

CAPTURES PAR UNITÉ D'EFFORT DES ESPÈCES PROFONDES DU TALUS CONTINENTAL À L'OUEST DES ÎLES BRITANNIQUES

par

Marine GIRARD (1), Pascal LORANCE (2) & Alain BISEAU (3)

RÉSUMÉ. Les Captures Par Unité d'Effort (CPUE) des principales espèces cibles de la pêche récente de l'étagage moyen du talus continental ont été suivies dans deux secteurs géographiques à l'ouest des Îles britanniques, de 1993 à 1997, pour un bateau témoin. Les espèces choisies sont l'empereur (*Hoplostethus atlanticus*), le grenadier de roche (*Coryphaenoides rupestris*), le sabre noir (*Aphanopus carbo*) et deux requins de la famille des Squalidae: le pailona commun (*Centroscymnus coelolepis*) et le squalo chagrin de l'Atlantique (*Centrophorus squamosus*). Deux sources de données ont permis de réaliser ce suivi: la base statistique IFREMER et les cahiers de bords personnels du patron de pêche du bateau témoin. Cette dernière source d'information indique la capture par trait contrairement à la base statistique qui donne la capture par rectangle statistique. Elle permet de connaître précisément le temps de pêche alloué à la capture de ces espèces mais aussi d'estimer des CPUE corrigées de l'effet profondeur, c'est-à-dire de tenir compte de la stratégie de pêche du navire et des variations d'abondance en fonction de la profondeur. Ces deux aspects sont importants pour interpréter de façon pertinente les CPUE en tant qu'indices d'abondance.

ABSTRACT. Catch Per Unit Effort of deep-sea species off the continental slope to the west of British Isles.

Catch Per Unit Effort (CPUE) trends of the main target species of the deep-sea fishery were recorded for one sample trawler in two areas to the west of the British Isles, from 1993 to 1997. Considered species were the orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*), the roundnose grenadier (*Coryphaenoides rupestris*), the black scabbard fish (*Aphanopus carbo*) and two squalid sharks: the Portuguese dogfish (*Centroscymnus coelolepis*) and the leafscale gulper shark (*Centrophorus squamosus*). Two sources of data have been used: the catch and effort database of IFREMER and the personal logbooks of the skipper from the sample trawler. The personal logbooks indicate the catch per haul, whereas the IFREMER database provides the catch and effort per day and statistical rectangle. From the personal logbooks, the time spent on deep-sea species can be known and CPUE corrected for the depth. These corrected CPUE allow to take into account the changes of the fishing strategy and the variations of the fish abundance according to depth. Both, the life strategies of the exploited species and the fishing strategy of the trawler are very important to consider the CPUE as abundance indices.

Key words. *Hoplostethus atlanticus* - *Coryphaenoides rupestris* - *Aphanopus carbo* - *Centroscymnus coelolepis* - *Centrophorus squamosus* - Continental slopes - Catch Per Unit Effort - Abundance indices.

À la fin des années 80, la raréfaction de la ressource traditionnelle sur le plateau continental conduit les chalutiers semi-industriels et industriels de la flottille française

(1) Station de Biologie marine, M.N.H.N, BP 225, 29182 Concarneau cedex, FRANCE.

[girardm@sb-roscoff.fr]

(2) IFREMER, 150 quai Gambetta, BP 699, 62321 Boulogne/Mer, FRANCE.

(3) IFREMER, 8 rue François Toullec, 56100 Lorient, FRANCE.

