

## A. CATEGORIES GEOGRAPHIQUES ADAPTEES A L'AMENAGEMENT DES PECHEES EN MEDITERRANEE

### Résumé

Ce document donne un aperçu général des applications potentielles des diverses catégories géographiques telles que les zones naturelles d'aménagement, les biocénoses, les unités de stock et les refuges, ainsi que des aires d'influence des ports locaux en tant qu'éléments pouvant s'appliquer à l'aménagement des pêches en Méditerranée. Une brève revue des principaux facteurs hydrographiques est aussi donnée, elles sont étonnamment stables d'années en années et avec la forte variation des caractéristiques physiques, elles ont pu induire une relativement grande diversité de stock sur le plateau et dans les zones lagunaires.

La distribution des espèces telle qu'elle est présentée dans les fiches d'identifications de la FAO réparties en provinces faunistiques, coïncide généralement bien avec les subdivisions du CGPM. La qualité fragmentaire de l'information et des critères permettant la définition des unités de stock est passée en revue. On observe de larges différences d'échelles allant des stocks d'espèces à grandes migrations qui s'étendent à toute la Méditerranée et à l'Atlantique, jusqu'à une ou quelques unités de stock de migrateurs et autres grands pélagiques. Pour les petits pélagiques, la situation est plus diversifiée et les unités de stock reflètent les caractéristiques océanographiques. La notion de stocks strictement locaux s'applique aux démersaux des plateaux continentaux étroits se mélangeant peu.

Bien que les zones à large plateau comme l'Adriatique, le Golfe du Lion et le Golfe de Gabès se caractérisent probablement par une ou quelques unités de stock, les plateaux étroits et allongés séparés par des profondeurs abyssales se trouvent dans toute la Méditerranée. Dans ces conditions, la diffusion des larves d'une rive à l'autre semble peu probable, et pour ces plateaux étroits, de petits stocks successifs le long de la côte ou une évolution de leur génotypes sont les caractéristiques les plus courantes. Du point de vue de l'aménagement, ces dernières ressources pourraient éventuellement être traités comme des petits stocks adjacents en divisant le plateau en secteurs, chacun attribué à un port local et sa flottille associée et en pratiquant un aménagement à l'échelon local, éventuellement intégré dans une zone plus large

### Introduction

Lors de sa vingt troisième session, le CGPM a proposé que le Comité Scientifique Consultatif se penche rapidement sur la définition d'unités d'aménagement des pêches. Le présent document a pour objet d'envisager les différentes catégories géographiques qui pourraient convenir ou être utile à l'aménagement de pêches en Méditerranée

Ce document est dans les grandes lignes analogue à celui précédemment préparé et accepté pour la région WECAF (Caddy, 1989) et qui a permis de définir les zones d'aménagement naturelles de cette région. Il faut cependant souligner que préalablement à la rédaction du document, une réunion entre les pays concernés avait conduit à la définition de l'aire de répartition des stocks et du degré de partage des ressources, la discussion s'en était trouvée facilitée. Une telle analyse n'a pas encore été menée en Méditerranée, alors qu'elle l'a été en Mer Noire (Ivanov et Beverton, 1985). Une analyse du type de celle représentée à la figure 1 devrait être menée pour les principales espèces migratoires en Méditerranée. D'un point de vue faunistique, Fredj *et al.* (1992) soulignent qu'en Méditerranée 7 à 8 000 "metazoas" ont été enregistrés dans la banque de données MEDIFAUNE et parmi ceux-ci, 1/5 ont été recensés depuis 1950, ce qui signifie que nous avons un système non seulement très diversifié mais dont notre connaissance comporte de nombreuses lacunes.

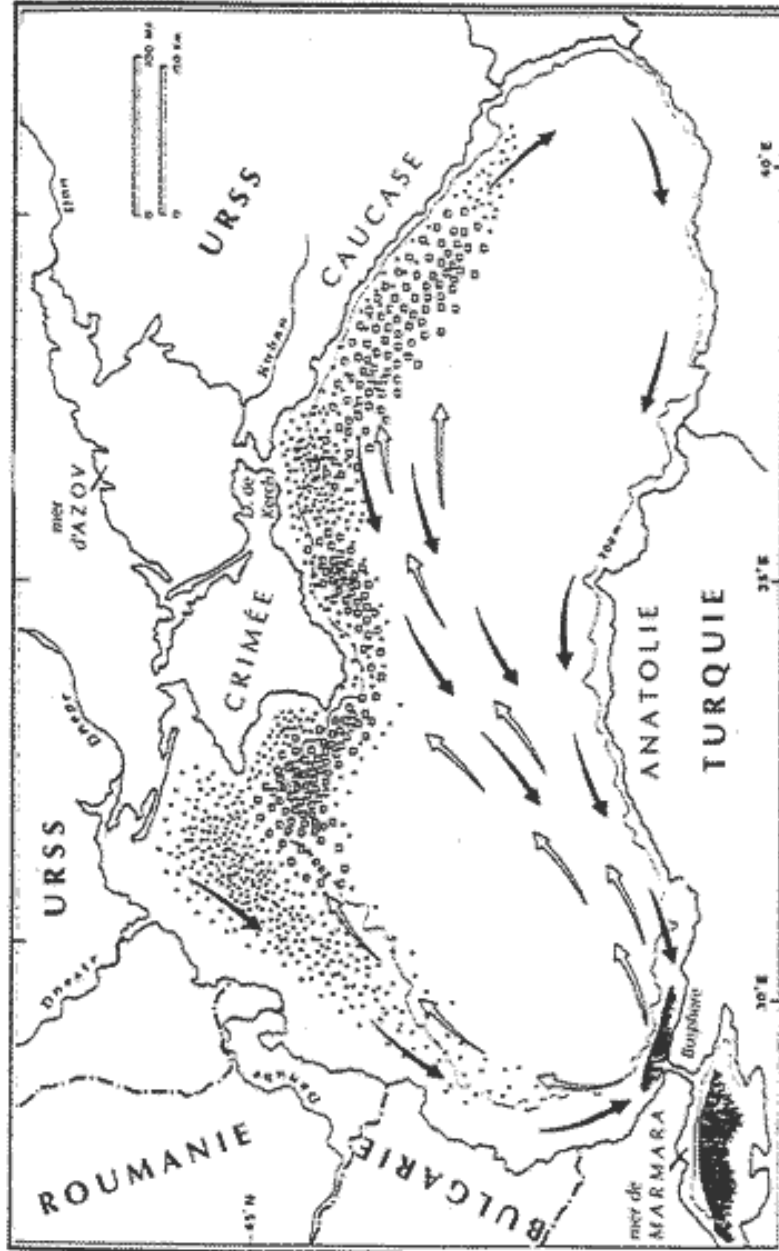
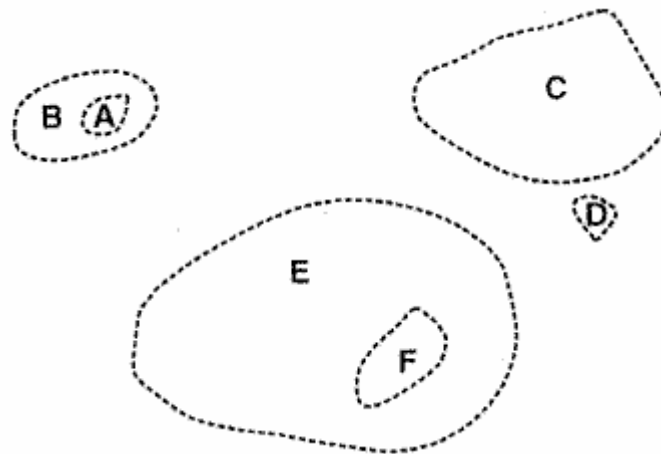


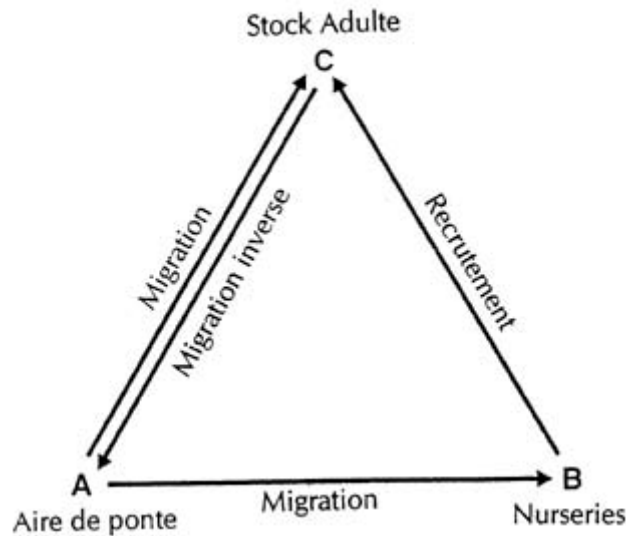
Fig. 1. Distribution et migrations de la bonite (*Sarda sarda* Bloch) en Mer Noire d'après Ivanov et Beverton (1936).

## Les populations marines: quelques aspects importants

Voyons tout d'abord quelques notions de base en matière de biologie des populations. Du point de vue de l'aménagement, il serait idéal de considérer la pêche comme la capture d'une seule espèce de la population locale, telle qu'elle est définie par Sinclair (1987) comme "une composante autosuffisante d'une espèce donnée". Elles partagent effectivement le même patrimoine génétique et sont implicites dans le concept de Mayr (1942), qui les définit comme un "groupe de populations naturelles se reproduisant effectivement ou potentiellement entre elles et qui du point de vue de la reproduction sont isolés des autres groupes" nous pouvons remarquer que cette définition est aussi valable pour des groupes génétiquement isolés. Sinclair remarque que des biologistes des pêches (comme par exemple Heinke, 1898, et Hjort, 1914) ont peut-être été les premiers à admettre que de tels groupements locaux d'organismes constituaient des "unités de travail" idéales pour l'aménagement des pêches, bien que pour des raisons qui seront évoquées ultérieurement, y a peu de cas où l'on peut dire de manière certaine que cette version rigoureuse de la notion "d'unité de stock" s'applique à la réalité des pêcheries. Sinclair a aussi introduit la notion de "patrimoine d'une population" (Fig. 2) qui est la caractéristique d'une population résultant de son histoire et/ou des discontinuités géographiques qui ont contribué à la fractionner en unités de populations autosuffisantes et plus petites. Il existe ainsi tout un éventail de caractéristiques, allant de la population unique comme celle de l'anguille commune, où toute la population Atlantique se reproduit dans la mer des Sargasses, en passant par les poissons de fond typiques comme la morue ou les pélagiques du plateau continental tel le hareng, où l'on peut distinguer plusieurs unités de stock, jusqu'à des espèces comme le saumon ou l'alose qui peuvent se présenter en autant de populations locales génétiquement distinctes qu'il y a de rivières dans lesquelles ils se reproduisent. Il a aussi souligné l'importance de l'isolation dans la reproduction, qui peut aussi exister sans barrières géographiques, en particulier selon le schéma de Harden Jones (1968) de la Figure 3, où des poissons migrateurs se mélangent au niveau des nurseries ou des nourriceries.



**Fig. 2.** Sinclair (1987) indique que plusieurs stocks peuvent coexister dans une zone, ceci représente le "patrimoine de la population". Si leurs reproductions sont isolées, ils peuvent se trouver ensemble sur une même zone.



**Fig. 3.** Schéma typique de migration au cours de la vie, selon la terminologie de Harden-Jones (1968) reprise par Sinclair (1987)

### Différentes types de répartition des espèces

Les zones de répartition des espèces telles que présentées dans les cartes de Fischer *et al.* (1987) sont une illustration de la diversité des phénomènes que le Conseil Général des Pêches pour la Méditerranée devra traiter (voir annexe). On trouve un grand nombre de types de distribution chez les quelques 1900 espèces commercialement ou potentiellement intéressantes de poissons invertébrés et plantes, recensées en Méditerranée par Fischer *et al.* (1987). Malgré la grande variété des schémas de distribution, une observation globale permet de dégager un petit nombre de distributions caractéristiques, quelques exemples sont décrits en annexe. Il est intéressant de noter que pour l'ensemble de la faune de la Méditerranée, Fredj *et al.* (1992) ont observé que 69% sont d'origine Atlantique, que les espèces endémiques représentent jusqu'à 28% alors que 5% correspondent à celles venues de Mer Rouge par le Canal de Suez.

