythrinus</i>		
3,72	<i>Trachurus trachurus</i>	4,09	<i>Loligo vulgaris</i>	-2,67	<i>Mullus sp.</i>		
3,62	<i>Dicentrarchus labrax</i>	3,97	<i>Pagellus erythrinus</i>	-2,77	<i>Eledone sp. et Oct. vulg.</i>		
3,51	<i>Boops boops</i>	3,66	<i>Mullus sp.</i>	-2,78	<i>Conger conger</i>		
3,41	<i>Lepidorhombus sp.</i>	2,77	autres	-2,82	<i>Boops boops</i>		
2,94	<i>Sparus aurata</i>	2,38	ancienneté du bateau	-2,83	<i>Scomber scombrus</i>		
2,78	Mugilidae			-3,06	<i>Lophius sp.</i>		
2,71	<i>Loligo vulgaris</i>	-2,68	<i>Engraulis encrasicolus</i>	-3,1	<i>Sepia officinalis</i>		
2,49	<i>Micromesistius poutassou</i>	-3,03	<i>Sardina pilchardus</i>	-3,1	<i>Dicentrarchus labrax</i>		
		-3,48	longueur	-3,32	<i>Trachurus trachurus</i>		
-2,77	<i>Sardina pilchardus</i>			-3,33	<i>Loligo vulgaris</i>		
-4,32	<i>Engraulis encrasicolus</i>			-3,38	<i>Trisopterus minutus cap.</i>		
				-3,54	<i>Merluccius merluccius</i>		
				-3,94	autres		

nécessairement élevés pour les espèces cibles alors que les stratégies « poissons démersaux » reposent sur une exploitation plurispécifique correspondant à des pourcentages par espèce plus faibles. L'analyse

typologique sur la population globale privilégie donc la discrimination des métiers « petits pélagiques » au détriment d'une description plus fine des métiers « démersaux ».

Pour affiner cette typologie nous proposons une analyse en deux étapes qui consiste à traiter séparément les deux sous-populations en effectuant sur chacune d'elles l'enchaînement des traitements précédents. La classification sur les axes factoriels de l'ACP centrée réalisée sur les bateaux « démersaux » fournit un dendrogramme (Fig. 4) qui peut être coupé en trois classes. Les individus qui étaient dans la classe A lors de l'analyse précédente se trouvent désormais ventilés en deux classes (1 et 2), ce qui permet d'appréhender de façon plus fine les stratégies concernant la capture de ces poissons. Ainsi, cette analyse fait apparaître un groupe de cinq bateaux (classe 2) dont l'exploitation est plus particulièrement orientée vers les espèces à migration « laguno-côtière » (*Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata* et les Mugilidés) et qui sont commandés par des capitaines relativement jeunes (Tableau 2). La classe B (nouvelle classe 3) reste inchangée. La segmentation fournit là encore trois segments purs (100 % d'individus bien classés). L'analyse séparée sur la sous-population des pélagiques n'apporte pas d'information supplémentaire, seul le seuil de coupure

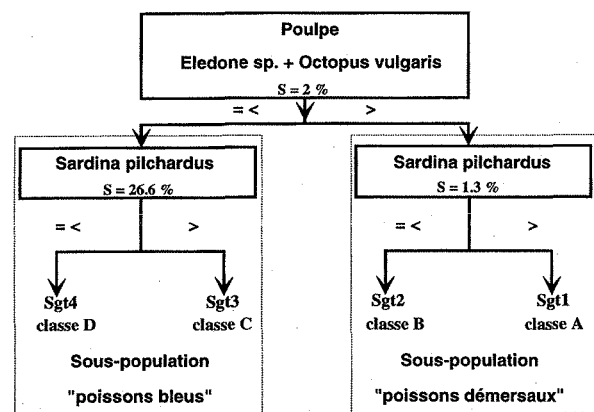


Figure 3. – Arbre binaire de décision résultant de la segmentation réalisée d'après les débarquements spécifiques de l'ensemble de la flottille (S : valeur seuil).

Decision binary tree from the segmentation obtained with the species landing of the whole fleet (S: threshold value).

Tableau 2. – Classification réalisée séparément sur les deux sous-populations (pélagique et démersale) des chalutiers d'après leurs coordonnées factorielles sur les 4 premiers axes de l'analyse en composante principale (ACP) ; expression des valeurs-tests. ** grande taille, * petite taille. *Clustering on the two sub populations (pelagic and demersal) of trawlers based on their factorial scores of the principal component analysis (PCA) 4 first axis: test values.*

