



HAL
open science

Les nourriceries de soles entre Quiberon et le sud de l'île d'Yeu : écologie et réglementations.

Jérôme Jacq, Olivier Le Pape, Yves Désaunay, Brice Trouillet

► To cite this version:

Jérôme Jacq, Olivier Le Pape, Yves Désaunay, Brice Trouillet. Les nourriceries de soles entre Quiberon et le sud de l'île d'Yeu : écologie et réglementations.. Ifremer; SMIDAP. 2005, pp.42. hal-00436298

HAL Id: hal-00436298

<https://hal.science/hal-00436298>

Submitted on 1 Feb 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



LES NOURRICERIES DE SOLE
ENTRE QUIBERON ET LE SUD DE L'ILE D'YEU :
écologie et réglementations.

Jérôme Jacq¹, Olivier Le Pape³, Yves Désaunay², Brice Trouillet⁴

¹ SMIDAP, 3 rue Célestin Freinet, 44200 Nantes.

² IFREMER-Département Ecologie et Modèles pour l'Halieutique, rue de l'Ile d'Yeu, BP 21105,
43111 Nantes Cedex.

³ Département Halieutique, Agrocampus, 65 route de Saint Briec, 35042 Rennes Cedex

⁴ Géolittomer (UMR 6564 CNRS, LETG), Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Chemin de la
Censive du Tertre, BP 81227, 44312 Nantes Cedex 3.

Septembre 2005
Rapport d'étude subventionnée
par la Région Pays de la Loire

1. INTRODUCTION

La nécessité de la gestion intégrée des habitats côtiers a été définie par Le Pape et al. (2000) dans le résumé de leur étude sur les nourriceries de Manche Est : « *Les zones côtières sont reconnues comme des systèmes hautement productifs, déterminants pour le renouvellement des ressources marines, notamment du fait de leur fonction de nourricerie pour de nombreuses espèces d'intérêt halieutique. La pression anthropique sur les systèmes côtiers est toutefois très forte, exercée notamment par la pêche mais aussi par d'autres activités potentiellement préjudiciables à ces écosystèmes sensibles d'intérêt halieutique (extractions de granulats, rejets de dragage, poldérisation...)* ». Le besoin de mieux protéger ces zones est de plus en plus affiché, notamment au plan européen par le biais de la Directive Cadre sur l'Eau du 23 octobre 2000 et par la recommandation de Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) du 30 mai 2002.

Le golfe de Gascogne (Division CIEM VIII a,b) est une zone d'intérêt halieutique majeur (notamment la sole pour les ports des Pays de la Loire) où une grande partie des stocks est soumise à un fort niveau d'exploitation. Des travaux antérieurs (Guérault et al., 1996 ; Le Pape et al., 2003a) ont permis de démontrer que plusieurs sites côtiers y sont reconnus comme des nourriceries de poissons (les estuaires de la Vilaine, de la Loire et la baie de Bourgneuf, les Pertuis Charentais et l'estuaire de la Gironde, notamment pour la sole)

La première section de ce document est une présentation des sites côtiers ou estuariens pressentis comme importants en tant que nourricerie de sole dans le nord du golfe de Gascogne (ici entre Quiberon et l'Ile d'Yeu). A partir des études réalisées ces vingt dernières années par le laboratoire ECOHAL de Nantes, les équipes de recherche de l'IFREMER ont quantifié l'influence de chaque secteur de nourricerie dans le recrutement de cette espèce. La seconde partie de ce travail va tenter d'illustrer les perturbations d'origine humaine subies par ces sites, puis de faire l'inventaire des mesures de restriction d'accès à la bande côtière. La synthèse entre ces deux phases de travail estimera le degré de recoupement entre les zones de nourriceries et les activités anthropiques potentiellement néfastes pour les juvéniles (facteurs de mortalité et donc influent, par conséquent, sur le recrutement).

Ce rapport a été réalisé en collaboration avec Olivier Le Pape et Yves Désaunay, du Département Ecologie et Modèles pour l'Halieutique (ex laboratoire Ecohal) de l'IFREMER de Nantes et Brice Trouillet, de Géolittomer (UMR 6554 CNRS, LETG) à l'Université de Nantes.