Les catégories décrites en annexe, peuvent dans certain cas comme pour les espèces migratrices, fournir une indication sur l'unité d'aménagement, mais dans d'autres cas il n'est pas évident de savoir si elles ne sont pas formées de sous-unités plus petites. Avant d'entrer dans le détail de la recherche d'unités d'aménagement convenables, il est utile de rappeler un certain nombre de caractérisations générales ou géographiques couramment employées en écologie marine. En toute logique, il semblerait utile dans un premier temps de passer en revue les caractéristiques géographiques principales des masses d'eau méditerranéennes pour voir si certaines structures ou phénomènes peuvent avoir une influence sur la distribution des stocks.

### Différentiation d'habitats méditerranéens par des critères océanographiques

D'après Sinclair (1987), la réalisation des cycles vitaux d'espèces océaniques est d'avantage soumise à des contraintes spatiales que dynamiques ou trophiques et la régulation en termes de taille et de répartition de ces populations est en grande partie induite par des processus liés l'océanographie physique, il fait référence à des facteurs océanographiques qui permettent le bouclage du cycle de vie comme des "opportunités géographiques". Des stocks adjacents peuvent se trouver ensemble dans les nourriceries mais se séparer lors de la reproduction car ils ont des "fenêtres" de zones/saisons de ponte différentes plus restreintes que la zone de répartition du stock, au moins chez les pélagiques. Sinclair (1987) et Bakun (sous presse) suggèrent une définition liée aux conditions hydrographiques, ainsi Iles et Sinclair (1982) ont remarqué que "le nombre de stocks de hareng et la position géographique de leurs zones de pontes respectives sont déterminés par le nombre, la position et l'étendue géographique des zones habituelles de répartition des larves". Ils remarquent que les petits stocks sont à mettre en relation avec des caractéristiques hydrographiques de faible ampleur et vice versa. Compte tenu de la complexité des côtes méditerranéennes et des facteurs océanographiques, une telle caractérisation semblerait suggérer, pour les ressources du plateau, que mises à part les grandes régions de fonds

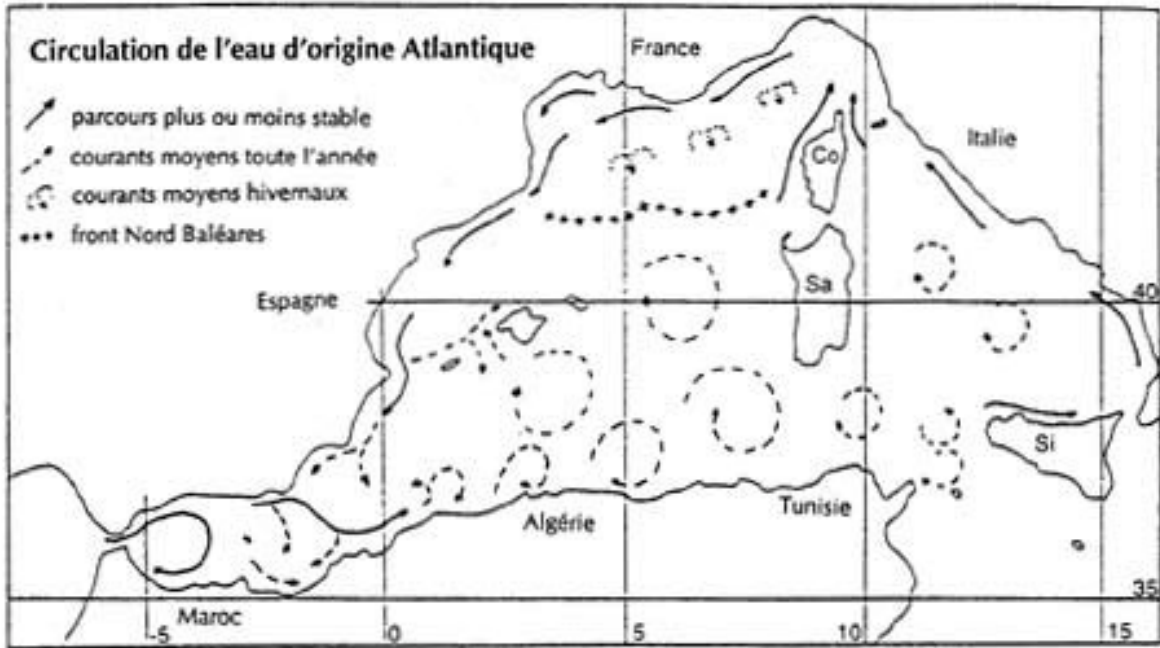
plats comme en Adriatique, il est plus probable qu'il existe un grand nombre de petits stocks, plutôt qu'une ou quelques unités de population de grande taille. Pour les espèces pélagiques migratrices, le nombre de stocks est vraisemblablement beaucoup plus restreint ou cette notion n'existe même pas. En Atlantique Ouest, le maquereau commun *Scomber scombrus* par exemple, est divisé en deux populations différentes liées aux grands courants de circulation océanique. Les espèces méditerranéennes de moyens ou grands pélagiques correspondent vraisemblablement à des stocks uniques ou peu nombreux, comme ceux des catégories 4, 8 et 9 en annexe.

Les connaissances en océanographie nous éclairent sur le comportement des masses d'eau, qui son tour permet de comprendre certaines caractéristiques faunistiques de l'ensemble du bassin méditerranéen. En simplifiant, on peut dire que les eaux Atlantiques entrent en surface par le Déroit de Gibraltar, elles progressent vers la Méditerranée orientale, perdent en route des éléments nutritifs et s'enrichissent en sel avec l'évaporation. Elles reviennent finalement en Atlantique en profondeur par le Déroit de Gibraltar pour former une composante de forte salinité de la circulation atlantique. Parmi les exceptions locales à ce schéma général, on peut citer le gradient nord-sud du à l'apport d'éléments nutritifs par les rivières du nord (Le Rhône à l'ouest, Le Pô en Adriatique et le flux de Mer Noire, entrant en Mer Egée par les Dardanelles). Les effets de ces gradients en éléments nutritifs ainsi que d'autres effets d'origine humaine sur l'évolution de la production des pêcheries ont été décrits par Caddy *et al.* (1995), il semble aussi ressortir de l'analyse des statistiques du CGPM (Fiorentini *et al.* 1997). Comme application immédiate à la différenciation d'unités locales de stock, Le Vourch *et al.* (1992) ont observé l'existence de nombreuses petites structures océanographiques en Méditerranée qui semblent relativement stables. Mis à part les tourbillons et les fronts, structures qui conduisent à la séparation de stocks, on peut aussi inclure la circulation dans les estuaires, les baies côtières, etc.

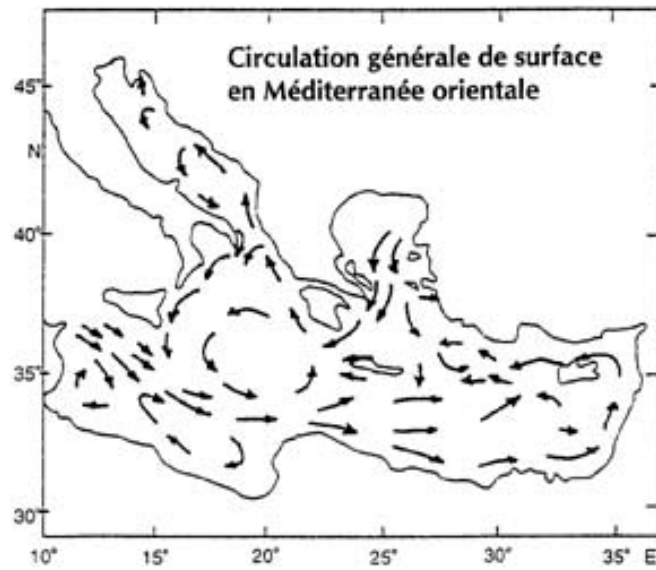
Vu sous l'angle de la circulation océanique, Le Vourch *et al.* (1992) attirent l'attention sur la présence en Méditerranée de tourbillons cycloniques et anticycloniques ainsi que de fronts, ce qui suit est extrait de leurs travaux. Bon nombre de ces structures (Tableaux 1 et 2) semblent présenter des caractéristiques stables ou semi-permanentes, se retrouver années après années avec cependant des variations saisonnières. On peut supposer qu'elles jouent un rôle en particulier, mais pas seulement, pour les poissons pélagiques et la différenciation de leurs stocks ou de leurs populations. Bien que Sinclair suppose que les larves et juvéniles présentent des migrations verticales ou même migrent activement vers les nurseries contre les courants, le régime hydrodynamique est un facteur important qui permet d'assurer qu'une plus grande proportion arrive dans les nurseries. La nécessité d'une situation hydrographique stable nous vient encore de Sinclair (1987) qui souligne l'importance de zones géographique stables de rétention des larves et "d'un système de colonne d'eau dont les caractéristiques océanographiques physiques doivent se retrouver à la même position géographique années après années". On peut considérer la Méditerranée sous cet angle en prenant les données de Le Vourch *et al.* (1992).

En se référant à la Figure 4a, on observe d'Ouest en Est :

- L'eau atlantique entrant en Mer d'Alboran occidentale qui présente un fort tourbillon anticyclonique avec un upwelling le long de la côte Nord. Il est difficile d'imaginer qu'une ou plusieurs unités de stock de petits pélagiques ne sont pas associées à cette structure
- Comme la structure précédente, on remarque que la Mer d'Alboran orientale est partiellement séparée du reste de la Méditerranée occidentale par un front s'étendant d'Almeria à Oran.
- La côte algérienne jusqu'en Tunisie est une zone chaotique à haute énergie et grande variabilité spatiale dans le temps, avec des tourbillons passagers et des communications intermittentes avec les eaux côtières espagnoles. Ceci ne permet peut être pas la formation de stocks stables.
- Les masses d'eau atlantiques entrantes se dirigent vers le nord au niveau du Déroit de Sicile et reviennent ensuite vers la Mer d'Alboran le long de la côte nord-ouest de la Méditerranée (Fig. 3a). On peut en déduire que la direction la plus probable de dispersion des larves pélagiques et des juvéniles en Méditerranée occidentale, se fait d'est en ouest dans la partie nord et vice versa au sud.



a)



b)

**Fig. 4.** Circulation générale de surface en Méditerranée a) occidentale et b) orientale, ayant un effet possible sur le transport des larves (d'après Le Vouch *et al.*, 1992).

**Tableau 1.** Distribution des fronts thermiques en janvier (1980-87 inclus), analyse reprise de Le Vourch *et al.* (1992)  
(1 = faible/local, 2 = fort/étendu, 3 = très fort/largement distribué)

Date	Mer d'Alboran	Golfe de Valence	Golfe du Lion	Golfe de Gènes	Sardaigne Tunisie	Golfe de Gabès	NO à SO Adriatique	Large de l'Albanie	SE Sicile	Large Ras el Hilal	Large du Péloponnèse	Centre -N Egée	NE Crète	Rhodes Kas
1/80	1	1	2	1		2	3	1	3	1		2		1
1/81	1	2	1	1	2	2	3	2	2			1		
1/82	3	1	2	1	2	1	3	2	3	2		1	1	
1/83		2	1	2		2	3	2	2		1	3		
1/84	1	1	1	1	1	1	2	1	1		1	2		1
1/85	1	1	1			2	3	1		1		1		
1/86		1		1	1	2	3	1		2		2		
1/87			1			2	2		2		1	1		

**Tableau 2.** Distribution des fronts thermiques en juillet (1979-87 inclus)  
(1 = faible/local, 2 = fort/étendu, 3 = très fort/largement distribué)

Date	Mer d'Alboran en Algérie	Golfe du Lion Iles d'Hyères	Nord Est Corse	Corse Sardaigne	Sardaigne Tunisie	Golfe de Gabès	Ouest & Sud Sicile	Sud Messine	Ouest Adriatique	Large Albanie	Péloponnèse	Nord Egée	Ouest Crète	Rhodes - Kas
7/79	2	1			1	1	2	2		1		1	1	
7/80	3	3	2	2	3	3	3	3		2	2	1	1	1
7/81	3	3	2	2	3	1	2	1		2	1	1	2	2
7/82	2	1	1	1	1	1	3	2		2	2	3	2	1
7/83	2	1				2	2	1	1	2		1		
7/84	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2		1
7/85	2	1		2		2	3	1		2	2	2	2	2
7/86	1	1	1		1		1			1		1		1
7/87	2	2	1		1	2	1	2		3	2	2	2	2

- Les masses d'eau entrant en Méditerranée orientale, se déplacent vers le sud ouest en suivant la côte africaine, au niveau du Levant elles entrent en Mer Egée, et s'échauffent au cours de ce processus, avec vraisemblablement les mêmes effets que ceux décrits pour la zone précédente (Fig. 4b).