Classe	1	2	3	4	5				
Effectif	10	5	4	18	8				
Valeur test	Variable discriminante (espèce, groupe ou catégorie)	Valeur test	Variable discriminante (espèce, groupe ou catégorie)	Valeur test	Variable discriminante (espèce, groupe ou catégorie)				
3,43	longueur du bateau	2,97	<i>Dicentrarchus labrax</i>	3,76	<i>Eledone</i> sp. et <i>Octopus vulgaris</i>	4,26	<i>Sardina pilchardus</i>	4,17	<i>Engraulis encrasicolus</i>
3,35	<i>Merluccius merluccius</i> **	2,68	<i>Sparus aurata</i>	3,01	<i>Solea vulgaris</i> **	2,41	<i>Boops boops</i>		
3,25	<i>Engraulis encrasicolus</i>	2,64	Mugilidae	3,01	<i>Bolinus brandaris</i>			-2,41	<i>Boops boops</i>
3,13	<i>Lophius</i> sp.	-2,47	âge du capitaine	3	<i>Solea vulgaris</i> *	-4,17	<i>Engraulis encrasicolus</i>	-4,26	<i>Sardina pilchardus</i>
3,07	<i>Scomber scombrus</i>			2,83	<i>Conger conger</i>				
2,91	<i>Sardina pilchardus</i>			2,38	<i>Sepia officinalis</i>				
2,66	<i>Lepidorhombus</i> sp.			2,37	<i>Loligo vulgaris</i>				
2,56	<i>Micromesistius poutassou</i>			-2,41	<i>Scomber scombrus</i>				
-2,55	autres			-2,65	<i>Sardina pilchardus</i>				
-2,6	<i>Dicentrarchus labrax</i>			-2,77	<i>Merluccius merluccius</i> **				
-2,64	<i>Bolinus brandaris</i>								
-2,9	<i>Pagellus erythrinus</i>								
-2,91	<i>Eledone</i> sp. et <i>Octopus vulgaris</i>								
-3,38	<i>Sepia officinalis</i>								
-3,56	<i>Conger conger</i>								
-3,77	<i>Loligo vulgaris</i>								

est légèrement modifié (25%). Les captures de ces bateaux sont presque exclusivement constituées de *S. pilchardus* et de *E. encrasicolus*; les autres espèces jouent donc un rôle accessoire dans leurs stratégies de pêche.

L'analyse à deux niveaux permet de réaliser un arbre binaire final de décision par enracinement des deux sous-arbres obtenus par analyses séparées (Fig. 5) et de définir les objets symboliques (STR) résultant du parcours de l'arbre en profondeur (Tableau 3).

Ces différentes stratégies de pêche peuvent être représentées sur le premier plan factoriel de l'ACP en référence aux bateaux qu'elles regroupent (Fig. 6). L'axe 1 identifié comme l'opposition entre les poissons démersaux et les petits poissons pélagiques peut être plus précisément décrit comme un gradient de la position des espèces cibles dans la couche d'eau allant des espèces benthiques aux espèces pélagiques.

Par ailleurs, la cartographie sur le premier plan factoriel de l'ACP de chacune des variables supplémentaires (longueur, puissance, âge du bateau et âge du capitaine) rend compte des valeurs respectives de ces caractères au sein des groupes de bateaux. On remarque ainsi que les bateaux les plus anciens n'apparaissent que dans les stratégies

Tableau 3. – Objets symboliques représentant les 5 différentes stratégies identifiées dans la flotille chalutière du port de Sète ; *p* : production relative annuelle du bateau.

Symbolic objects showing the five different strategies identified in the trawl fleet of Sète harbour; p: relative production of a fishing boat per year.

STR1 =	$[p > 2\% \text{ Eledone sp. Octopus vulgaris}]$ $\wedge [p > 4,6\% \text{ E. encrasicolus}]$
STR2 =	$[p > 2\% \text{ Eledone sp., Octopus vulgaris}]$ $\wedge [p \leq 4,6\% \text{ E. encrasicolus}] \wedge [p > 1,4\% \text{ S. pilchardus}]$
STR3 =	$[p > 2\% \text{ Eledone sp., Octopus vulgaris}]$ $\wedge [p \leq 4,6\% \text{ E. encrasicolus}] \wedge [p \leq 1,4\% \text{ S. pilchardus}]$
STR4 =	$[p \leq 2\% \text{ Eledone sp., Octopus vulgaris}]$ $\wedge [p > 24,98\% \text{ S. pilchardus}]$
STR5 =	$[p \leq 2\% \text{ Eledone sp., Octopus vulgaris}]$ $\wedge [p \leq 24,98\% \text{ S. pilchardus}]$

« poissons démersaux » (Fig. 7a) et en particulier dans la stratégie 3. L'illustration de l'âge des capitaines (Fig. 7b) met en évidence la présence de quelques très jeunes capitaines pour les bateaux des stratégies 4 et 5. Ces unités de pêche performantes ont toutes fait l'objet d'une succession filiale. Les bateaux des

stratégies 2 et 3 sont de tailles inférieures à la moyenne de la flottille (Fig. 7c). Sur ce critère de longueur, deux bateaux de la stratégie 4 apparaissent comme atypiques. Leur particularité peut s'expliquer par leur mode de chalutage. Ils sont effectivement les deux seuls navires à pratiquer le chalutage en bœufs (deux bateaux tractant ensemble le même chalut). La répartition des puissances motrices au sein des différents groupes (Fig. 7d) laisse percevoir l'existence de relations différenciées entre cette donnée et le

type d'activité déployée. Elle permet en particulier de noter que les navires qui exploitent les espèces les plus côtières ont en général une puissance faible, mais la réciproque n'est pas exacte. Elle montre également que les navires les plus puissants ne sont pas systématiquement orientés vers la capture des espèces pélagiques.