pratiquant le chalutage de fond à étendre leur zone de pêche à l'étage moyen de la pente continentale, c'est-à-dire au-delà de 750 mètres selon la définition donnée par Haedrich et Merrett (1988). Le développement de cette pêcherie multispécifique entraîne l'exploitation de nouvelles espèces, notamment l'empereur (*Hoplostethus atlanticus* Collet, 1889), le grenadier (*Coryphaenoides rupestris* Gunnerus, 1765), le sabre noir (*Aphanopus carbo* Lowe, 1839) et deux requins de la famille des Squalidae: le pailona commun (*Centroscymnus coelolepis* Bocage & Capello, 1864), et le squalo chagrin de l'Atlantique (*Centrophorus squamosus* Bonnaterre, 1788). Ces deux dernières espèces sont enregistrées sous l'appellation "siki" dans la base statistique. La Capture Par Unité d'Effort (CPUE) peut être un indice relatif de l'abondance du stock exploité, mais peut s'avérer biaisée, par exemple, si la relation entre l'effort apparent et l'effort effectif est mal connu (King, 1995) ou si la pêcherie a une forte composante saisonnière (Laurec et Le Gall, 1975). Dans le cas de la pêcherie de la pente continentale, la détermination de l'effort, basée sur l'estimation du temps de pêche à partir de la base statistique, est délicate. En effet, le temps de pêche est déclaré par rectangle statistique. Ces rectangles de 1° de longitude sur 30' de latitude sont la plus petite unité géographique de collecte de l'information statistique dans les eaux européennes. Le long du talus continental, certains rectangles couvrent des profondeurs de 200 à 2000m. Comme la profondeur de pêche n'est pas indiquée dans les statistiques de captures et d'effort, le temps de pêche inclut des traits de chalut effectués sur le plateau mais aussi sur le talus. Des méthodes de calcul de l'effort dirigé ont été proposées par Biseau (1998) afin de réduire le biais introduit par la méconnaissance du temps de pêche attribué à la capture d'une espèce particulière.

L'objectif de cette étude est de comparer les tendances de CPUE obtenues dans deux secteurs géographiques, à partir de la base statistique de l'IFREMER d'une part, du cahier de pêche personnel du patron de pêche d'un bateau d'autre part. Cette dernière source de données inclut la profondeur et le temps de pêche par trait, indications absentes de la base statistique.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour chaque espèce, la CPUE est calculée dans deux secteurs géographiques à l'ouest des Îles britanniques: le secteur nord regroupe les rectangles statistiques au nord de 54°30'N, le secteur sud correspond à une aire géographique au sud de 54°30'N. La CPUE est exprimée en kg par heure. L'effort de pêche est défini de manière différente selon la source de données. Dans la base statistique de pêche, les captures par espèce sont indiquées par bateau, marée et rectangle statistique, l'information par trait de chalut n'est pas disponible. Dans ces conditions, le temps de pêche représentant l'effort de pêche dirigé sur les espèces du talus continental est estimé selon Biseau (1998). Les statistiques de pêche sont disponibles depuis le début de l'exploitation de cette pêcherie, en 1989.

Les cahiers de pêche personnels comportent les informations suivantes: heure de filage, heure de virage, position de traîne (latitude, longitude), profondeur, captures par espèce ou groupe d'espèces. Les captures sont exprimées en nombre de caisses de 44kg en poids vif. L'effort de pêche considéré est le temps de chalutage, uniquement pris en compte lorsque le trait de chalut contient au moins une caisse d'une des espèces considérées. Au total 274 traits de chalut ont été pris en compte (Tableau I). Les cahiers de pêche disponibles portant sur les années 1993-1997, l'étude est limitée à cette période.

La répartition des peuplements en relation avec la profondeur a été mise en

évidence à plusieurs reprises en Atlantique chez les poissons démersaux (Gordon et Bergstad, 1992; Koslow, 1993; Gordon *et al.*, 1995; Lorange, 1998). Les données des cahiers de pêche ont été arbitrairement réunies par strate bathymétrique de 100 m: par exemple, la strate 800m correspond aux traits de chaluts effectués entre 800 et 899 m. Une pondération simple permet de calculer une CPUE corrigée de l'effet profondeur:

$$UP_a = \frac{(U_{a,s} \cdot \overline{E_s})}{\overline{E_s}}$$

où UP_a est la CPUE pondérée pour l'année a ; $U_{a,s}$ est la CPUE observée l'année a dans la strate s ; $\overline{E_s}$ est l'effort moyen inter annuel dans la strate s .