Pour les petits pélagiques cependant, on peut rechercher les éléments océanographiques permettant de distinguer des zones potentielles de stocks, convenables à la nourriture ou à la reproduction. Les Tableaux 1 et 2 et la Figure 5 de Le Vourch *et al.* (1992) montrent la distribution des fronts thermiques en janvier et juillet respectivement pour une série d'années. Il est remarquable que, bien qu'il y ait des différences saisonnières dans la localisation de ces structures, elles semblent garder leurs caractéristiques d'année en année. Bien qu'il soit prématuré d'associer chacune de ces structures à un stock de petits pélagiques, l'établissement de cartes telles que celles des Figures 4 et 5, semble être un bon point de départ de recherche sur la structure des stocks.

La Figure 4c montre clairement le grand nombre de régions où le plateau est étroit, et la faible proportion de zones chalutables en Méditerranée (ombrées), où pourraient se situer des unités de stocks.

### **Quelques catégorisations d'intérêt pour les pêches et l'écologie marine**

Pour tenter de définir les zones naturelles d'aménagement dans une région écologiquement diversifiée comme Les Caraïbes et le Golfe du Mexique (Caddy, 1989), on a identifié quatre groupes de caractérisation géographique, présentés ci-dessous avec quelques modifications:

- (1) la province faunistique et la zone naturelle d'aménagement;
- (2) la zone occupée par une communauté ou biocénose écologiquement homogène (liée à la notion de chaîne alimentaire);
- (3) l'habitat critique et le refuge;
- (4) la zone occupée par une unité de stock (la zone de distribution du stock).

Pour être complet, on peut ajouter d'autres catégories géographiques spécifiques à la Méditerranée :

- (5) la fraction du plateau dans le rayon d'action d'un port de pêche.

Le document WECAF précédemment cité entre en détail dans la caractérisation des ressources partagées chevauchant les frontières maritimes. Bien que ceci ne constitue pas le but principal du présent document, il est indispensable de garder ces notions à l'esprit dans la discussion qui va suivre; en particulier dans le cas des quelques régions où le plateau continental est important.

Les cinq notions qui précèdent sont largement utilisées dans les pêcheries et dans les travaux d'écologie marine, en Méditerranée et ailleurs. Il est ainsi utile de proposer un certain nombre de définitions de travail, en particulier en raison du fait que l'on puisse trouver dans la littérature des interprétations différentes en usage en d'autres domaines.

#### **(1) Provinces faunistiques et zones naturelles d'aménagement**

La notion de Province Faunistique n'est pas couramment utilisée dans les pêcheries, elle implique une zone géographique large où se rencontrent des communautés de poissons associées ou des biocénoses. La notion de Zone Naturelle d'Aménagement (ZNA) présente des caractéristiques communes avec la province faunistique mais elle implique aussi que l'ensemble de la zone soit aménagé ou puisse l'être dans un cadre commun.

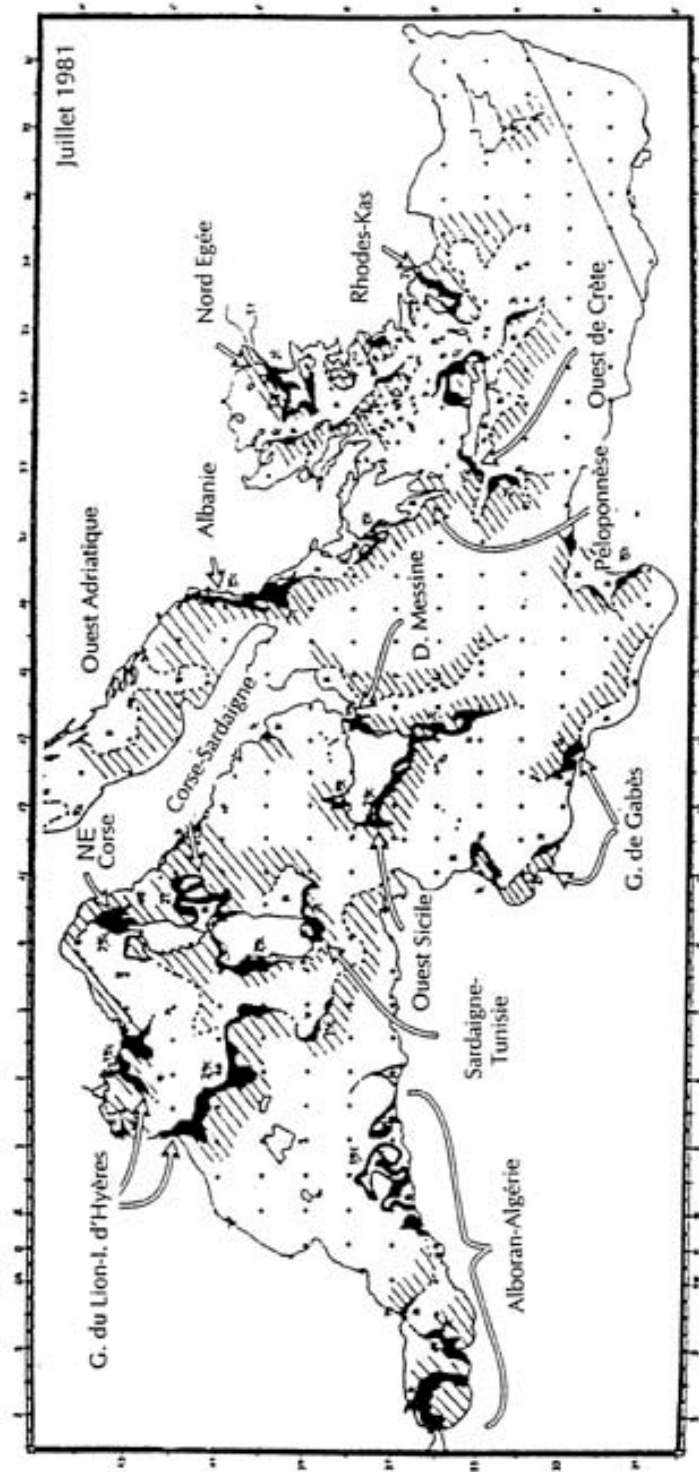


# MÉDITERRANÉE ET MER NOIRE



■ Ligne de 12 milles  
□ Plateau continental

**Fig. 4c** . Le plateau continental Méditerranéen et la ligne des 12 Miles de la côte



**Fig. 5.** Distribution des fronts thermiques (noir et ombré) d'après Le Vourch *et al.* (1992) (voir Tableau 1 pour la distribution interannuelle des phénomènes).

Cela va donc au-delà de la province faunistique car les ressources sont non seulement "caractéristiques" de cette zone mais que la possibilité d'un aménagement concerté des ressources de la ZNA sur le plan socio-économique et politique est implicite. On peut citer en exemple le cas de la chaîne d'îles des Petites Antilles qui se ressemblent du point de vue écologique et que l'on assimile à une ZNA coordonnée par le Comté d'Aménagement et de Développement des Petites Antilles du WECAF (Mahon, 1993).

Une analyse semblable à celle de Mahon (*op.cit.*), fondée de la même manière sur des cartes de répartition d'espèces, dans le cas présent celles de Fischer *et al.* (1987), a été faite par Garibaldi et Caddy (sous presse), elle est basée sur les similitudes/différences entre les points d'une grille superposée à la carte de répartition de Fischer *et al.* (*op.cit.*). D'une manière générale cette étude met en évidence deux caractéristiques principales de la faune des poissons de Méditerranée:

- (a) Comme on pouvait s'y attendre, en raison de la contribution dominante de la faune atlantique en Méditerranée (Fredj *et al.*, 1992), la richesse spécifique s'appauvrit d'ouest en est (Fig. 6a), avec relativement moins d'espèces en Méditerranée orientale, et encore moins en Mer Noire, qui ressemble à l'Atlantique Nord en termes de diversité spécifique.
- (b) Les indices de différence calculés à partir des cartes sur 536 espèces réparties jusqu'à l'isobathe 1000 m, montre une série de discontinuités qui peuvent constituer des provinces faunistiques (Fig. 6a). On remarque qu'elles coïncident avec les 10 Divisions de la Méditerranée et de la Mer Noire utilisées par le CGPM (Fig. 6b).

Les principaux éléments de la situation décrite dans le document cité plus haut sont les suivants :

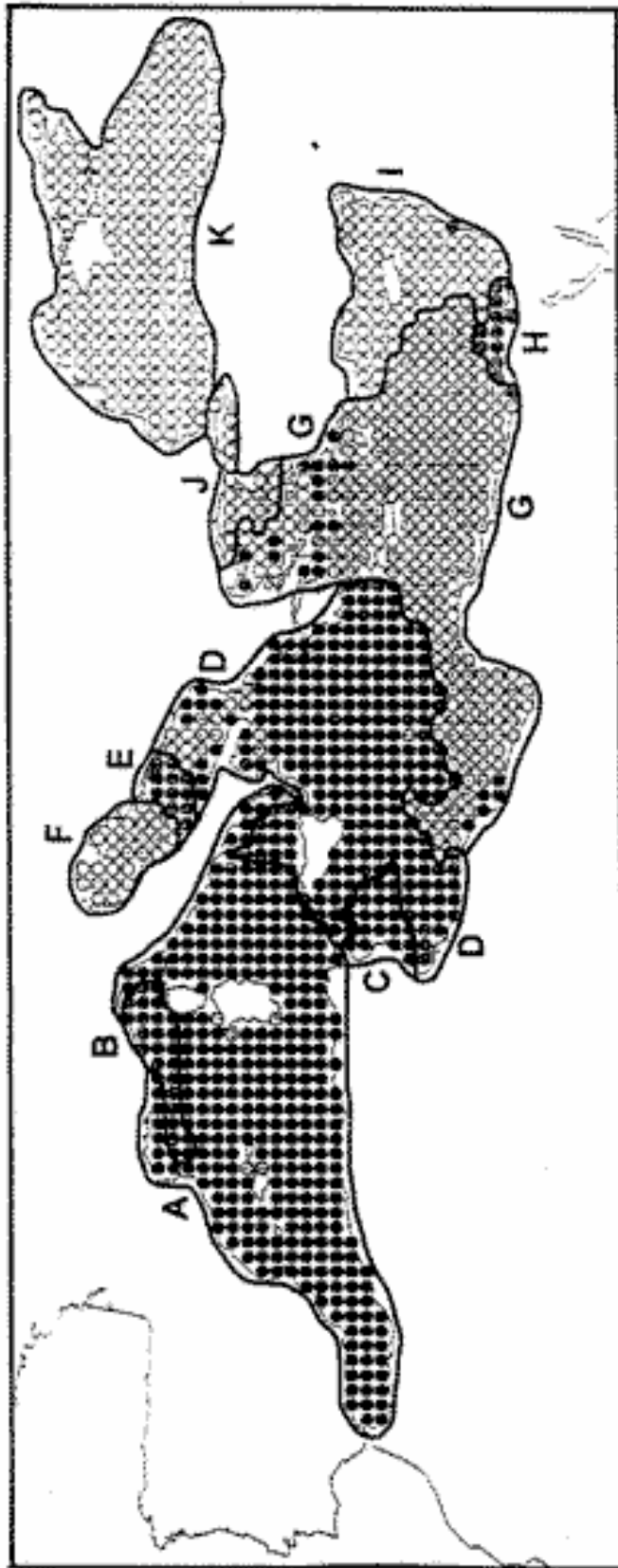
- la province faunistique la plus occidentale coïncide en gros avec les divisions CGPM 1.1 et 1.3 et englobe l'ensemble de la Méditerranée occidentale du Déroit de Gibraltar au Déroit de Sicile;
- la Division CGPM 1.2 (Golfe du Lion) est aussi distincte mais tend à se prolonger vers l'est au-delà des limites de la zone statistique;
- l'Adriatique Nord forme une zone distincte avec une diversité moindre et correspond à la moitié Nord de la Division CGPM 2.2 ;
- l'Adriatique Sud et le Nord de la Mer Ionienne (2.1 sud et 2.2 nord) ont des faunes semblables;
- les Divisions CGPM 2.2 Sud et 3.2 Ouest et 3.2 Egée ont aussi des faunes semblables;
- les Divisions CGPM 3.2 Est (Levant), 4.1 (Marmara), 4.2 (Mer Noire) et 4.3 (Azov) ont chacune des faunes différentes du point de vue de leur biodiversité.