La présentation des proportions de captures spécifiques par stratégie (Fig. 8) confirme l'existence de deux logiques d'exploitations différentes. Une exploitation « poissons bleus » (stratégie 4 et 5) visant la capture de grandes quantités d'une ou deux espèces cibles d'une part, et une exploitation « poissons démersaux » (stratégie 1, 2 et 3) orientée vers des captures de plus grande diversité spécifique représentant des tonnages par espèce moins importants. La représentation des productions spécifiques brutes (Fig. 9) fait apparaître la différence de volumes des captures mis en œuvre dans le cadre de chaque stratégie. Les profils obtenus restent déséquilibrés lorsque la représentation porte sur la valeur de la production débarquée (Fig. 10).

Les productions mensuelles pondérées par la puissance des bateaux (Fig. 11) illustrent parallèlement l'impact relatif des différents groupes sur les trois premières espèces (*E. encrasicolus*, *S. pilchardus* et *M. merluccius*).

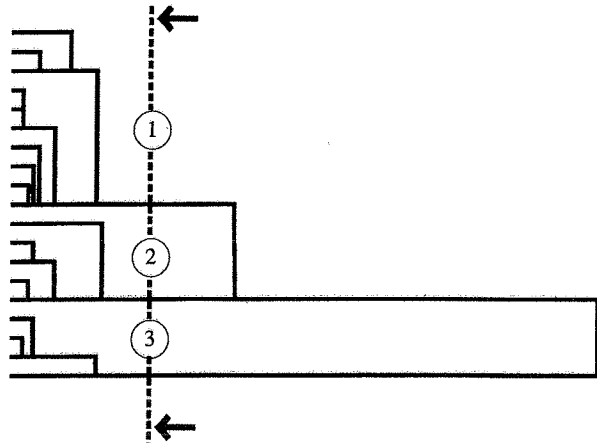


Figure 4. – Classification des chalutiers de la sous-population « poissons démersaux » selon leurs coordonnées factorielles sur les 4 premiers axes de l'ACP: dendrogramme et niveau de partition choisi (classes 1 à 3).

Clustering of the "demersal" trawlers based on their factorial scores of the PCA 4 first axes: dendrogram and partition level (class 1 to 3).

DISCUSSION

Le chalutage est une technique de pêche courante depuis plusieurs siècles sur le plateau du golfe du Lion (Degage, 1983). Au cours des trente dernières années,

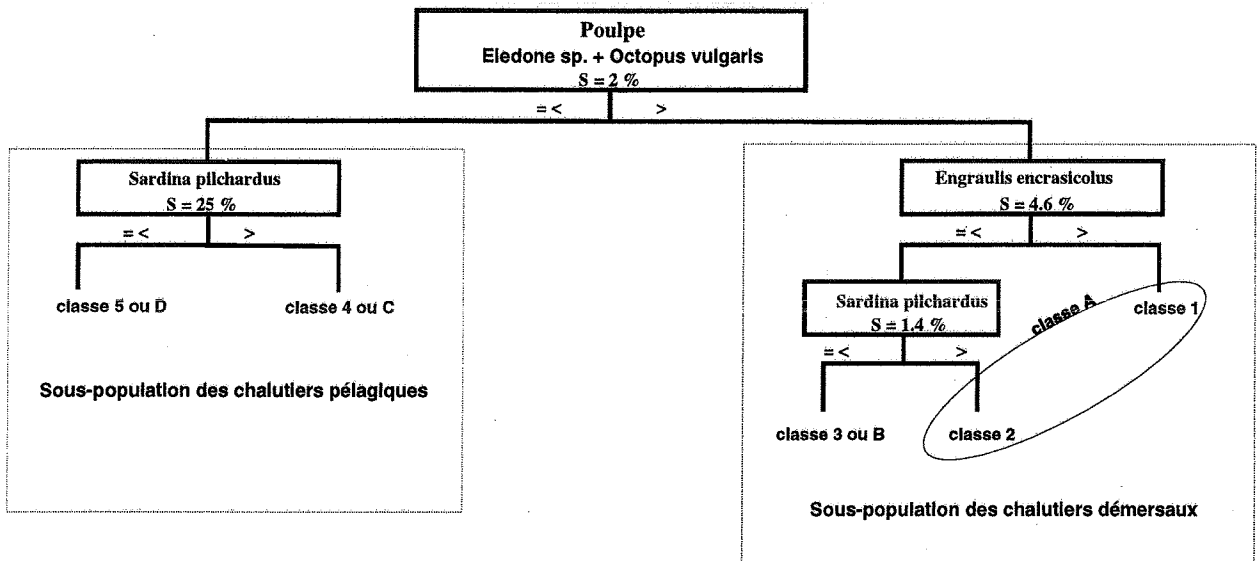


Figure 5. – Arbre binaire de décision final résultant des phases successives de segmentation de la flottille d'après les débarquements (S : valeur seuil). Final decision binary tree from the successive segmentation steps of the fleet according to the landings (S: threshold value)