RÉSULTATS

Capture Par Unité d'Effort dans le secteur nord

Dans le secteur nord, les CPUE calculées à partir des cahiers de pêche ont augmenté dans les premiers temps de l'exploitation avant de décliner (Fig. 1). C'est le cas des 2 requins "sikis" (260g/h en 1994, 130g/h en 1997) et du sabre noir (400g/h en 1995, 160g/h en 1997). La CPUE de grenadier a augmenté de nouveau en 1997 (1170g/h contre 600g/h en 1996). Pour l'empereur, la série présente deux pics en 1994 (2,50g/h) et 1996 (400g/h).

Les CPUE estimées à partir de la base statistique sont généralement sous-estimées par rapport à celles obtenues à partir des carnets de pêche. La tendance entre 1993 et 1997 est bien conservée pour l'empereur, moins bien pour le grenadier, le sabre et nettement différente pour les "sikis" où la décroissance observée à partir des cahiers de pêche n'est pas mise en évidence à partir de la base statistique qui montre un accroissement de 1993 à 1997 (respectivement 900g/h et 2100g/h).

Pour le grenadier, les CPUE pondérées montrent que l'augmentation de la CPUE brute en 1997 provient, pour l'essentiel, de l'effet profondeur. Pour les autres espèces, les CPUE pondérées diffèrent peu des CPUE brutes.

Capture Par Unité d'Effort dans le secteur sud

Dans le secteur sud, l'examen des CPUE calculées à partir des cahiers de pêche montre une tendance moyenne à la décroissance, plus ou moins prononcée, dans la ou les premières années de l'exploitation, hormis pour les "sikis" (Fig. 2) dont les CPUE augmentent de 1993 à 1996 et se stabilisent en 1997 (700g/h en 1993, 2400g/h en 1996 et 1997). Les CPUE du grenadier et du sabre noir présentent un minimum en 1994 (respectivement 2800g/h et 500g/h). En 1997, elles sont respectivement 2 et 8 fois plus importantes qu'en 1994 (grenadier 6100g/h et sabre 4100g/h). Les CPUE de l'empereur diminuent entre 1993 et 1995 (35 à 1200g/h). En 1996, elles sont de nouveau plus importantes (2600g/h) et diminuent de nouveau en 1997 (2100g/h).

Tableau 1. Traits de chaluts pris en compte dans chaque secteur géographique. [Trawl catch per haul take into account for each geographical area.]

| Année | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| Secteur Nord | 402 | 400 | 506 | 433 | 175 |
| Secteur Sud | 73 | 10 | 71 | 246 | 458 |