Quelles autres conclusions peut-on tirer de cette toute première analyse. Les Divisions CGPM existantes semblent globalement adaptées aux réalités et la forte hétérogénéité de la Méditerranée se confirme du point de vue de sa biodiversité. Cela ne veut bien sûr pas dire que ces divisions sont les mieux adaptées à l'aménagement. Elles sont peut être trop grossières pour l'aménagement des stocks locaux du plateau et trop réduites pour les grands pélagiques. Elles présentent cependant l'intérêt de constituer de bonnes unités d'aménagement immédiatement utilisables en attendant de meilleures informations sur la structure des stocks.

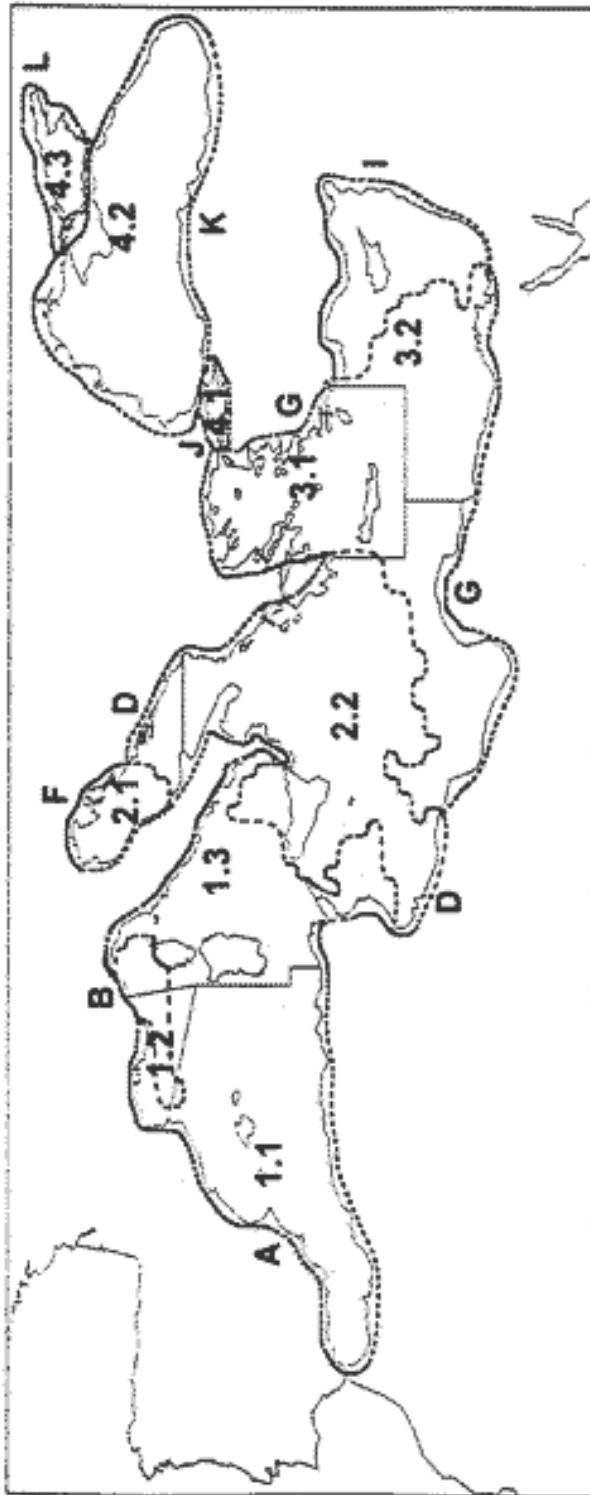
## **(2) Biocénoses, assemblages, communautés de poissons et chaîne alimentaire**

La "définition provisoire" des communautés de poissons du document WECAF précédemment cité est la suivante :

Zone où des faunes et des flores statistiquement semblables résident, souvent a des profondeurs et types de fonds analogues et qui comportent un groupe d'espèces commerciales bien défini.



**Fig. 6a.** Zones présentant un nombre semblable d'espèces d'après Garibaldi et Caddy (sous presse)



**Fig. 6b.** Divisions CGPM et provinces faunistiques d'après Garibaldi et Caddy (sous presse)

Des expressions couramment utilisées comme "la biomasse de poisson dans la zone" font souvent référence à une catégorisation multispécifique. "Les assemblages d'espèces" utilisés par Tyler *et al.* (1982) impliquent un groupe d'espèces que l'on peut statistiquement voir apparaître dans les échantillons de poissons capturés par un engin de pêche dans une région donnée. Les poissons commerciaux de cette communauté de poissons ou biocénose correspondent en tant que groupe, à la notion mal définie de "stock multispécifique". Stergiou *et al.* (1997) ont fait le point de la situation en Méditerranée dans les eaux grecques, ils mettent en évidence une forte stratification bathymétrique avec des assemblages démersaux identifiables dans les tranches de profondeur 0-50 m, 50-200 m et au-delà de 200 m.

Les communautés de poissons ou biocénoses sont habituellement considérées sous l'angle scientifique par opposition à l'intérêt en matière d'aménagement; une pression de pêche importante peut cependant modifier la composition spécifique, conduisant souvent au remplacement de l'espèce cible par une nouvelle espèce. De tels phénomènes ont été décrits dans le Golfe du Lion par Dremière (1982).

Il est évident que les espèces partageant le même habitat en permanence ou occasionnellement peuvent agir l'une sur l'autre de diverses manières, les interactions trophiques et alimentaires retiennent l'attention de nombreux auteurs. La caractérisation trophique des communautés de poissons méditerranéens, constitue en fait la première tentative d'ajustement à des modèles tels qu'ECOPATH ou ECOSIM. Il existe cependant de nombreuses difficultés d'application de ces modèles ou des modèles de populations virtuelles (VPA) utilisés en Mer du Nord, à la diversité géographique et taxonomique du système méditerranéen. Il ne semble pas nécessaire de construire de tels modèles de réseaux alimentaires si les espèces ne coexistent pas pour une part importante sur la majorité de leur aire de répartition, il semble donc urgent de se pencher sur cet aspect du problème.

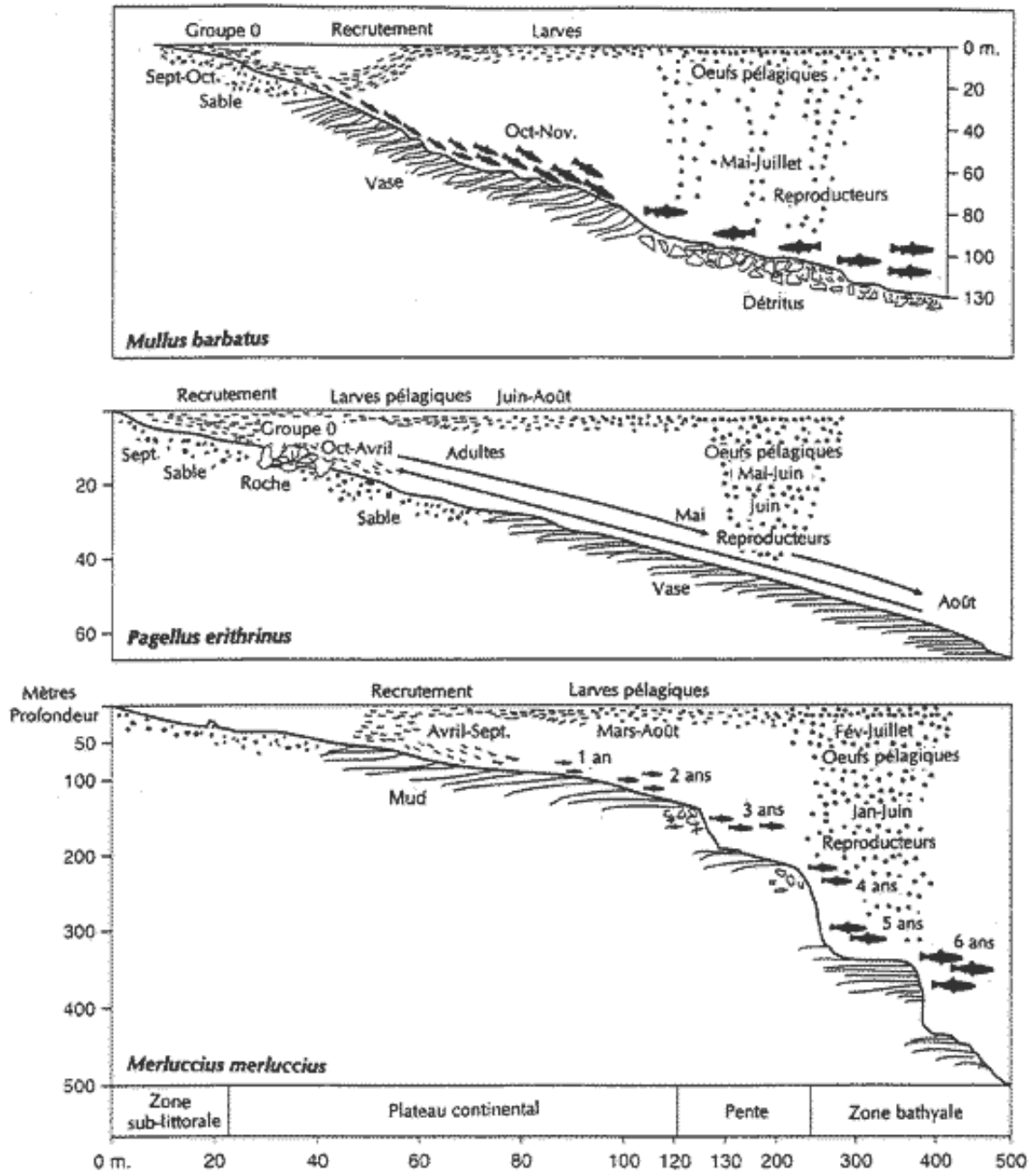
On peut imaginer que compte tenu de la mosaïque spatiale que constituent probablement les communautés de poisson, avec le nombre d'espèces en jeu et l'hétérogénéité spatiale de la Méditerranée, il serait utopique de tenter d'ajuster un modèle trophique mono ou multispécifique. Il faudrait d'abord déterminer l'homogénéité de provinces faunistiques et ensuite voir jusqu'à quel point un réseau alimentaire pourrait correctement expliquer les interactions entre les principales espèces. On ne reviendra plus sur cet aspect dans la suite de ce document.

La conclusion que l'on peut tenter de dégager de cette brève analyse, est que bien qu'il y ait des communautés de poissons ou des assemblages en Méditerranée, la forte hétérogénéité des nombreux environnements méditerranéens à l'échelon local, et leur stratification bathymétrique, rend ce type de classification inadapté à l'aménagement.

### **(3) Habitats critiques et refuges**

Cette terminologie fait référence à des zones géographiques déterminées, ayant une importance particulière pour une ou plusieurs espèces à un ou plusieurs moments de leurs cycles et par lesquelles ces espèces doivent impérativement passer. L'utilité particulière de telles définitions réside dans le fait qu'elles permettent d'identifier et de protéger des zones que l'on pense être sous l'influence de l'action humaine. Dans la terminologie du PAM (Plan d'Action pour la Méditerranée), on parle aussi de "zones sensibles". On peut mentionner plusieurs de ces zones, comme les herbiers qui peuvent être des habitats critiques pour les crevettes et quelques espèces de mollusques et de poissons côtiers pendant leur cycle vital, les affleurements rocheux en eaux profondes constituent souvent l'habitat du corail rouge ou des langoustes. Il est aussi possible de définir ces zones sur la base d'une ou plusieurs communautés de poissons ou assemblages.

Les zones de ponte et les nurseries sont en général considérées comme des "habitats critiques", leur extension est limitée et elles sont vulnérables à l'action humaine et aux variations de l'environnement. Pour de nombreuses espèces pélagiques (voir par exemple la Figure 7), le cycle biologique implique des variations saisonnières verticales et/ou horizontales, de telle sorte que la ressource n'est pas vulnérable de la même manière en toutes zones et en toutes saisons. Bien que peu employées dans ce contexte, les zones étroites de transit (comme les détroits pour les espèces migratrices) peuvent être aussi qualifiées "d'habitats critiques". De nombreux parcs marins tendent à inclure ces zones critiques.