Yann Le Roch (SMIDAP) a contribué à la révision finale du manuscrit. L'objectif est de vulgariser plusieurs travaux de recherche à l'intention des professionnels de la pêche et des autres usagers de la bande côtière.

Remerciements à Pierre Beillois (IFREMER Nantes) pour son aide précieuse lors de l'utilisation du logiciel ArcView 3.2 et pour l'élaboration des cartes, ainsi qu'à M Lozachmeur (Affaires Maritimes de Saint Nazaire). Les données concernant l'activité des navires ont été transmises par le système d'information halieutique (SIH) de l'IFREMER. Merci à Patrick Berthou qui a transmis ces informations.

2. LA ZONE D'ETUDE.

2.1. Description de cette zone côtière.

L'étude prend en compte un territoire qui couvre partiellement les eaux de la Région Bretagne (sud du Morbihan) et celles de la Région Pays de la Loire (jusqu'à l'Ile d'Yeu). Ce territoire est celui qui est majoritairement fréquenté par les flottilles côtières des ports situés dans la zone d'influence de la Vilaine et de la Loire, dont les apports déterminent l'extension des nourriceries, ainsi qu'il sera montré plus loin.

La zone étudiée, située entre Quiberon et le sud de l'Ile d'Yeu, se trouve au nord du golfe de Gascogne sur la façade atlantique des côtes françaises (Zone CIEM VIIIa, fig. 1).

Cette partie du littoral concerne trois Directions Départementales des Affaires Maritimes (DDAM du Morbihan, Loire-Atlantique et Vendée) et deux Directions Régionales (DRAM Bretagne et Pays de la Loire). Cette zone comprend sept quartiers maritimes (Auray, Vannes, Saint-Nazaire, Nantes, Noirmoutier, Yeu, Les Sables) qui regroupent environ 3 700 emplois à la pêche en 2002 (dont près des deux tiers en « pêche côtière » et « petite pêche ») auxquels il faut ajouter les conchyliculteurs bénéficiant du statut mixte (plus de 1 100 emplois en « conchyliculture-petite pêche » et en « cultures marines »). Se comptent également près de 1 000 navires inscrits au POP au 31/12/2003 dont les trois quarts mesurent moins de 12 m, ainsi que plus de 700 navires CPP et CM. Dans cette zone, se répartissent onze ports de pêche principaux (Belle-Île, Quiberon, Auray, La Turballe, Le Croisic, Saint-Nazaire, Pornic, L'Herbaudière, Port-Joinville, Saint-Gilles-Croix-de-Vie, Les Sables d'Olonne) et sept criées (La Turballe, Saint-Gilles, Les Sables, Le Croisic, Noirmoutier, Yeu et Quiberon) par lesquelles transitent environ 40 000 t, ce qui représente une valeur de près de 120 millions d'euros à la première vente (soit environ 3 euros/kg en moyenne). Enfin, cette zone est le siège de diverses activités qui occupent l'espace sous des formes multiples : des bassins conchylicoles (baie de Quiberon, golfe du Morbihan, rivière de Pénerf, baie de Vilaine, trait du Croisic, estuaire de la Loire, baie de Bourgneuf) produisant environ 35 000 t, des bassins de plaisance dont la capacité d'accueil est importante (environ 20 000 places sur pontons dans une soixantaine de ports et mouillages), le port de commerce de Nantes-Saint-Nazaire au trafic dépassant 30 Mt (cinquième port français pour le trafic de marchandises depuis l'année 1998).