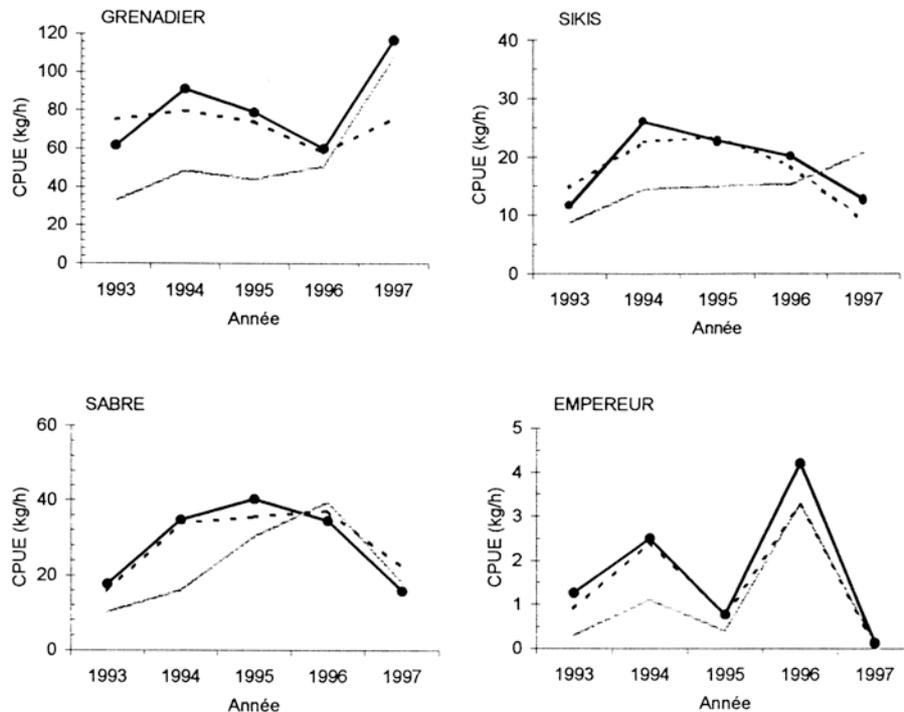


Fig. 4. Capture Par Unité d'Effort des différentes espèces dans le secteur nord estimées à partir des carnets de pêche du patron (en noir), de la base statistique (en gris) et pondérées (en pointillés). [Catch Per Unit Effort of the sampled species in North area assess from the personal logbook of the skipper (black line), the statistical database (grey line) and balanced according to depth frequenting (dotted line).]

Les CPUE issues de la base statistique donnent des tendances globales semblables à celles qui sont calculées à partir des carnets de pêche, hormis pour le grenadier. Les CPUE pondérées sont semblables à celles qui ne le sont pas.

DISCUSSION

Interprétation des Captures Par Unités d'Effort en tant qu'indice d'abondance apparente

Les Captures Par Unité d'Effort (CPUE) sont souvent utilisées comme indice d'abondance à des fins d'estimation des stocks. Mais, en l'absence d'une bonne définition de l'effort de pêche, elles peuvent fournir une image biaisée de l'abondance réelle du stock. D'une part, l'efficacité du temps de pêche qui dépend, entre autres, de l'expérience du patron⁽⁴⁾, des appareils du navire, de la stratégie de pêche en flottille (informations réciproques entre bateaux) et de l'engin (Gordon et Bergstad, 1992), peut varier au cours du temps. Ainsi, les CPUE issues des données statistiques peuvent se révéler inutilisables en

(4) Le patron de pêche estime le gain de productivité obtenu grâce à son acquisition d'expérience et aux nouvelles techniques à bord, à 10% entre 1993 et 1997.