**Fig. 7** Migrations verticales de trois espèces démersales communes au cours de leur cycle vital (d'après Doumergue).

Un autre concept que l'on peut inclure dans ces habitats critiques est la nécessité pour les espèces pélagiques de disposer d'une combinaison de facteurs océaniques nécessaires à l'accomplissement de leur cycle de vie. Dans son hypothèse des "triades", Bakun (sous presse) suggère la présence de trois processus physiques nécessaires au succès du cycle vital de nombreux types de poissons :

- (i) un processus d'enrichissement (comme les upwellings ou d'autres sources d'éléments nutritifs);
- (ii) un système de concentration comme les convergences ou la formation de fronts où s'accumulent la nourriture et les larves;
- (iii) un processus de rétention comme ceux qui favorisent le maintien de la descendance dans l'aire de distribution du stock ou qui dérive vers un habitat approprié (nurseries).

L'utilité de cette hypothèse devient évidente quand elle est appliquée à l'Adriatique Nord où le stock reproducteur de sardine a été mis en relation avec une zone de front et un upwelling (Regner *et al.*, 1988). Si cette hypothèse est plausible, la recherche de fronts et de sources d'éléments nutritifs, comme indiqué précédemment, sera utile à l'identification d'unités potentielles de stocks de petits pélagiques dans d'autres régions.

Le terme de refuge, "Lieu où l'on se retire pour échapper à un danger" (Dictionnaire Larousse) a été utilisé par Beverton et Holt (1957) pour introduire la notion d'abri qui contribue au contrôle ou à la réduction de la mortalité. L'échappatoire est une autre notion ayant aussi des caractéristiques spatiales mais différentes de la simple protection mécanique qu'offre l'abri, elle se comprend comme l'ensemble des éléments liés à l'habitat ou à la méthode de pêche qui permettent d'assurer la pérennité de l'espèce. Cette notion résumée dans le terme "échappatoire" (traduction du terme original de "refugium" du latin *refugere*, s'échapper, introduit par Antony et Caddy, 1980) était décrite dans ce travail comme "*Une enclave spatiale ou temporelle dans la zone normale de distribution de l'espèce (qui est ailleurs soumise à la mortalité naturelle avant d'atteindre sa maturité) ou une caractéristique dans l'échelonnement de la mortalité par capture qui permet à une partie de la population de survivre jusqu'à la maturité et d'assurer la reproduction de l'ensemble de la population*".

Comme on l'a vu dans ce document, l'hétérogénéité de la pression de pêche le long du littoral méditerranéen, peut localement permettre l'existence d'échappatoires. Les deux mécanismes implicites dans la définition ci-dessus (une clôture spatio-temporelle effective et/ou des caractéristiques du processus de capture qui permettent un certain échappement), ont été évoqués par Abella *et al.* (1998) pour le merlu. La persistance de cette espèce malgré une pêche intensive des juvéniles est prise comme le résultat de la distribution spatiale irrégulière de l'effort de chalutage, La répartition des poissons matures en dehors de la zone de chalutage et la faible vulnérabilité des poissons de grande taille aux chaluts à petites mailles. Il est évident que ces éléments n'avaient pas été initialement prévus mais il doit en être tenu compte lors de l'établissement des mesures futures d'aménagement. L'éloignement entre des ports consécutifs le long de la côte peut aussi faire apparaître des discontinuités (Fig. 8) dans le processus de capture et ainsi constituer les conditions propices à ces échappatoires.

#### **(4) L'aire occupée par une unité de stock (aire de répartition du stock)**

L'aire de répartition du stock et une unité d'aménagement classique et les informations limitées sur ce sujet sont examinées dans la section qui suit, précédée d'un résumé des approches conceptuelles actuellement utilisées dans le monde pour définir un "stock".

#### **Définitions des stocks**

Carvalho et Hauser (1994) ont fait une bonne revue du pour et du contre des différentes définitions des stocks, allant de la conception Darwinienne de population constituée d'un "stock génétique" à des définitions empiriques et pragmatiques basées sur le besoin de séparer des espèces en unités d'aménagement. Leur conclusion qu'il "n'existe pas de définition universellement applicable du terme stock" demande attention, car il rend ce terme dépendant de son utilisation et du contexte.

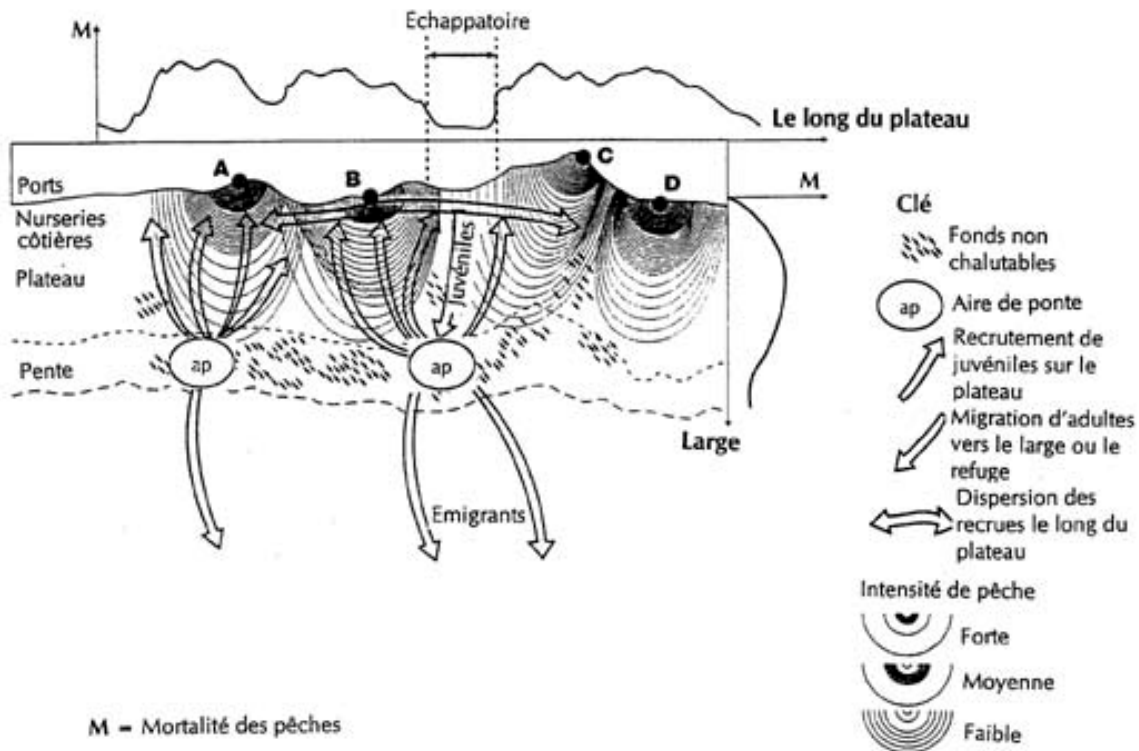
Les deux principales acceptions du terme stock se retrouvent dans la littérature: L'une fait référence à une population adulte aménageable séparément, l'autre est une définition Darwinienne plus stricte. Cette dernière définition envisage un stock comme effectivement identique à une population isolée et génétiquement distincte.



L'emploi plus pragmatique "d'unité de stock" qui a été particulièrement soutenue par Gulland, consiste à considérer une définition pratique de la biomasse et les cohortes d'adultes d'une espèce dans une région donnée, étant la cible d'une pêcherie bien définie, et que l'on considère distincte ou n'ayant que des échanges limités avec la biomasse ou les cohortes de la même espèce dans les régions voisines (Gulland, 1983).

Il notait ainsi "On n'attache que peu d'attention dans les premiers stades d'une étude, à la question de ce qui constitue une unité de stock. La pratique courante consiste à prendre les données de la pêcherie concernée et à faire immédiatement les premières analyses (estimation de la croissance et de la mortalité, tracer la courbe de la CPUE en fonction de l'effort, etc.) L'hypothèse implicite est que les poissons constituent effectivement une unité de stock. Cette hypothèse devrait autant que possible être vérifiée.

Il est implicite dans cette dernière phrase d'admettre qu'une "définition de travail" de l'unité de stock puisse être adoptée dans l'attente d'une analyse plus détaillée, si les pêcheries de la zone montrent des discontinuités dans la répartition des adultes entre cette unité de stock de celles qui lui sont voisines.



**Fig. 8.** Distribution de l'effort/mortalité de pêche le long d'un plateau étroit et création possible d'échappatoires (refugium).

Plus tard dans le même ouvrage, il suggère que l'existence possible de stocks séparés dans une même région à aménager ne pose pas de problèmes tant la distribution de l'effort de pêche entre eux reste inchangé, et tant que la pêcherie ne s'étend pas, ce qui pourrait conduire à ajouter progressivement de nouvelles populations à cette "unité de stock". Si cela était, l'augmentation des captures du "nouveau" stock pourrait être compensée par un déclin des captures de "l'ancien", de telle sorte que l'on pourrait à tort croire que l'on a atteint un stade de production stable. En se fondant sur des observations entre autres faites sur des stocks de crevettes tropicales, nombreux sont ceux qui trouveraient la définition de stock ci-dessus insuffisante et même dangereuse. Dans bien des cas, y compris en Méditerranée, cette hypothèse a souvent été acceptée dans les faits par manque de données.

D'autres commentaires attribués à Gulland (d'après Gauldie, 1991) disent clairement à son point de vue qu'une population génétiquement isolée constitue la définition idéale du stock mais que cette situation se rencontre rarement et que l'empirisme est souvent de rigueur:

"Une unité de stock est idéalement constituée d'un groupe autonome et pérenne, sans apport extérieur avec des caractéristiques biologiques et subissant une pression de pêche uniforme. Un tel stock serait aussi une unité génétique. Peu de groupes de poissons correspondent à cette description simpliste et le choix des éléments constituant une unité de stock doit se faire de manière empirique... en pratique, on prend comme unité de stock un groupe aussi large que possible... Même si le groupe de poissons pris comme unité contient en fait plusieurs unités de stock, l'erreur ne sera pas importante si les valeurs de croissance, mortalité, etc., ne varient pas d'un stock à l'autre".

Quelques critères de distinction des stocks ont été indiqués par Gulland. Ils sont repris dans le tableau ci-dessous et on propose de les utiliser pour l'aménagement des ressources méditerranéennes.

Actions proposées pour la séparation de stocks adjacents	Besoins en données et recherches nécessaires
1. Examiner la distribution de la pêche dans l'espace et le temps (car des migrations saisonnières peuvent avoir lieu). Vérifier l'existence d'un trou dans la distribution de l'effort entre cette ressource et les stocks adjacents	Besoin de données saisonnières sur la distribution de tous les bateaux pêchant l'espèce considérée dans l'unité locale et les unités adjacentes .
2. Les zones et saison de ponte devraient être locales et distinctes des autres aires de reproduction, et présenter une certaine correspondance avec les unités de pêche locales. Les aires de ponte devraient aussi être distinctes de celles des unités adjacentes.	Identification des aires et saisons de pontes, peut être par localisation des poissons mûrs ou en prospectant les œufs et larves.
3. Les valeurs des paramètres de la population sont différentes de ceux de pêcheries adjacentes. Il est fait ici référence à des différences de croissance et de mortalité entre des zones que l'on pense appartenir à des stocks distincts	Des travaux récents du CGPM ont mis l'accent sur la mesure des paramètres (Commentaire: les différences de taux de croissance sont suspectes, compte tenu que l'ajustement de la courbe de croissance est fortement influencé par les points éloignés de la distribution. Les différences de mortalité et de composition en taille/âge peuvent être affectées par une ségrégation par groupe d'âge dans un même stock et devenir ainsi suspecte).
4. Les caractères morphologiques et physiologiques peuvent être distincts comme peuvent l'être des populations parasites.	Mesures précises de caractéristiques de toutes les populations de la région, de préférence lorsqu'elles sont séparées sur les lieux de ponte. Ceci est possible en cas de mélange parfait des stocks, mais la même population peut voir ses caractéristiques "dériver" (voir texte).
5. Le marquage et le retour des marques diffèrent géographiquement entre les pêcheries adjacentes.	Le coût du marquage tend à restreindre cette approche aux espèces nobles et de grande taille. Pour les poissons profonds se pose le problème du faible taux de survie et de retour, à utiliser de manière sélective.
6. Différences génétiques et physiologiques.	Ces méthodes qui étaient d'un coût prohibitif deviennent plus accessibles, l'analyse d'ADN, des protéines du sang, etc., deviennent possibles, mais toujours de manière sélective. Le comptage vertébral et des rayons des nageoires a aussi été utilisé mais il s'est rarement montré sans ambiguïtés et peut varier en raison de variations du développement avec l'environnement.