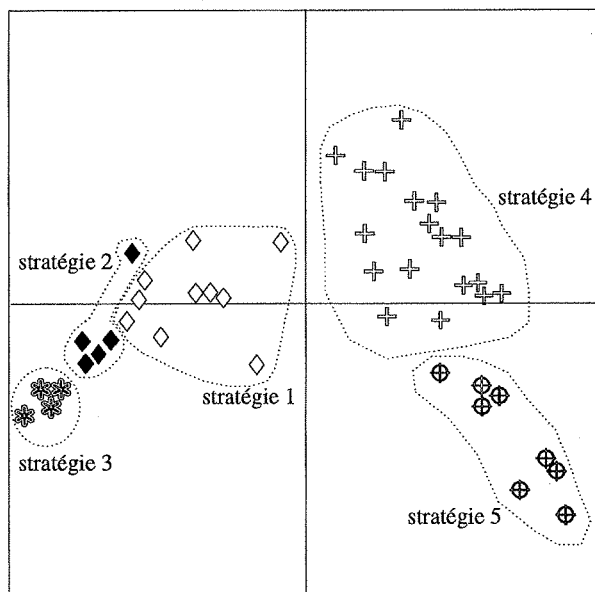


Figure 6. – Analyse en composantes principales des 45 chalutiers décrits par les profils spécifiques de leurs débarquements: les 5 stratégies identifiées sur le premier plan factoriel.

Principal components analysis of the 45 trawlers described by the specific profiles of their landings: the 5 strategies on the first factorial plan.

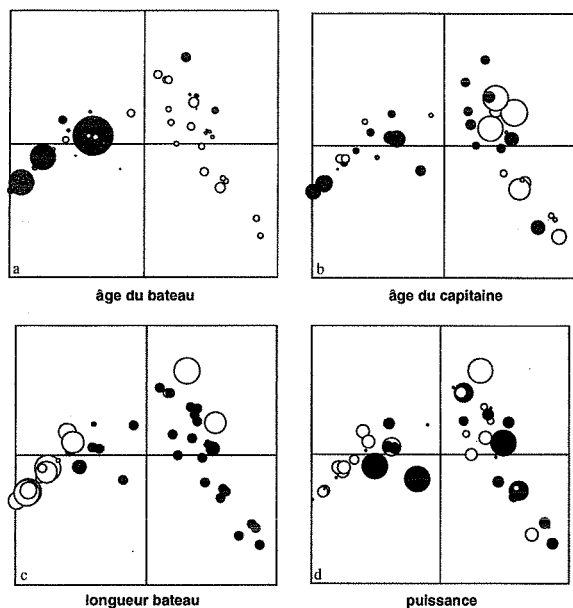


Figure 7. – Analyse en composantes principales des 45 chalutiers décrits par les profils spécifiques de leurs débarquements: cartographie des variables illustratives sur le premier plan factoriel (a: ancienneté du bateau, b: âge du capitaine, c: longueur du bateau, d: puissance du bateau). ● > à la moyenne, ○ < à la moyenne.

Principal components analysis of the 45 trawlers described by the specific profiles of their landings: cartography of the illustrative variables on the first factorial plan (a: ship age, b: captain age, c: ship length, d: power ship). ● > mean, ○ < mean.

il y a pris une telle extension qu'il occupe désormais une place centrale dans l'exploitation des ressources de la zone (Meuriot et al., 1987). En effet, valorisant de nombreuses innovations technologiques, les chalutiers participent désormais, grâce à une grande diversité de leurs pratiques de pêche (du chalutage de fond au chalutage pélagique), à l'exploitation de la majorité des espèces capturées. On estime que leurs apports y représentent désormais plus des trois-quarts des débarquements d'espèces démersales (CGPM, 1988) et près de 80 % des captures de petits poissons pélagiques (Ben Alaya, 1996).

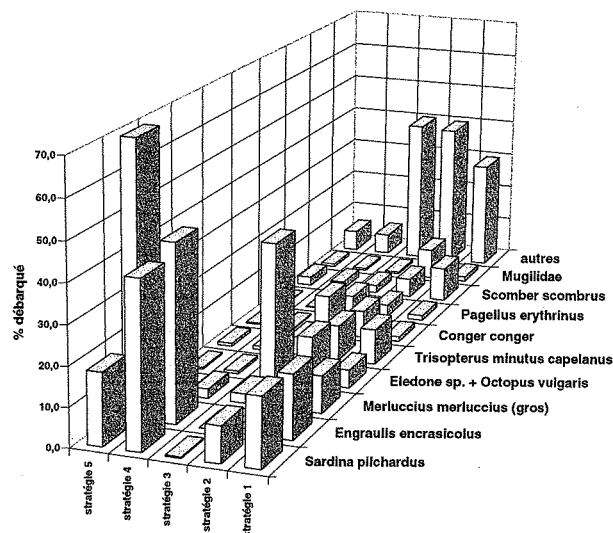


Figure 8. – Proportions des tonnages débarqués dans chacune des 5 stratégies et pour les principales espèces.

Landing proportion for each of the 5 strategies and for the main species.