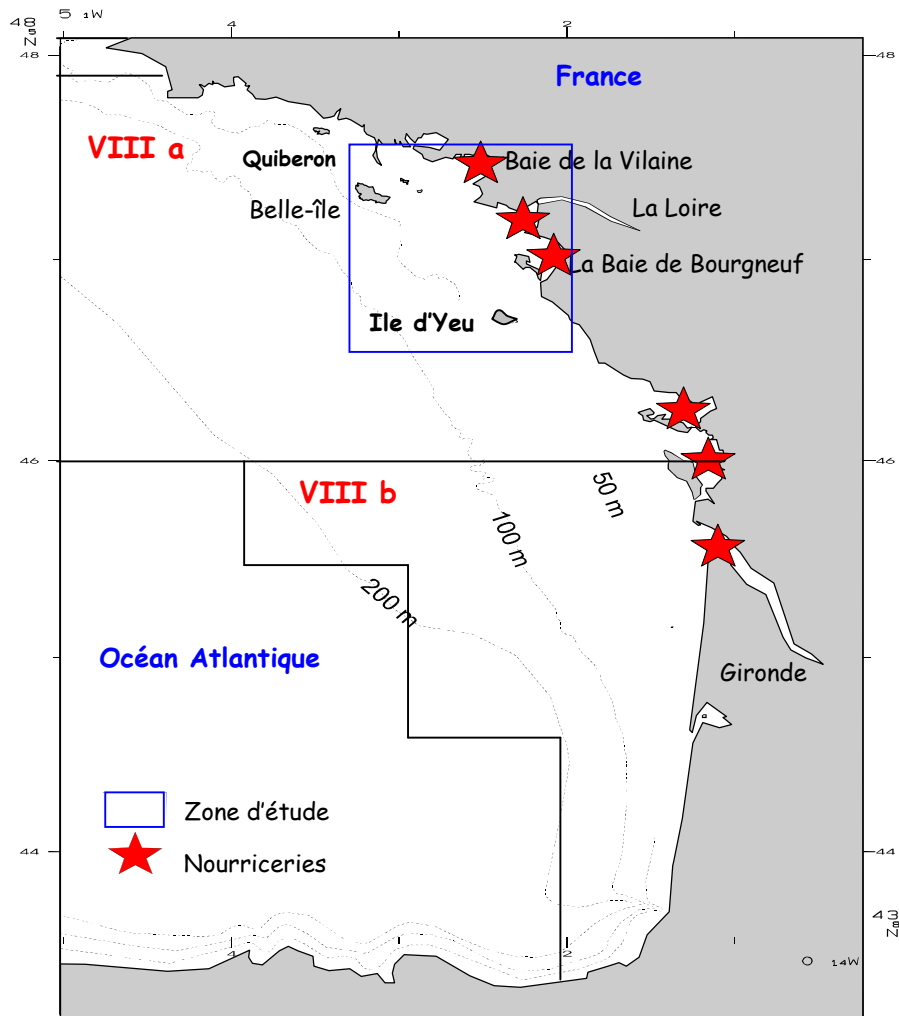


Figure 1. Le golfe de Gascogne, les principales nourriceries de sole, la zone étudiée, et les divisions CIEM VIII a, b. (source IFREMER)

2.2. Données physiques en relation avec les nourriceries.

Des paramètres physiques tels que la bathymétrie (Gibson, 1997), la structure sédimentaire (Millner and Whiting, 1990 ; Gibson and Robb, 2000) et l'influence estuarienne (Marshall et Elliot, 1998 ; in Le Pape et al., 2003a), sont connus pour influencer la distribution spatiale des juvéniles de soles. Ces informations ont été collectées car leur connaissance exhaustive sera importante pour la suite de l'étude et notamment, pour cartographier quantitativement les nourriceries de la zone étudiée.

- **Bathymétrie.**

La carte de bathymétrie du SHOM (fig. 2), indique cinq isobathes : trait de côte, 5, 10, 20 et 50m et permet de dire que la zone étudiée est en général de faible profondeur. Il est déjà intéressant de remarquer, en comparant cette carte à celle de la répartition des nourriceries, donnée en cartouche, que les secteurs dont la bathymétrie est inférieure à 5 mètres contiennent les fortes densités de juvéniles. Les densités de juvéniles diminuent lorsque les profondeurs augmentent et sont nulles au-delà de 45 m.