En conclusion, les critères 1 et 3 semblent les plus prometteurs, mais ils nécessitent de disposer de bonnes données sur la distribution spatiale des flottes de pêche (aussi nécessaires pour le contrôle de l'effort de pêche). Ils deviendraient automatiquement disponibles avec l'utilisation à grande échelle des systèmes de télémétrie ou "boîtes noires". Le marquage et l'analyse génétique sont plus sûrs (voir ci-dessous), ils sont de plus en plus employés.

### **La détermination des stocks au moyen des données océanographiques**

Cette question a déjà été abordée dans une section précédente, mais en allant plus loin dans l'utilisation des données océanographiques, on peut faire les remarques suivantes :

- (a) Il existe un réel problème de définition avec les stocks qui habitent les zones bathymétriques étroites du plateau. En Méditerranée elles peuvent atteindre mille kilomètres ou plus, mais leur largeur peut n'être que d'un kilomètre ou moins. Par exemple, il existe un plateau étroit par 16°N de latitude qui s'étend du Déroit de Gibraltar jusqu'au Canal de Sicile, d'autres bandes de plateau étroit se trouvent aussi en Méditerranée méridionale et orientale. Doit-on traiter les ressources de ces plateaux comme des "unités de stocks longues et étroites"?

Il semble probable qu'au moins potentiellement une séquence de petits stocks le long du plateau ou des espèces allopathiques, auraient pu se différencier en fonction d'une "tendance" le long d'un plateau étroit. Riggio et Chemello (1992) suggèrent en fait que les lagunes côtières et d'autres facteurs structuraux puissent contribuer aux endémismes locaux. Ces derniers pourraient à leur tour avoir recolonisé la Méditerranée, entraîné ainsi cette vaste diversité de géotypes et conduit à des unités de populations locales. Les adultes de nombreuses populations sédentaires de poissons démersaux ne se déplacent certainement pas d'un point de ce plateau étroit à un autre et même la propagation des larves ne peut parvenir à un mélange parfait. En se fondant sur l'expérience d'autres régions, une "dérive" dans les caractéristiques peut se manifester (Waples, 1987) et être interrompue en un ou plusieurs points par une discontinuité génétique. D'importantes recherches seraient nécessaires pour la mise en évidence de ce type de phénomène en Méditerranée, mais des populations présentant des limites nettes n'ont pas été observées dans les bandes côtières de plateau étroit.

La définition d'unités à reproduction autonomes, en particulier pour les espèces territoriales ou semi-sédentaires, peut être momentanément remplacée par celle de "stock local" comme: "des ressources à la portée (exclusive) de l'action des bateaux d'un ou de ports donnés", donnant ainsi une bonne raison d'inclure une cinquième catégorie dans la liste des concepts géographiques.

- (b) Dans des mers semi-fermées avec des "bassins profonds" séparant les rives opposées et leurs populations adultes, la possibilité de dispersion des larves d'une rive à l'autre existe en théorie. Si cela a lieu régulièrement, il pourrait en résulter que les taux de pertes de larves (les "vagabonds" selon le terme employé par Sinclair) dus à l'entraînement et la fuite de larves des eaux du plateau pourraient être plus faibles dans ce cas que dans les côtes océaniques ouvertes. Des observations faites par Oliver (1994) semblent indiquer que cela ne se passe pas régulièrement, en effet à partir du mouvement des masses d'eau, Oliver estime qu'il faudrait un mois pour le transport passif des larves de la rive catalane jusqu'au plateau des Baléares. Il faut comparer cela avec le fait que le merlu en deux mois passe de l'œuf à une larve de 3-4 cm. Si l'on poursuit cette argumentation, avec le système de courants en place en Méditerranée occidentale et orientale (voir Figures 4a et b) les larves ont peu de chance de traverser les "bassins profonds" qui séparent les rives nord et sud. D'autres indications comme les fluctuations plus marquées des débarquements de merlu à Majorque par rapport à ceux de l'Espagne continentale font penser que le stock de merlu de Majorque est bien séparé de la population continentale.

Les larves de la Méditerranée occidentale ont les plus grandes chances d'y rester et leur dispersion joue un rôle dans le recrutement des ressources du plateau, il est probable que cette dispersion le long de la côte constitue la modalité principale.

Il ne serait alors pas approprié de penser que les larves planctoniques n'auraient pas développé des mécanismes spécifiques pour revenir à leur stock d'origine. Dans un contexte équivalent, pour les récifs des petites îles, Bakun (1986) a montré que les structures hydrographiques peuvent entraîner le maintien et la régénération des stocks locaux. L'hypothèse des "vagabonds"

de Sinclair, implique qu'une partie significative des émigrants ne retourne pas dans les nurseries du stock et que leur contribution est perdue pour le stock. Pour les mers semi-fermées on peut poser la question de savoir si ces larves sont irrémédiablement perdues ou si elles ne peuvent rejoindre d'autres populations, provoquant ainsi un mélange de stocks. Les données disponibles ne semblent pas actuellement suffisantes pour soutenir cette hypothèse en Méditerranée. En fait, il ne semble pas d'après la littérature que cette question de la discrimination des stocks ait été sérieusement étudiée.

### **Séparation des stocks par les données biologiques**

En ce qui concerne l'utilisation des données biologiques pour la séparation des stocks, des études du taux de croissance en Italie (Sicile) ont montré pour que les stocks de rouget-barbet du Canal de Sicile ils étaient différents de ceux du reste de la Méditerranée (Levi *et al.*, 1990). Tserpes et Tsimenides (1991) ont fait des observations semblables pour les stocks de sardine de Mers Egée et Ionienne.

Des conclusions analogues ont été faites pour les stocks de merlu et de rouget-barbet des eaux grecques (Vassilopoulou et Papaconstantinou, 1988). On pense que des stocks de merlus séparés existent chacun associé avec sa zone de reproduction, l'une dans le Golfe de Patraikos et l'autre dans les eaux profondes de la Mer Ionienne. Les unités de stock de merlu peuvent raisonnablement être associées à des nurseries ou des aires de ponte comme la Fosse de Jakuba en Adriatique, (Alegría-Hernández et Jukic, 1988). Pour les espèces de *Mugil* et *Dicentrarchus* qui remontent dans les eaux côtières ou les estuaires pour pondre, on peut aussi s'attendre à une prolifération de stocks locaux en association avec les lagunes et les estuaires.

### **Connaissances de la structure des stocks obtenues à partir d'études génétiques**

Quelles sont ainsi les connaissances sur les unités génétiques de population des espèces de poissons méditerranéens, étant donné le peu de confiance accordé aux informations morphométriques par Roberti *et al.* (1993): "la caractérisation des stocks de poisson... obtenue à partir des données phénotypiques... sont réputées s'accompagner de larges incertitudes". Une bonne revue des considérations pertinentes dans l'emploi des informations génétiques pour la séparation des stocks est donnée par Carvalho et Hauser (1994).

Pour les *grands pélagiques*, Alvarado-Bremer *et al.* (1995) ont trouvé que globalement les échantillons d'espadon présentent deux groupes, l'un ubiquiste et l'autre s'étant séparée il y a 550 000 ans et dont l'origine se trouvait probablement en Méditerranée au cours du Pléistocène. Bien que cette identification des stocks d'espadon ne se soit pas attachée à la seule Méditerranée, elle fournit quelques éléments permettant l'étude séparée des stocks d'espadon de Méditerranée, sans considérer les stocks atlantiques à l'inverse du thon rouge. En fait de la Serna *et al.* (1992) proposent au moins deux unités de stock en Méditerranée: l'une en Méditerranée occidentale ne se distingue pas des populations atlantiques, et l'autre (ou les autres) plus à l'Est, vraisemblablement spécifique/s de la Méditerranée. Des travaux plus poussés sur ce sujet des grands pélagiques sont en cours à l'ICCAT.

Chez les *Petits pélagiques*, on pense qu'il existe plusieurs stocks de sardine en Méditerranée occidentale, avec des populations semi-indépendantes bien qu'incomplètement isolées, et on remarque une tendance nord-sud dans les caractéristiques génétiques. Les stocks de sardine de Mer d'Alboran sont différents du reste des populations méditerranéennes. Pour les anchois, Bembo *et al.* (1996) ont trouvé qu'en Mer Egée les poissons diffèrent sensiblement de ceux de Méditerranée occidentale, mais que même en Adriatique, il existe une certaine hétérogénéité des populations d'anchois

Chez les Démersaux, on peut différencier génétiquement les poissons côtiers comme par exemple chez le bar. Des résultats contradictoires ont été obtenus pour certains stocks de reproducteurs pour l'aquaculture. Les bars côtiers ou d'estuaires, Castilho et McAndrew (1998) ont trouvé un polymorphisme important au niveau des "microsatellite loci" ce qui suggère que la structuration des populations se fasse à petite échelle. Par exemple les unités de populations sont peut être séparées entre la Mer Tyrrhénienne, le nord et le sud de l'Adriatique, la Crète et l'Est de la Sicile, le Golfe de Valence et le Golfe du Lion.

Chez la dorade royale, Magoulas (1998), n'a pas pu mettre en évidence de populations différentes à partir d'un nombre limité d'échantillons de cette espèce en divers points de la Méditerranée, ce qui

suggère qu'à partir de ces résultats très préliminaires, il existe pour les espèces pleinement marines un important niveau de mélange des populations.

Pour d'autres régions en dehors de la Méditerranée, l'étude des poissons côtiers de la côte californienne (Waples, 1987) montre des niveaux significatifs de différenciation génétiques, qui sont principalement déterminés par l'équilibre entre le flux de gènes et la dérive génétique et non la capacité de dispersion des adultes et des larves. La conclusion faite par Brown *et al.* (1987) sur un poisson plat américain est pertinente ici, il a montré que des stocks adjacents ayant un taux d'échange estimé à 10% continuaient de réagir de manière séparée à l'exploitation. Carvalho et Hauser (1994) suggèrent une limite pour ce pourcentage au delà de laquelle traiter séparément des stocks a fort taux de mélange serait impropre et conduirait à des indications d'aménagement erronées

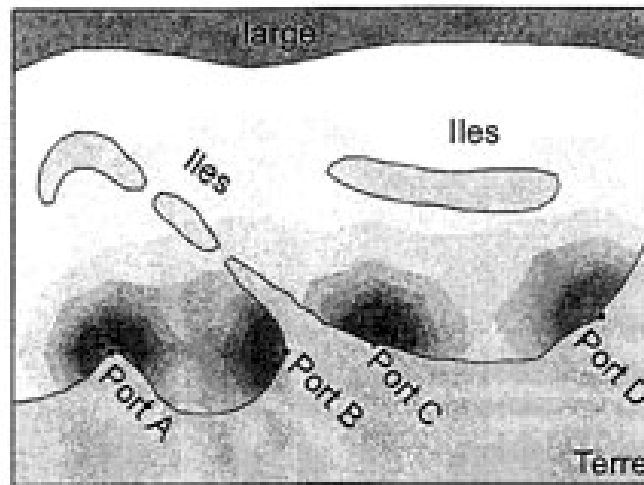
Les stocks démersaux des mers semi-fermées comme l'Adriatique et la Mer Egée sont considérés comme limités dans ce cadre, alors que les sous-régions du CGPM correspondent probablement mieux aux limites de stock. L'analyse génétique (Espagne) suggère que pour le merlu de la Méditerranée occidentale, deux stocks (génétiques) coexistent, l'un indigène et l'autre semblable à celui de l'Atlantique et qui se rencontre surtout dans le plateau sud. La séparation des merlus en races Est et Ouest semble confirmée par les comptages vertébraux (Orso-Relini *et al.*, 1994). D'autres ressources du plateau comme la sole commune (Koutoulas *et al.*, 1995) présentent une corrélation significative entre les distances génétiques et géographiques, avec une estimation que les populations mélangées se trouvent dans un rayon de 100 km

Quelques problèmes particuliers se posent pour la Méditerranée et les autres mers semi-fermées, avec la définition des stocks, elles ne sont par expérience déjà pas évidentes pour les pêcheries Atlantiques et découlent de la compréhension de la topographie du fond et des phénomènes océanographiques associés.