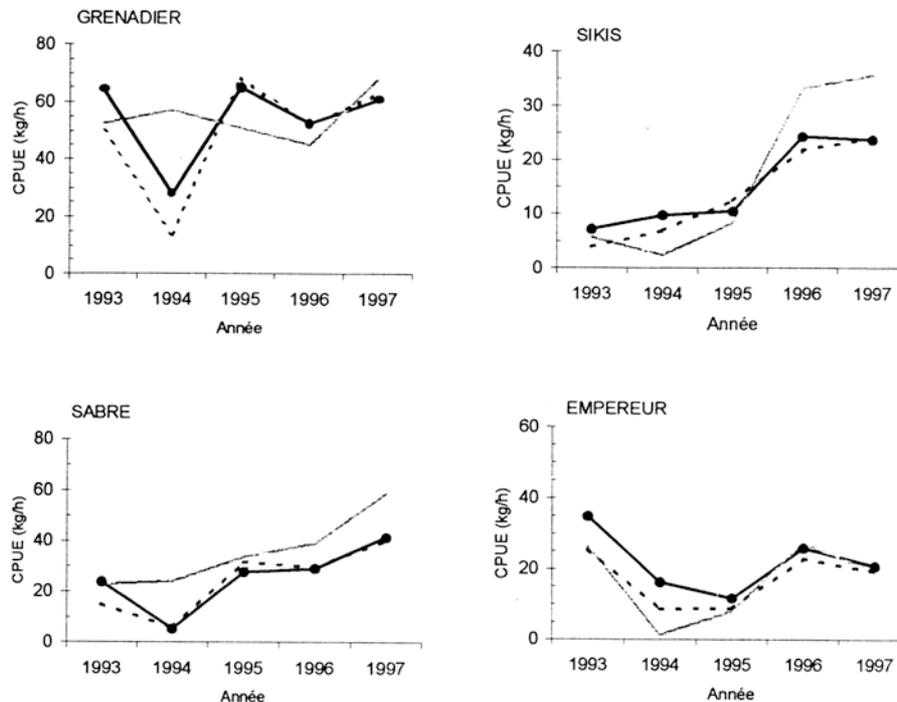


Fig. 2. Capture Par Unité d'Effort des différentes espèces dans le secteur sud estimées à partir des carnets de pêche du patron (en noir), de la base statistique (en gris) et pondérées (en pointillés). [Catch Per Unit Effort of the sampled species in South area assessed from the personal logbook of the skipper (black line), the statistical database (grey line) and balanced according to depth frequenting (dotted line).]

tant qu'indice d'abondance pour certaines flottilles (Lorance et Dupouy, 1998). D'autre part, le changement de la composition spécifique des captures, ainsi que l'abondance apparente des espèces selon la bathymétrie, montre que si les profondeurs les plus exploitées viennent à changer, l'interprétation des CPUE sans référence à ce paramètre sera probablement faussée. Les cahiers de pêche permettent d'intégrer cette information primordiale lorsque la pêche s'effectue sur le talus continental. Les cahiers de bateau considéré montrent de façon flagrante l'existence de tels changements et, en l'absence de pondération par la fréquentation des strates bathymétriques, les variations de CPUE peuvent donc refléter non pas une variation d'abondance mais le changement de stratégie de pêche. Ainsi l'analyse de la fréquentation des différentes strates bathymétriques indique un report d'effort vers les profondeurs supérieures à 1000m dans les années les plus récentes. L'augmentation des CPUE du grenadier dans le secteur nord en 1997 apparaît liée à ce report de l'effort vers des profondeurs supérieures à 1000m alors que les CPUE dans les strates 600 à 900 sont en baisse régulière entre 1993 et 1997.

En l'absence de cette donnée bathymétrique, l'exploitation des statistiques de pêche est très délicate. La méthode proposée par Biseau (1998) constitue une alternative d'autant plus pertinente que la spécialisation du navire est grande. Elle est impuissante

dans le cas contraire. Les résultats indiquent que si les CPUE obtenues peuvent différer selon la source de données utilisée (carnet de pêche ou base statistique), les tendances sont relativement similaires. Les différences observées peuvent avoir plusieurs explications:

1. Les seuils de capture en espèces profondes qui servent à discriminer les séquences de pêche sont basés sur l'ensemble de la flottille hauturière du bateau considéré. Or, si certaines années le bateau témoin se comporte différemment des autres bateaux de la flottille, ces seuils ne sont pas forcément les mieux adaptés pour rendre compte de l'effort dirigé de ce bateau.
2. Le choix du niveau d'explication qui conditionne la sélection des séquences de pêche, et donc les seuils de qualification des marées, peut modifier les résultats obtenus.
3. La sous-estimation des CPUE peut provenir d'un biais lié à la surestimation du temps de pêche consacré aux espèces profondes. Cela se produit dans les premières années de la série, lorsque la stratégie "espèces profondes" du bateau n'est pas très bien établie. L'effort appliqué dans un même rectangle statistique au cours d'une même marée peut alors être dirigé successivement sur plusieurs espèces cibles sans que la méthode puisse être utilisée avec profit. La sous-estimation des CPUE peut également provenir de l'imprécision des statistiques de mises à terre (vente hors criée, débarquements d'espèces "divers"), entraînant la sous-estimation des apports.
4. La surestimation des CPUE peut, de même, résulter de la comptabilisation des captures occasionnelles, dans l'intitulé "divers", du cahier de pêche.