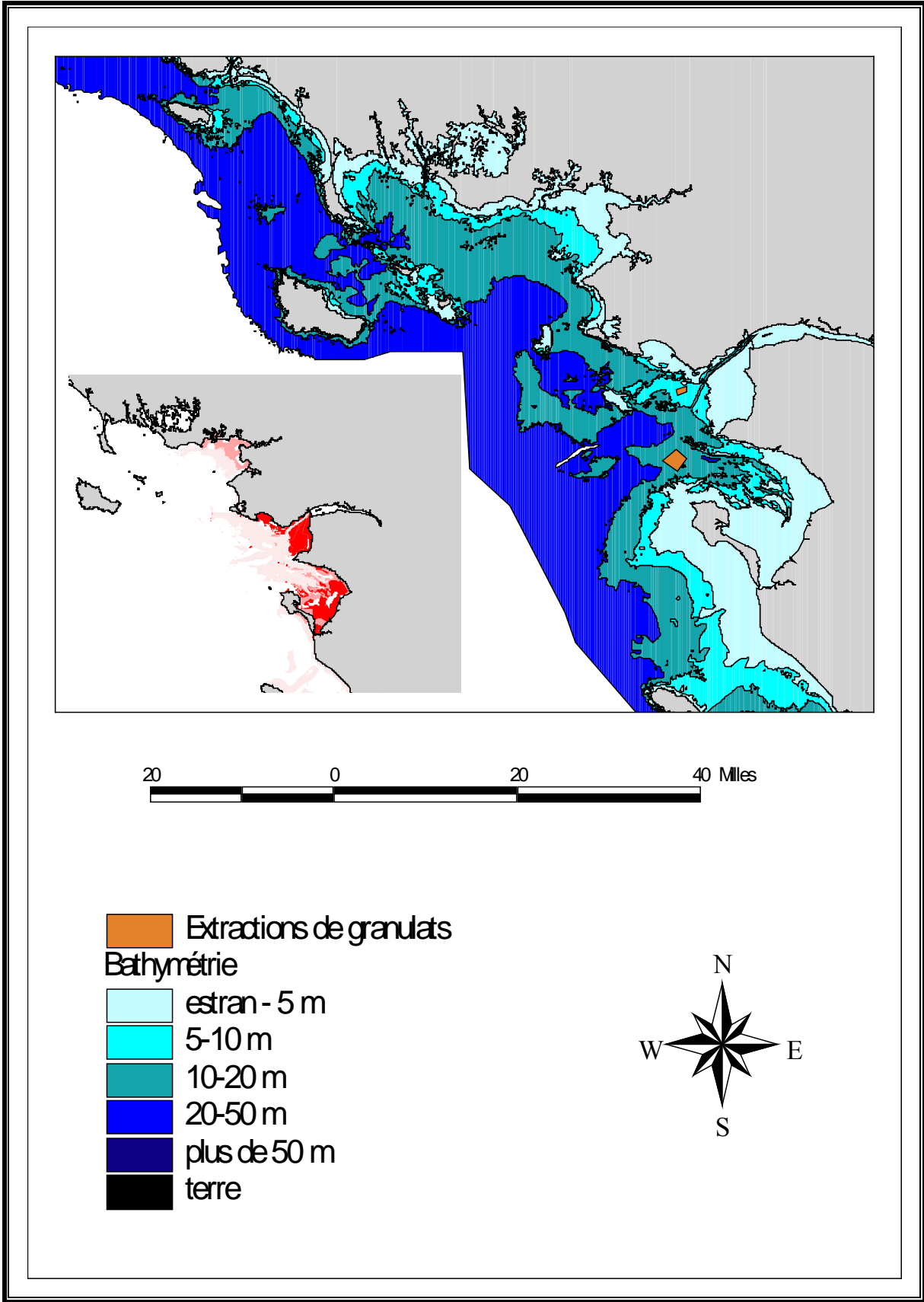


Figure 2. Bathymétrie entre Quiberon et le sud de l'île d'Yeu et nourriceries (Carte SHOM et IFREMER, Laboratoire Ecohal).

- Structure sédimentaire et morphologie de la côte.