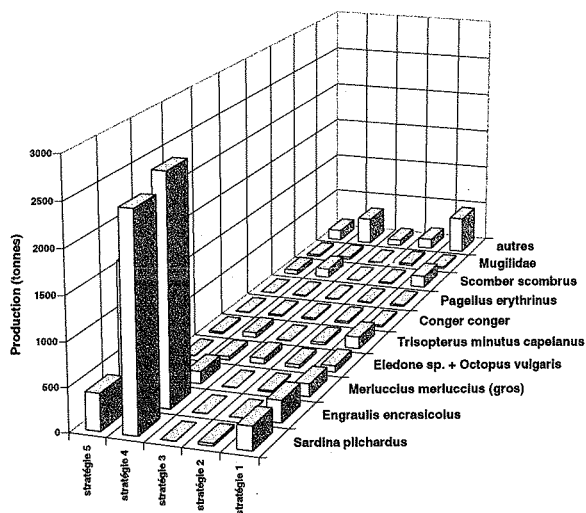


Figure 9. – Productions brutes pour chacune des 5 stratégies et pour les principales espèces.

Gross production for each of the 5 strategies and for the main species.

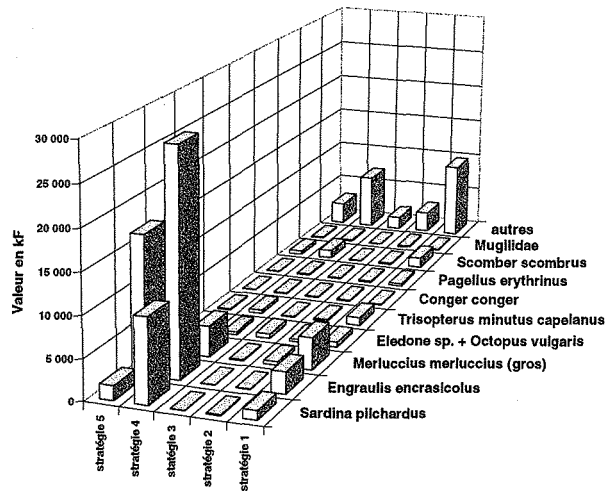


Figure 10. – Valeurs des débarquements pour chacune des 5 stratégies et pour les principales espèces.

Landing values for each of the 5 strategies and for the main species.

Les diagnostics sur l'état des ressources démersales du golfe du Lion, qu'ils soient globaux (CGPM, 1988) ou établis pour quelques espèces principales comme *M. merluccius* (Aldebert et Carries, 1988; Aldebert et al., 1992; Aldebert et Recasens, 1996), *Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata* ou *Solea vulgaris* (Farrugio et Le Corre, 1996) attirent l'attention depuis de nombreuses années sur la forte pression d'exploitation appliquée à cette pêcherie. Ils incitent à une diminution de certaines pratiques de chalutage sur ces espèces. En revanche, alors que le marché est depuis longtemps considéré comme le premier facteur régulateur de la pêche aux petits poissons pélagiques (Bonnet, 1973), les scientifiques n'affichent pas de préoccupation particulière quant à leur état (Ben Alaya, 1996).

Différentes méthodes sont utilisées pour réguler le taux d'exploitation de la pêche le long des côtes françaises de Méditerranée. Comme dans de nombreuses régions (Gates, 1989), elles sont mises en œuvre de façon complémentaire. Parmi ces mesures, la régulation de l'accès occupe une place centrale. Elle porte principalement sur un régime de licences pour les chalutiers depuis 1970 (Meuriot et Dremière, 1986) avec sa généralisation à toutes les flottilles depuis 1993. Les objectifs fixés sont la réduction de l'effort de pêche du chalutage de fond et le maintien du *statu quo* pour les autres types d'exploitation (Anon., 1992)¹. La gestion des pêches régionales est en outre marquée par la volonté de réserver la zone côtière aux petits métiers en y interdisant la pratique du chalutage.

La flottille des chalutiers du golfe du Lion présente un ensemble de caractéristiques assez homogènes car la longueur des navires est comprise entre 18 et 25 m et leur puissance est en principe limitée à 316 kW. En outre, la limitation de la durée des sorties