Quelle que soit la source des données utilisées, des tendances différentes sont observées dans les secteurs nord et sud; dans le secteur nord, les CPUE diminuent alors que dans le secteur sud, elles augmentent. Comme il est improbable que l'abondance de ces espèces ait augmentée depuis le début de l'exploitation, cette tendance peut s'expliquer par une diminution plus lente ou une stabilisation de l'abondance dans le secteur sud par rapport au secteur nord, si bien qu'elle serait masquée par une différence, d'un secteur à l'autre, d'évolution de l'efficacité de pêche. Cette dernière peut avoir augmenté plus fortement dans le secteur sud où les fonds sont plus irréguliers.

Disposer de la profondeur de chalutage, pour chaque trait, est fondamental lorsque l'on étudie la pêche sur le talus continental. Si aucune pondération par la fréquentation des strates bathymétriques n'est réalisée, alors les variations de CPUE d'une année sur l'autre peuvent refléter, non pas une variation d'abondance, mais un changement de stratégie de pêche.

Stratégie de vie d'espèces considérées et conséquence sur l'interprétation des CPUE

Cette pêcherie multispécifique exploite à la fois des actinoptérygiens (le grenadier, le sabre noir, l'empereur) et des élaémobranches (les "sikis"). Ces derniers sont probablement plus sensibles à l'exploitation du fait de leur comportement reproducteur; ce sont des espèces vivipares aplacentaires dont la durée du cycle de reproduction reste inconnue mais est probablement élevée, à faible fécondité instantanée. Cependant, la décroissance de la CPUE, dans le secteur nord, ne reflète pas forcément une diminution, dans les mêmes proportions, de l'abondance du stock exploitable. En effet, tous les stades de vie ne sont pas représentés dans la pêcherie; les plus jeunes individus des deux espèces sont absents des lieux de pêche de même que les femelles gestantes et en phase postnatale de *Centrophorus squamosus* (Girard et Du Buit, 1999) ce qui laisse supposer que les aires de nourricerie pour cette dernière espèce se situent en dehors des zones exploitées. La diminution des rendements, localisée à une aire géographique et qui concerne une partie

seulement du stock exploitable, n'est pas forcément représentative de l'abondance de la totalité du stock. Ce concept d'une réduction locale des CPUE chez les élamobranches est évoqué par Holden (1977) et Walker (1998).

De même, une ségrégation des stades vitaux intervient pour l'empereur qui ne fait pratiquement pas l'objet de rejet (Dupouy *et al.*, 1998; Blasdale et Newton, 1998), les individus de petite taille n'étant pas capturés. L'empereur forme souvent des agrégations denses et monospécifiques (Clark, 1995). Chez le sabre, seuls des subadultes sont capturés à l'ouest des Îles Britanniques (obs. pers.), tandis que des individus matures sont capturés sur la dorsale de Reykjanes et au large du Portugal (Martins *et al.* 1994; Magnusson et Magnusson, 1995). En revanche, tous les stades vitaux du grenadier sont capturés.

Il existe, par ailleurs, des phénomènes de ségrégation bathymétrique des individus selon leur stade de maturité. Chez *Centroscymnus coelolepis* (Girard et Du Buit, 1999), où les plus jeunes se distribuent dans les strates les plus profondes, les femelles gestantes sont principalement capturées sur le haut de la pente continentale. Chez le grenadier, la proportion d'individus de petite taille augmente avec la profondeur.

Ainsi, le comportement de l'espèce entraîne une vulnérabilité différente de la population dont une partie ou la totalité est soumise à l'exploitation et il est nécessaire de tenir compte de ces caractéristiques biologiques dans l'interprétation de la CPUE comme indice d'abondance. Dans le cas des cinq espèces étudiées, seul le grenadier a tous ses stades vitaux présents sur l'aire d'exploitation alors que chez l'empereur, le sabre et les "sikis", toute une partie de la population reste inexploitée et notamment les individus de petite taille.

Remerciements. Les auteurs tiennent à remercier vivement l'armateur ainsi que le patron de pêche du bateau témoin pour leur confiance et participation à cette étude. Ce travail n'aurait pu être réalisé sans leur collaboration. Nous remercions également Paul Crozier (Dunstaffnage Marine Laboratory).