La nature sédimentaire a été divisée en cinq catégories : rocher, gravier, sable grossier, sable fin et vase. La zone dispose d'un large plateau continental (qui s'étend de 60 à 100 milles nautiques des côtes) comprenant une dorsale rocheuse qui supporte la plupart des îles côtières (Belle-Île, Houat, Hoëdic, Noirmoutier et Yeu) et une zone médiane constituée de sables et de vasières (carte BRGM, fig. 3). La côte présente globalement deux ensembles distincts, de part et d'autre de l'île de Noirmoutier, qui offrent des éléments de comparaison pertinents. La partie nord est découpée et inclut deux zones semi-fermées (golfe du Morbihan, baie de Bourgneuf) et deux estuaires (Loire et Vilaine). La partie sud est un vaste plateau majoritairement rocheux et de sables propres qui s'étend de Noirmoutier à l'Île d'Yeu.

Les fonds de la baie de Vilaine de l'estuaire de la Loire et de la baie de Bourgneuf sont recouverts essentiellement de vases et de sables fins.

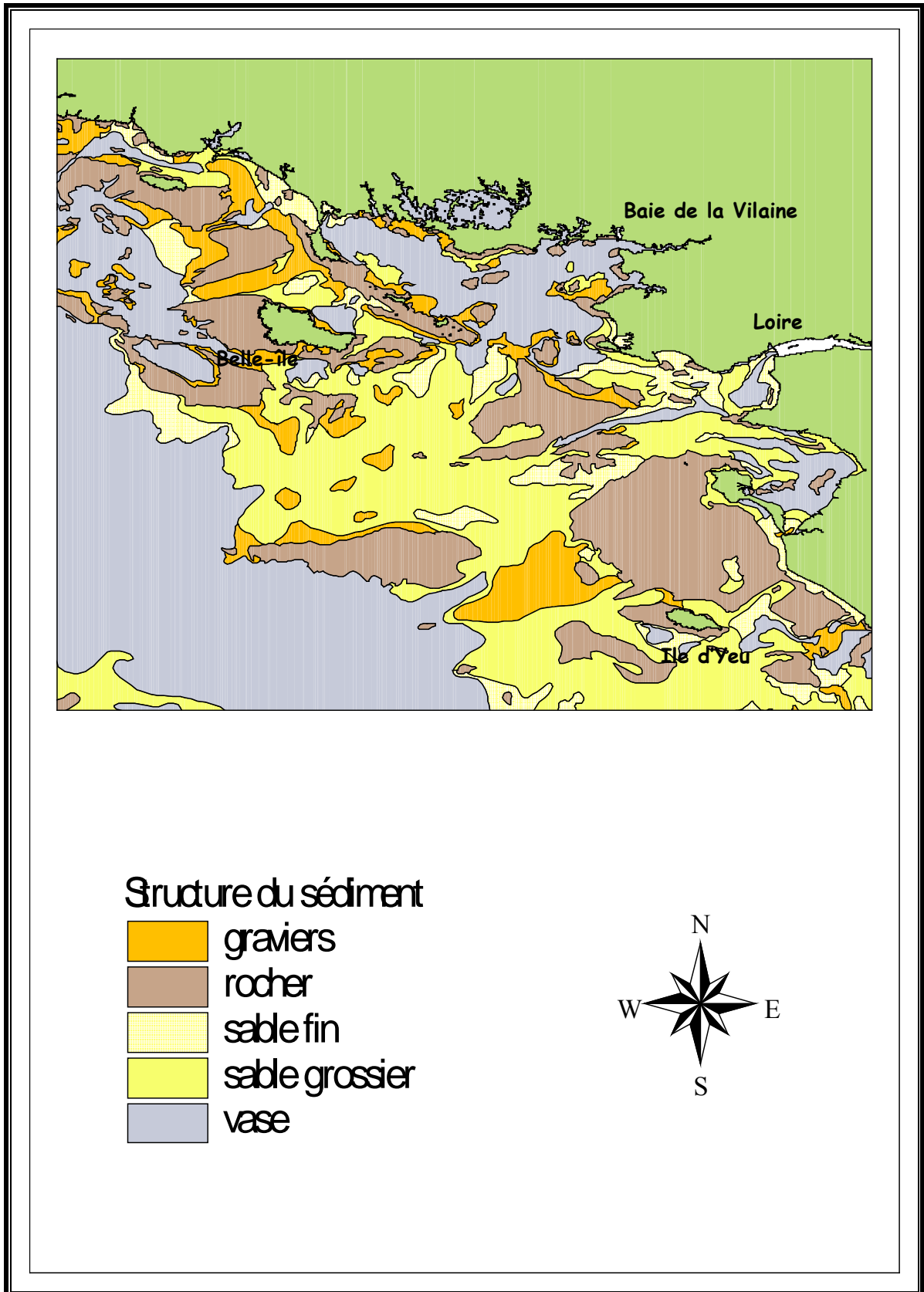


Figure 3. Structure des sédiments présents sur la bande côtière entre Quiberon et le sud de l'île d'Yeu (Carte BRGM-IFREMER, Laboratoire Ecohal).

- Courantologie et hydrologie.

Dans cette région, les courants de marées sont faibles (inférieurs à 50 cm.s^{-1} , soit un noeud) et aucun courant important et stable en direction de la côte n'a été observé (Salomon et Lazure, 1988 in Amara, 1995; Koutsikopoulos, 1991). La circulation des masses d'eaux est principalement liée à la topographie. Elle peut être affectée par les gradients de densité, liés aux panaches fluviaux, et de vent. Les vents de SW induisent des courants vers le NW tandis que les vents de NW n'arrivent pas à renverser la circulation (Pingree & Le Cann, 1989 in Amara, 1995). Le courant résiduel est faible, de l'ordre de 1.7 à 4.3 km.j^{-1} , parallèle aux isobathes et orienté vers le nord-ouest. L'hydrologie du secteur côtier est contrôlée par l'arrivée des eaux estuariennes de la Loire et de la Vilaine. Les débits de la Vilaine (entre 50 et $100 \text{ m}^3. \text{s}^{-1}$), beaucoup plus faibles que ceux de la Loire (entre 420 et $1200 \text{ m}^3. \text{s}^{-1}$), n'affectent que les abords immédiats de l'estuaire externe.