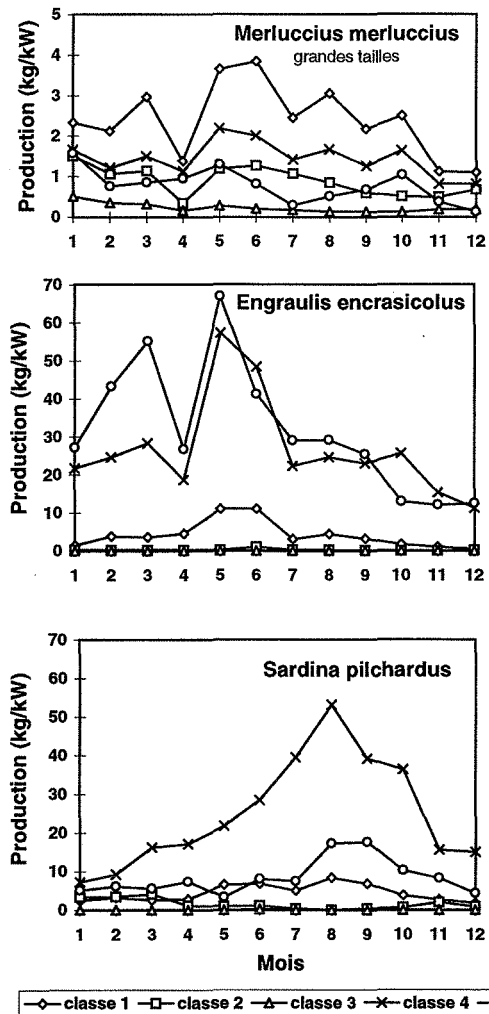


Figure 11. – Évolutions mensuelles des productions relatives pour les 3 plus importantes espèces en tonnages débarqués : gros merlus *M. merluccius*, anchois *E. encrasicolus* et sardine *S. pilchardus* pour chacune des 5 stratégies.

Monthly variation of the relative productions for the three most important species in weight: big hake *M. merluccius*, anchovy *E. encrasicolus* and sardine *S. pilchardus* for each of the 5 strategies.

(sorties journalières) restreint l'aire théorique de travail à proximité du port d'attache. Dans cet espace relativement réduit, les espèces d'intérêt halieutique se distribuent différemment à la côte et au large (Abbes, 1991) alors qu'un régime dominant de vents de terre limite les possibilités de travail au large pour les navires les plus petits. Dans ces conditions, tous les navires n'ont pas exactement accès aux mêmes ressources.

L'activité de la flottille se distribue nettement selon deux axes principaux: d'une part du fond (*Eledone* sp. et *Octopus vulgaris*) vers la surface (*S. pilchardus* et *E. encrasicolus*) et d'autre part de la côte (*Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata* et les Mugilidés) vers le large (*M. merluccius*, *Lophius piscatorius*, *Lophius budegassa*, etc.).

¹ Anon. 1992. Décision 92/588/CEE au Journal officiel N° L 401 du 31.12.1992.

Les résultats ont également montré que, d'une façon générale, il n'existe pas de navire dont l'activité soit orientée exclusivement sur une seule espèce.

Quelques tendances méritent d'être soulignées pour illustrer les apports de l'analyse dans la recherche d'un meilleur ajustement entre les objectifs et la mise en œuvre de la régulation.

Ayant noté que le renouvellement de la flottille des chalutiers du port de Sète s'était effectué selon plusieurs phases, Meuriot *et al.* (1987) avaient partitionné la flottille selon deux critères: l'année de construction et la longueur du navire, pour en effectuer une analyse économique. La présente analyse montre que ces deux critères restent des indicateurs pertinents de segmentation sur la base de la production des navires. En effet, à part deux exceptions, les bateaux dont l'activité est marquée par la capture des petits poissons pélagiques (stratégies 4 et 5) sont issus de la dernière phase de renouvellement (1975-1980). Ces navires sont parmi les plus grands de la flottille (longueur comprise entre 24 et 25 mètres).

Comme l'avait pressenti le législateur dès 1975 en interdisant le chalutage aux navires de moins de 18 mètres, il apparaît que la définition d'une taille limite inférieure pour les chalutiers s'accorde bien avec la volonté de réserver la zone côtière aux techniques de pêche passives. En effet, hormis les deux unités atypiques (de chalutage en bœufs) que l'analyse a rapidement mis en évidence, les navires caractérisés par une activité très côtière se situent systématiquement parmi les plus petits.

L'identification d'une stratégie « *S. pilchardus* » et d'une stratégie « *E. encrasicolus* » met en évidence le fait que les pêcheurs ont la possibilité d'orienter leur activité vers l'une ou l'autre des deux espèces. Elle montre ainsi une certaine capacité d'ajustement des captures à des facteurs externes qui peuvent être d'ordre biologique (non disponibilité de l'espèce) ou économique (marché saturé, prix trop bas). Ce phénomène est également illustré par les captures de jeunes merlus *M. merluccius*. En effet, cette catégorie de poissons est très peu capturée par les navires de stratégie pélagique (4 et 5) pendant la période estivale, alors que les navires des autres types de stratégies continuent à le débarquer (Fig. 3).

Les résultats obtenus montrent également l'importance de combiner l'analyse des stratégies individuelles et celle relative aux effets de chaque segment de flotte sur l'ensemble de la pêcherie. Ainsi, les navires dont la stratégie est orientée vers les petits poissons pélagiques (stratégies 4 et 5) présentent un taux très faible de débarquement de merlus de grandes tailles *M. merluccius* (respectivement 2,4 et 1,7 % de leur production). Néanmoins, ces navires réalisent plus de la moitié des débarquements de l'espèce pour l'ensemble de la flottille étudiée. Une tendance analogue est relevée pour les jeunes *M. merluccius* qui représentent moins de 1 % des débarquements des navires à stratégie pélagique (contre 3 à 4 % pour les

autres catégories), mais dont les apports constituent en fait 44 % du prélèvement recensé sur cette ressource. Ces résultats montrent que des captures marginales en valeur relative au sein d'un segment de flottille peuvent avoir un impact très important sur la ressource.