RÉFÉRENCES

- BLASDALE T. & A.W. NEWTON, 1998. Estimates of discards from two deepwater fleets in the Rockall Trough. *ICES, Doc. C.M. 1998/Deepwater Fish and Fisheries*, 11: 181.
- BISEAU A., 1998. Definition of a direct effort in mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessment. *Aquat. Living Resour.*, 11(3): 119-136.
- CLARK M.R., 1995. Experience with the management of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) in New Zealand, and the effects of commercial fishing on stocks over the period 1980-1993. *In: Deep-Water Fisheries of the North Atlantic Oceanic Slope* (Hopper A.G., ed.), pp. 251-266. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ. NATO ASI Series.
- DUPOUY H., ALLAIN V. & B. KERGOAT, 1998. The discards of roundnose grenadier in the French fishery in ICES sub-areas VI and VII. *ICES, Doc. C.M. 1998/Deepwater Fish and Fisheries*, 20: 101.
- GIRARD M. & M.H. DU BUIT, 1999. Reproductive biology of two deep-water sharks from the British Isles, *Centroscymnus coelolepis* and *Centrophorus squamosus* (Chondrichthyes: Squalidae). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 79: 923-931.
- GORDON J.D.M. & O.A. BERGSTAD, 1992. Species composition of demersal fishes in the Rockall Trough, north-eastern Atlantic, as determined by different trawls. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 72: 213-230.
- GORDON J.D.M., MERRETT N.R. & R. HAEDRICH, 1995. Environmental and biological aspects of the slope-dwelling fishes of the North Atlantic. *In: Deep-Water Fisheries of the North Atlantic*

- Oceanic Slope (Hopper A.G., ed.), pp.1-26. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ. NATO ASI Series.
- HAEDRICH R.L. & N.R. MERRETT, 1998. Summary atlas of deep-living demersal fishes in North Atlantic basin. *J. Nat. Hist.*, 22: 1325-1362.
- HOLDEN M.J., 1977. Elasmobranchs. In: Fish Population Dynamics (Gulland J.A., ed.), pp.187-216. London: John Wiley.
- KING M., 1995. Fisheries Biology, Assessment and Management, 341p. Oxford: Fishing news Books.
- KOSLOW J.A., 1993. Community structure in North Atlantic deep-sea fishes. *Prog. Oceanogr.*, 31(3): 321-338.
- LAUREC A. & J.-Y. LE GALL, 1975. De-seasonalizing of the abundance index of species. Application to the albacore (*Thunnus alalunga*) monthly catch per unit of effort (C.P.U.E.) by the Atlantic Japanese longline fishery. *Bull. Far. Seas Fish. Res.*, 12: 145-169.
- LORANCE P., 1998. Structure du peuplement ichthyologique du talus continental à l'Ouest des îles Britanniques et impact de la pêche. *Cybiurn*, 22(4): 309-331.
- LORANCE P. & H. DUPOUY, 1998. CPUE abundance indices of the main target species of the french deep water fishery in ICES sub area V, VI and VII. *ICES, Doc. C.M. 1998/Deepwater Fish and Fisheries*, 19: 9p.
- MARTINS M.M., MARTINS M.R. & F. CARDADOR, 1994. Evolution of the Portuguese fishery of Black scabbard fish (*Aphanopus carbo* Lowe, 1839) during the period 1984-1993. *ICES, Doc. C.M. 1994/Demersal Fish Committee*, 28: 20p.
- MAGNUSSON J.V. & J. MAGNUSSON, 1995. The distribution, relative abundance, and biology of the deep-sea fishes of the Icelandic slope and Reykjanes Ridge. In: Deep-Water Fisheries of the North Atlantic Oceanic Slope (Hopper A.G., ed.), pp.161-199. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ. NATO ASI Series.
- WALKER T.I., 1998. Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. *Mar. Freshw. Res.*, 49: 553-572.

Reçu le 01.04.2000.

Accepté pour publication le 30.08.2000.