### **Le plateau continental à la portée d'un port de pêche local**

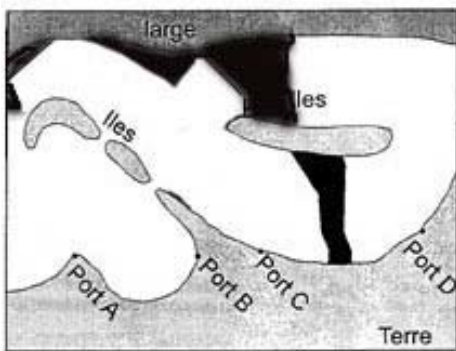
Dans un document récent, Caddy et Carocci (MS) proposent une approche flexible pour modéliser la distribution de l'effort de pêche en fonction de la distance par rapport au port, qui pourrait facilement s'appliquer au cas des ports situés en séquence le long d'une côte à plateau étroit (Fig. 9a). Cette approche propose que l'effort de pêche côtier s'effectuant à partir d'un port soit lié aux facteurs géographiques des zones adjacentes du plateau. Pour des sorties journalières, l'effort et l'intensité de pêche seraient fonction, entre autres facteurs, de la distance par rapport au port. Ils suggèrent aussi (Fig. 9b et c) que les zones d'interaction entre les ports soient identifiées et si possible utilisées pour l'aménagement de zones de fermeture ou de réserves. Ces zones de "frontière" constituent des zones de conflits entre les bateaux de ports voisins, le choix d'en faire par exemple des parcs marins serait plus facilement acceptable par les pêcheurs. L'identification de zones du plateau où les flottes d'un port travaillent seules ou ensemble à la capture des ressources locales, conduirait à la création d'une série de petites unités d'aménagement successives le long d'un plateau étroit et qui captureraient leurs ressources respectives. Ces unités fondées sur la pratique de pêche sont équivalentes aux "stocks capturés" de Carvalho et Hauser (1994).

L'atlas des pêches en Méditerranée occidentale et orientale de Garcia et Charbonnier (1985) apporte un certain soutien à cette approche. Les pêcheries sont divisées en vastes secteurs arbitraires ne correspondant pas nécessairement aux unités nationales administratives mais plus probablement à des zones écologiquement semblables à l'intérieur desquelles se situent un ou plusieurs ports et leurs lieux de pêche respectifs. Un exemple de carte de tels secteurs est donné à la figure 2 du deuxième document de ce numéro des Etudes et Revues. On propose comme unité de travail pour la récolte et l'analyse des données, de mettre en place de tels secteurs ou utiliser les subdivisions nationales qui leur correspondent le mieux, en combinaison si nécessaire avec les pêcheries et la répartition des ressources.

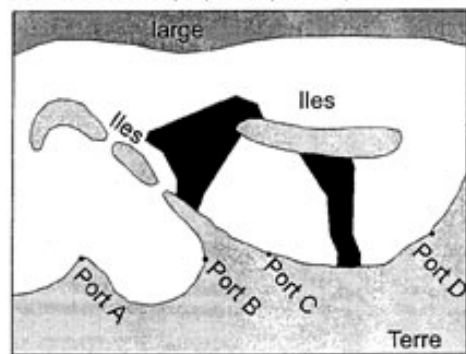


**Fig. 9a.** Influence du rayon d'action d'un port sur l'intensité de pêche des quatre ports.

**Probabilité de conflits entre les ports C et D**



**Zone de clôture proposée pour le port C**



**Fig. 9b et 9c.** Probabilités de conflits entre bateaux des 4 ports voisins de la figure 9a. Les zones où l'on prévoit un mélange égal (40-60%) de l'effort de ports adjacents sont indiquées en gris sombre.

## Résumé

### 1. Les ressources du plateau

En résumé, bien qu'il y ait des différences significatives de composition spécifique d'une région à l'autre, il est possible de dire que de nombreuses espèces commerciales importantes se rencontrent partout, mais comme elles sont restreintes au plateau continental, la distribution des stocks a de grandes chances de se faire en unités successives le long des plateaux étroits ou de former des clinés avec des caractéristiques évoluant graduellement.

Certains stocks locaux comme les démersaux répartis sur des plateaux étroits dans la mer territoriale sont pleinement nationaux et exclusivement pêchés par les ports locaux. Ici, comme pour les pêcheries lagunaires et en accord avec l'approche empirique de Gulland qui définit un stock comme une "unité de pêche d'adultes", la plus petite unité de pêche serait formée d'un ou plusieurs ports et de leurs lieux de pêche. Il serait bien sûr nécessaire de se pencher sur la définition plus large d'unités de population qui se reproduisent. Il semble cependant improbable dans une mer semi-fermée dont les plateaux sont séparés par des "bassins profonds" que les larves issues de stocks d'un côté puissent être recrutées sur le plateau opposé.

L'auteur conclut par conséquent qu'en l'absence de données complémentaires, il serait pratique d'utiliser les sous-régions du CGPM comme ZNA (Zones Naturelles d'Aménagement), et dans le cas de plateaux étroits de définir arbitrairement des unités portuaires comme plus petite unité d'aménagement. Pour les plateaux larges comme ceux de l'Adriatique, du Golfe du Lion et du Golfe de Gabès, l'approche conventionnelle qui considère que ces régions coïncident avec l'unité de stock, semble la mesure intérimaire la plus appropriée.

### 2. Les ressources hauturières

Les grands pélagiques présentent généralement une large distribution des unités de stock. Pour le thon rouge, la bonite et quelques scombridés de grande taille, et selon les critères de Gulland, on peut raisonnablement considérer une distribution de certains stocks à toute la Méditerranée (et même au-delà). On pense que les coryphènes aussi entrent de manière saisonnière en Méditerranée en provenance d'Atlantique, elles ont peut-être du point de vue du stock, des caractéristiques analogues à celles du thon rouge, bien que situées dans les parties les plus chaudes de la Méditerranée. Pour la bonite, et le maquereau espagnol, la zone de distribution du stock comprenait initialement la Mer Noire, mais ils y sont devenus relativement rares, de sorte que leur aire de répartition est moins étendue que précédemment. Pour l'espadon, l'existence d'au moins deux stocks semble une bonne hypothèse de travail. Comme le thon rouge, l'espadon de l'Atlantique entre par le détroit de Gibraltar en Méditerranée occidentale, mais on pense qu'un ou deux autres stocks existent plus à l'est.

En ce qui concerne le thon rouge et les coryphènes, il semble évident que ces espèces constituent des unités de stocks s'étendant au delà de la Méditerranée en Atlantique; pour cette dernière espèce, cela semble nécessaire quand les températures en Méditerranée baissent au dessous du seuil minimum de tolérance de l'espèce. C'est peut être aussi le cas de nombreux grands et moyens pélagiques comme le thon rouge, la bonite et les maquereaux, mais ceux-ci si l'on en juge par l'étendue de l'aire de répartition, constituent des stocks méditerranéens. Pour les deux dernières espèces, l'étendue de leur répartition comprenait aussi la Mer Noire, mais à la suite de la dégradation des conditions du milieu, il n'est pas certain que ce soit toujours le cas. De manière générale on observe un déclin de la diversité spécifique d'ouest en est de la Méditerranée puis en Mer Noire et jusqu'à la Mer d'Azov (ou quelques espèces d'eau douce étaient abondantes).

Une revue des catégorisations possibles et importantes pour l'aménagement confirme que du point de vue biogéographique, les différentes sous-zones du CGPM peuvent être considérées correspondant à des unités naturelles d'aménagement, même si la situation au regard de la distribution des stocks ne correspond pleinement à aucune catégorisation géographique en particulier lorsqu'on l'applique à toutes les espèces.

Pour plusieurs groupes de distributions d'espèces, lorsqu'ils coïncident exactement avec les sous-régions de la Mer Noire et de la Mer de Marmara, et du Levant pour les espèces venues de Mer Rouge, il est raisonnable de dire qu'elles forment des unités isolées de stocks.

La séparation entre l'est et l'ouest de la Méditerranée au Déroit de Sicile semble être applicable aux stocks de nombreuses espèces, elle constitue aussi une barrière limitant les mouvements vers l'Est.

Les petits pélagiques se répartissent en unités de stock probablement liées aux zones d'upwelling ou à d'autres sources d'éléments nutritifs ou aux zones de convergence.

Pour les démersaux et même les pélagiques, des bassins semi-fermés comme le Golfe du Lion l'Adriatique et le golfe de Gabès, le concept d'une unité de ressource s'applique probablement. En Mer Egée c'est aussi probablement le cas des petits pélagiques, mais les ressources démersales des grandes îles comme les Baléares, la Sardaigne, la Corse, la Sicile, Malte Chypre et la Crète peuvent raisonnablement être considérés comme des unités de population.

Les informations génétiques parcellaires dont on dispose soutiennent l'idée que pour les espèces côtières des plateaux continentaux étroits, mises à par les grands plateaux cités plus haut, ces longues bandes sont habités par une série de populations locales ou sous-régionales pouvant se mêler aux populations voisines. De telle sorte que les caractéristiques génétiques des espèces changent progressivement avec la distance le long de la côte. Ceci ne semble pas compatible avec le mélange des larves de même espèces de part et d'autre de la Méditerranée, c'est peut être aussi le cas entre les grandes îles et le continent.

Compte tenu de ces considérations, il semblerait que la meilleure hypothèse de travail pour les ressources du plateau soit d'adopter pour la collecte des données des unités à relativement petite échelle comme les "secteurs" proposés par Garcia et Charbonnier (1982). Les données obtenues pourraient être combinées si le besoin de considérer un stock ou une zone d'aménagement naturelle plus étendue se faisait sentir.

Etant données les caractéristiques géographiques de la Méditerranée, avec la présence de fonds non chalutables le long des plateaux étroits et de la pente continentale, certaines parties du plateau sont peu pêchées. Elles peuvent servir de refuge et permettre au recrutement de survivre jusqu'à la taille de reproduction et se déplacer ensuite vers l'aire de répartition des adultes, souvent plus au large. La distribution de l'effort de pêche sur les ressources démersales est ainsi probablement concentrée sur les zones chalutables et à proximité des ports. Il y a peu de bateaux méditerranéens qui exercent leur effort au large des zones de pêches d'autres pays, et l'effort de pêche sur le plateau profond et la pente continentale est restreint par la topographie du fond, sauf pour les trémails et les palangres. Une telle situation, même si à ce stade elle ne repose sur de nombreuses considérations, supporte l'idée de la création de "couloirs" de fermeture ou de parcs marins entre ports voisins. En plus d'améliorer l'échappement, cela permettrait de résoudre les conflits entre bateaux originaires des ports voisins et pourrait servir de base à la séparation de zones individuelles de pêche le long du plateau, dans lesquelles des limitations de l'effort et l'attribution de quotas pourrait intervenir sans risque de chevauchement.