Développées à partir de l'analyse d'un port sur une seule année, les résultats présentés ne fournissent pas un panorama complet de la situation et il serait hasardeux d'en tirer des conclusions générales pour l'ensemble de la pêcherie du golfe du Lion. La démarche proposée a toutefois permis de caractériser nettement deux grandes logiques d'exploitation, l'une orientée vers la recherche d'un très petit nombre d'espèces (*S. pilchardus* et *E. encrasicolus*), l'autre déterminée par une grande diversité des captures. Au-delà de cette formalisation, l'analyse illustre l'intensité des imbrications entre les différents types identifiés. Elle peut ainsi contribuer à l'établissement de repères dans la recherche de critères techniques d'ajustement de flottilles à des objectifs différenciés de régulation des captures. Elle souligne enfin l'intérêt de développer des études fines de comportement des flottilles dans la recherche d'amélioration de l'exploitation de ressources multispécifiques.

Du point de vue méthodologique, l'utilisation de la segmentation en typologie de flottilles constitue une voie récemment ouverte par la mise en application, dans le domaine halieutique, des méthodes d'analyses de données symboliques (Ferraris *et al.*, 1996). Les méthodes typologiques usuelles (analyses factorielles et classifications) offrent des descriptions multicritères parfois difficilement conciliables avec les informations nécessaires à l'élaboration des règles de gestion. Bien que les méthodes de segmentation ne procèdent pas à travers une vision multidimensionnelle des variables explicatives (Fénelon, 1981), elles contribuent à la formalisation des résultats des analyses de données classiques (Ferraris *et al.*, 1996). Dans ce contexte, il est important d'évaluer la concordance entre la description des classes fournie par analyse multivariée et les objets symboliques issus de la segmentation, plus réducteurs. Cette concordance est illustrée par le taux théorique de bon classement. Dans le cas de la flottille étudiée, les ajustements opérés sur la partition (choix du nombre de classes) ont permis d'optimiser le taux d'individus bien classés dans une proportion de 100 %. L'arbre de décision binaire obtenu par segmentation permet de discriminer de manière reproductible de nouveaux individus dans les stratégies identifiées.

Sur notre exemple, le fait d'opérer une ACP centrée comme première étape de l'analyse conduit à privilégier les espèces à forte variabilité et favorise la formation de classes monothétiques. La segmentation dont le principe de discrimination repose sur la prise en compte successive des variables, c'est-à-dire qui procède plus d'une approche de type univarié, fournit naturellement des segments terminaux plus homogènes lorsqu'elle est réalisée à partir de classes monothétiques. La concordance entre classes

et segments a donc été privilégiée afin d'obtenir une formalisation pertinente des stratégies identifiées. En d'autres termes, nous souhaitons favoriser l'objectif décisionnel afin que les règles d'affectations de nouveaux individus dans les segments soient les plus fiables possibles vis-à-vis des stratégies identifiées. L'enchaînement des analyses opéré en effectuant comme première étape une ACP normée fournit des classes polythétiques mais l'étape finale de segmentation fait apparaître un mauvais taux de classement. Il est alors impossible de considérer comme valide la formalisation des classes par les objets symboliques résultants du parcours d'un tel arbre.

CONCLUSION

Dans le cadre de cette étude, l'approche descriptive de la méthode de segmentation a été utilisée prioritairement afin de formaliser les différentes stratégies de pêches de la flottille chalutière du port de Sète. Il en résulte une caractérisation des stratégies à partir d'un nombre réduit d'espèces. En créant un lien synthétique entre activité et ressources, une telle description contribue à la gestion de ce segment de flottille. En autorisant l'affectation de nouveaux individus dans des segments déjà caractérisés, l'approche décisionnelle de la segmentation peut constituer une deuxième étape intéressante pour aborder la dynamique des flottilles.

Remerciements

Cette étude a été réalisée grâce à la mise à disposition de données de production par la criée de Sète et l'organisation de producteurs Sathoan. Nous remercions tout particulièrement Pierre-Yves Dremière pour la transmission de connaissances originales sur la flottille chalutière de Sète. Nous tenons à remercier les « referees » anonymes et E. Périnel pour l'aide qu'ils nous ont apportée dans l'amélioration de ce manuscrit.

RÉFÉRENCES

- Abbes R. 1991. Atlas des pêches françaises dans les mers européennes. IFREMER Ed. Ouest France, Rennes France, 100 p.
- Aldebert Y., C. Carriès 1988. Problèmes d'exploitation du merlu dans le golfe du Lion. *FAO Rapp. Pêches* **395**, 87-91.
- Aldebert Y., L. Recasens 1996. Comparison of methods for stock assessment of European hake *Merluccius merluccius* in the Gulf of Lions (Northwestern Mediterranean). *Aquat. Living Resour.* **9**, 13-22.
- Aldebert Y., L. Recasens, J. Lleonart 1992. Analysis of gear interactions in a hake fishery: the case of the Gulf of Lions (NW Mediterranean). *Sci. Mar.* **57**, 207-217.
- Ben Alaya H. (ed.) 1996. Rapp. 7^e consultation technique du Conseil général des pêches pour la Méditerranée sur l'évaluation des stocks dans les divisions statistiques Baléares et Golfe du Lion. Sète, France, 19-23 sept. 1994. *FAO Rapp. Pêches* **537**, 244 p.
- Biseau A., E. Gondeaux 1988. Apport des méthodes d'ordination en typologie des flottilles. *J. Cons. Int. Explor. Mer* **44**, 286-296.
- Bonnet M. 1973. Les pêches françaises sur les côtes de Méditerranée : actualités, perspectives. *Bull. Inst. Pêches Marit. Sci. Pêche* **222**, 1-20.
- CGPM, Conseil Général des Pêches pour la Méditerranée 1988. Rapport du groupe de travail *ad hoc* sur l'aménagement des stocks dans la Méditerranée occidentale. Rome, 24-25 juin 1986 et Sète, 10-11 février 1987. *FAO Rapp. Pêches* **386**, 48 p.
- Degage A. 1983. L'amirauté de Cette et la flotte sétoise de 1691 à 1735. *Etudes sur l'Hérault* **14-3**, 5-23.
- Diday E. 1991. Des objets de l'analyse des données à ceux de l'analyse des connaissances. In: Induction symbolique et numérique à partir de données. L. Kodratoff, E. Diday eds. Cepadues Editions, 9-75.
- Farrugio H., G. Le Corre 1996. Diagnostics à l'équilibre de quelques stocks halieutiques démersaux euryhalins du golfe du Lion : analyses de pseudo-cohortes et rendements par recrues. In: Rapp. 7^e consultation technique du Conseil général des pêches pour la Méditerranée sur l'évaluation des stocks dans les divisions statistiques Baléares et Golfe du Lion. Sète, France, 19-23 sept. 1994. H. Ben Alaya ed. *FAO Rapp. Pêches* **537**, 113-120.
- Fénelon J. P. 1981. Qu'est ce que l'analyse des données ? Lefonen, Paris.
- Ferraris J., A. Samba 1992. Variabilité de la pêche artisanale sénégalaise et statistique exploratoire. SEMINFOR 5, ORSTOM, sept. 1991, Montpellier, 169-190.
- Ferraris J., M. Gettler-Summa, C. Pardoux, H. Tong 1996. Knowledge extraction using stochastic matrices: application to elaborate fishing strategies. In: Ordinal and symbolic data analysis. E. Diday, Y. Lechevallier, O. Opitz eds. Springer, 103-112.
- Gabriel W. L., S. A. Murawski 1985. The use of cluster analysis in identification and description of multispecies systems. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* **1347**, 112-117.
- Garcia S. 1989. La recherche halieutique et l'aménagement : grandeur et servitude d'une symbiose. In: L'homme et les ressources halieutiques. J. P. Troadec ed. IFREMER, 711-744.
- Gates J. M. 1989. La régulation du taux d'exploitation dans les pêcheries commerciales. In: L'homme et les ressources halieutiques. J.P. Troadec ed. IFREMER, 497-524.
- Guéguen A., J. P. Nakache 1988. Méthode de discrimination basée sur la construction d'un arbre de décision binaire. *Rev. Stat. Appl.* **36**, 19-38.
- Guéguen A., J. P. Nakache, J. Nicoleau-Molina 1993. Segmentation par arbre de décision binaire, discrimination et régression : SPAD.S Version 1.0. CISIA Saint-Mandé, France.

- Hilborn R. 1985. Fleet dynamics and individual variation: Why some people catch more fish than others. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **42**, 2-13.
- Meuriot E., P. Y. Dremière 1986. Les systèmes de licence de pêche : le cas de la Méditerranée française. *Rapp. Econ. Jurid. IFREMER* **2**, 92 p.
- Meuriot E., P. Y. Dremière, J. Capelle 1987. Le chalutage en Méditerranée : le port de Sète. *Rapp. Econ. Jurid. IFREMER* **3**, 147 p.
- Morineau A. 1984. Note sur la caractérisation statistique d'une classe par les valeurs-tests. *Bull. Centre Int. Stat. Informat. Appl.* **2-1**, 20-27.
- Murawski S. A., A. M. Lange, M. P. Sissenwine, R. K. Mayo 1983. Definition and analysis of multispecies otter-trawl fisheries off the northeast coast of the United States. *J. Cons. Int. Explor. Mer* **41**, 13-27.
- Spad N. 1987. Système portable pour l'analyse des données. Centre International de Statistique et d'Informatique Appliquées, 25 av. de l'Europe, 92310 Sèvres, France.
- Tong H., Périnel 1996. Une approche numérique/symbolique pour l'extraction et la formalisation de connaissances: Application à la description de tactiques de pêche artisanale au Sénégal. In: Méthodes d'étude des systèmes halieutiques et aquacoles. J. Ferraris, D. Pelletier, M.J. Rochet eds. Colloques et Séminaires, ORSTOM, 157-164.
- Ward J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize and objective function. *J. Am. Stat. Assoc.* **58**.