## Références

- Abella, A.J., J.F.Caddy et F. Serena (1997). Do natural mortality and availability decline with age? An alternative yield paradigm for juvenile fisheries, illustrated by the hake *Merluccius merluccius* fishery in the Mediterranean. *Aquat.Living Resour.*, 10:257-69
- Alegría-Hernández, V. et S. Jukic (1988). Stock-recruitment relationship for the hake (*Merluccius merluccius* L.) from the open middle Adriatic-Jabuka pit. In J.F. Caddy and M. Savini (eds), Report of the fifth Technical Consultation of the General Fisheries Council for the Mediterranean on Stock Assessment in the Adriatic and Ionian Seas, Bari, Italy, 1-5 June 1987. *FAO Fish.Rep.*, (394):121-26
- Alvarado-Bremer, J.R., A.J. Baker et J. Mejuto (1995). Mitochondrial DNA control region sequences indicate extensive mixing of swordfish (*Xiphias gladius*) populations in the Atlantic Ocean. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.*, 52(8):1720-32



- Anthony, V.C. et J.F. Caddy (1980). Proceedings of the Canada-US Workshop on Status of Assessment Science for N.W. Atlantic Lobster (*Homarus americanus*) stocks. St. Andrews, NB, 24-26 October 1978. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, 932:186 p.
- Bakun, A. (1986). Local retention of planktonic early life stages in tropical reef bank demersal system: the role of vertically-structure hydrodynamic processes. In D. Pauly and A. Yanez-Arancibia (eds), Proceedings of the FAO/IOC Workshop on Recruitment in Tropical Coastal Demersal Communities. IOC Workshop Report No.44, Intergovernmental Oceanographic Commission, Unesco, Paris, pp. 15-32
- Bakun, A. (In press) Ocean triads and radical interdecadal stock variability: Bane and boon for fishery management science, Chapter 25 (p. 321-358). In P.J.B. Hart and D. Pauly (1998), Reinventing fisheries management. Chapman and Hall, London
- Bembo, D.G., G.R. Carvalho, M. Snow, N. Cingolani et T.J. Pitcher (1996). Stock discrimination among European anchovies, *Engraulis encrasicolus*, by means of PCP-amplified mitochondrial DNA analysis. *Fish. Bull.*, 94(1):311-40
- Beverton, R.G.H. et S.J. Holt (1957). On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest.*, London, Ser II, Vol XIX
- Brown, B.E., G.H. Darcy et W. Overholz (1987). Stock assessment/stock identification in an interactive process. In H.F. Kumpf, R.N. Vaught and C.B. Grimes (eds), Proceedings of the Stock Identification Workshop. NOAA-TM-NMFS-SEFC, Washington, D.C., U.S. Department of Commerce, pp. 1-24
- Caddy, J.F. (1989). Zoogeographical categories relevant to fishery management areas and stock delineation in the WECAFC region. *FAO Fish. Rep.*, (431)Suppl.:165-71
- Caddy, J.F., R. Refk et T. Do Chi. (1995). Productivity estimates for the Mediterranean: evidence of accelerating ecological change. *Ocean and Coastal Management*, 26(1):1-18
- Caddy, J.F. et F. Carocci (MS). GIS Applications and the spatial allocation of fishing intensity from coastal ports. (FIRM internal MS)
- Carvalho, G.R. et L. Hauser (1994). Molecular genetics and the stock concept. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 4:326-50
- Castilho, R. et B.J. McAndrew (1998). Microsatellite polymorphisms in wild populations of European sea bass: preliminary results. In Genetics and breeding of Mediterranean aquaculture species. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 34:265-72
- de la Serna, J.M., E. Alot et J. Mejuto (1992). Análisis preliminar del sex-ratio por clase de talla del pez espada (*Xiphias gladius*) en el área atlántica próxima al estrecho de Gibraltar. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 39:514-21
- Dremière, P.Y. (1982). Note sur l'état des stocks exploités au chalut dans le golfe du Lion. *FAO Fish. Rep.*, (263):151-160
- Fiorentini, L., J.F. Caddy et J.I. de Leiva (1997). Long- and short-term trends of Mediterranean fishery resources. *GFCM Studies and Reviews*, (69):72 p.
- Fischer, W., M. Schneider et M.-L. Bauchot. (1987). Méditerranée et Mer Noire (Zone de Pêche 37). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Rev.1. (2 volumes)
- Fredj, G., D. Bellan-Santini et M. Meinardi (1992). Etat des connaissances sur la faune marine Méditerranéenne. *Bull. Inst. Océanogr.*, Monaco, Numéro spécial 9, pp. 133-45
- Garcia, S.M. et D. Charbonnier (1985). Atlas of the fisheries of the Western Mediterranean, FAO, Rome 1985.

- Garibaldi, L. et J.F. Caddy (in press). Biogeographic characterization of Mediterranean and Black Sea faunal provinces using GIS procedures. *Ocean and Coastal Management* (In press).
- Gauldie, R.W. (1991). Taking stock of genetic concept in fisheries management. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.*, 48:722-31
- Gulland, J.A. (1983). Fish stock assessment. A manual of basic methods. A Wiley Interscience Publication. John Wiley and Sons, Chichester, New York, 223 p.
- Harden-Jones, F.D. (1968). Fish migration. London, Edward Arnold, Ltd., 325 p.
- Heincke, F. (1989). Naturgeschichte des Herings. Abhandlungen der deutschen Seefischereivereins, Vol 2. O. Salle, Berlin
- Hjort, J. (1914). Fluctuations in the great fisheries of Northern Europe. *Rapp.Proc.-verb.Réun. Cons.Int.Explor.Mer*, 20:1-228
- Iles, T.D. et M. Sinclair (1982). Atlantic herring: stock discreteness and abundance. *Science*, 215:627-633
- Ivanov, L. et R.J.H.Beverton (1985). The fisheries resources of the Mediterranean. Part 2: Black Sea. *GFCM Studies and Reviews*, 60:135 p.
- Kotoulas, G., F. Bonhomme et P. Borsa (1995). Genetic structure of the common sole, *Solea vulgaris*, at different geographical scales. *Mar.Biol.*, 122(3):361-75
- Levi, D., M.G. Andreoli et P. Rizzo (1992). Growth curves from representative samples of fish populations as possible hints for the identification of unit stocks. European Marine Biology Symposium, Ferrara (Italy) 10-15 September 1990
- Le Vourch, J., C. Millot, N. Castagne, P. Le Borgne et J.P. Olry (1992). Atlas des fronts thermiques en mer Méditerranée d'après l'imagerie satellitaire. Mémoire de l'Institut Océanographique de Monaco, (16):145 p.
- Magoulas, A (1998). Application of molecular markers to aquaculture and broodstock management with special emphasis on microsatellite DNA. P 153-168 In Genetics and breeding of Mediterranean aquaculture species. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 34:296 p.
- Mahon, R. (1993). Natural Fishery Management Areas in the Western Central Atlantic region. *Ocean and Coastal Management*, 19:121-35
- Mayr, E. (1942). Systematics and the origin of the species. Columbia University Press, New York, 334 p.
- Oliver, P. (1994). Dinámica de la población de merluza (*Merluccius merluccius* L.) de Mallorca (reclutamiento, crecimiento y mortalidad). Microfichas No 2. Instituto Español de Oceanografía
- Oliver, P. et E. Massuti (1995). Biology and fisheries of western Mediterranean hake (*Merluccius merluccius*). In J. Alheit and T.J. Pitcher (eds), Hake: fisheries, ecology and markets. Chapman and Hall, Fish and Fisheries Series No 15.
- Orso-Relini, G. Palandri and F. Garibaldi (1994). Notes about the structure of the fished stock of swordfish from the Ligurian Sea. *FAO Fish.Rep.*, (494):303-8
- Pla, C., A. Vila et J.L. Garcia-Marin (1991). Différentiation des stocks de merlu (*Merluccius merluccius*) par l'analyse génétique: comparaison de plusieurs populations méditerranéennes et atlantiques du littoral espagnol. *FAO Fish.Rep.*, (447):87-93
- Regner, S. G. Piccinetti-Manfrin et C. Piccinetti (1988). The spawning of the sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) in the Adriatic as related to the distribution of temperature. In J.F. Caddy and M.

- Savini (eds), Report of the Fifth Technical Consultation of the General Fisheries Council for the Mediterranean on Stock Assessment in the Adriatic and Ionian Seas, Bari, Italy, 1-5 June 1987. *FAO Fish.Rep.*, (394):127-32
- Riggio, S. et R. Chemello (1992). The role of coastal lagoons in the emerging and segregation of new marine taxa: evidence from the Stagnone di Marsala Sound (Sicily). *Bull.Inst.Océanogr.Monaco*, Numéro spécial 9, pp. 33-145
- Ramon, M.M. et J.A. Castro (1997). Genetic variation in natural stocks of *Sardina pilchardus* (sardines) from the western Mediterranean Sea. *Heredity*, 78(5):520-28
- Roberti, M. *et al.* (1993). Analysis of nucleotide sequence of mitochondrial cytochrome B gene in three *Sarda sarda* (Bloch, 1793) stocks from the Mediterranean Sea. *Ital.J.Biochem.*, 42(5):311-13
- Sinclair, M. (1987). Marine populations. Washington Sea Grant Program, University of Washington Press, Seattle, London, 252 p.
- Stergiou, K.I., E.D. Christou, D. Georgopoulos, A. Zenetos et C. Souvermezoglou (1997). The Hellenic Seas: physics, chemistry, biology and fisheries. *Oceanog.Mar.Biol.Annual Review*, 35:415-538
- Tserpes, G. et N. Tsimenides (1991). Evaluation of growth rate differences in populations of *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) (Clupeidae) from the Aegean and Ionian Seas. *Cybium*, 15(1)Suppl.:15-22
- Tyler, A.V., W.L. Gabriel et W.J. Overholtz (1982). Adaptive management based on structure of fish assemblages of northern continental shelves. *Can.Spec.Publ.Fish.Aquat.Sci.*, 59:149-56
- Waples, R.S. (1987). A multispecies approach to the analysis of gene flow in marine shore fishes. *Evolution*, 41(2):385-400
- Vassilopoulou, V. et C. Papaconstantinou (1988). Distribution with depth and catches per unit effort of the hake and the red mullet off the western coast of Greece. In J.F. Caddy and M. Savini (eds), Report of the fifth Technical Consultation of the General Fisheries Council for the Mediterranean on Stock Assessment in the Adriatic and Ionian Seas, Bari, Italy, 1-5 June 1987. *FAO Fish.Rep.*, (394):174-180



**QUELQUES SCHEMAS DE DISTRIBUTION COURANTS  
CHEZ LES ESPECES DE POISSONS MEDITERRANEENS**

**1. Principalement en Méditerranée occidentale**  
(à l'Ouest du Déroit de Sicile)

*Alopias superciliosus* – Renard à gros yeux  
*Alosa alosa* – Alose vraie  
*Solea senegalensis* - Sole du Sénégal  
*Pagellus bogaraveo* - Dorade rose

**2. Méditerranée septentrionale seulement**

*Gymnammodytes cicerellus* - Cicerelle  
*Sprattus sprattus* - Sprat  
*Trisopterus minutus capelanus* - Capelan  
*Thunnus alalunga* - Germon

**3. Méditerranée méridionale seulement**

*Alectis alexandrinus* – Cordonnier bossu  
*Orcynopsis unicolor* - Palomette  
*Epinephelus aeneus* – Mérou blanc

**4. Partout sauf au Levant**

*Brama brama* – Grande castagnole  
*Caranx hippos* – Carangue crevalle

**5. Mer Noire seulement**

*Alosa caspia* – Alose de la Mer Noire  
Esturgeons (surtout en Mer Noire, une espèce en Adriatique)  
*Clupeonella cultiventris* - Clupeonelle

**6. Pélagiques profonds**  
(seulement dans les bassins profonds)

Grenadiers (Macrouridae)  
Lanternules (Myctophidae)

**7. Poissons émigrés de Mer Rouge**  
(se rencontrent seulement dans le SE du Levant)

*Dussumieria acuta* – Sardine arc-en-ciel  
*Leiognathus klunzingeri* – Sapsap de la Mer Rouge  
*Upeneus asymmetricus* – Rouget-barbet du Levant  
*Scomberomorus commerson* – Thazard rayé

Il existe de plus deux groupes qui comprennent de nombreuses espèces commerciales importantes:

**8. Espèces pélagiques ubiquistes**, indépendantes de la profondeur  
(la plupart sont absentes de Mer Noire)

*Prionace glauca* – Peau bleue  
*Lamna nasus* – Taupe commune  
*Pomatomus saltatrix* - Tassergal  
*Euthynnus alletteratus* – Thonine commune  
*Sarda sarda* – Bonite à dos rayé  
*Scomber* spp - Maquereaux  
*Thunnus thynnus* – Thon rouge  
*Coryphaena hippurus* – Coryphène commune

**9. Espèces du plateau continental**, se rencontrent partout  
(la plupart sont absentes de Mer Noire)

*Scyliorhinus stellaris* – Petite roussette  
*Squatina squatina* – Ange de mer commun  
*Trachurus trachurus* - Chinchard  
*Spicara maena* - Mendole  
*Sardinella aurita* – Sardinelle ronde  
*Lophius piscatorius* – Baudroie commune  
*Merluccius merluccius* - Merlu  
*Dicentrarchus labrax* – Bar européen  
*Mullus barbatus* – Rouger-barbet de vase  
*Mullus surmuletus* – Rouget-barbet de roche  
*Psetta maxima* - Turbot  
*Solea vulgaris* – Sole commune  
*Boops boops* - Bogue  
*Dentex dentex* – Denté commun  
*Pagellus erythrinus* – Pageot commun