3. LES NOURRICERIES DE SOLE DANS LE GOLFE DE GASCOGNE.

Afin de mieux resituer le rôle des nourriceries dans le cycle de vie de la sole, il sera intéressant d'effectuer tout d'abord quelques rappels sur sa biologie. Pour affiner les explications du fonctionnement des nourriceries et expliquer la variabilité des distributions des juvéniles sur la zone étudiée, les résultats des études réalisées sur l'ensemble du golfe de Gascogne et sur la baie de la Vilaine (Site atelier du Laboratoire Ecohal de l'IFREMER Nantes) seront utilisés. Les différentes explications ci-dessous vont montrer l'importance des nourriceries côtières pour la régénération du stock, et l'intérêt que l'on doit accorder à ces écosystèmes et à leurs peuplements.

3.1. Fonctionnement des nourriceries.

Au cours de leur cycle de vie, de nombreuses espèces marines colonisent les écosystèmes côtiers peu profonds et les estuaires. Selon Miller et al. (1988) in (Amara, 1995), ces nourriceries servent de refuge contre la prédation, et favorisent la croissance des juvéniles avant qu'ils ne soient recrutés dans la population adulte (Tsuruta, 1978 ; Van der Veer, 1986 ;

Boehlert & Mundy, 1987 ; Tanaka et al., 1989 ; Burke et al., 1991 ; Reichert & Van der Veer, 1991 ; Marchand, 1991 ; in Amara, 1995). Selon Rogers (1989), la sole a toutes les caractéristiques des espèces dépendantes des estuaires : les juvéniles sont essentiellement concentrés dans les zones peu profondes (10 m) et abritées (baies, criques et estuaires). Dans ces écosystèmes, qui constituent leurs nourriceries, les jeunes soles continuent leur croissance jusqu'à l'âge de la maturité sexuelle, à une taille supérieure à 25 cm. On doit noter que toutes les espèces de poissons exploités sur le plateau du golfe de Gascogne ne montrent pas cette dépendance estuarienne (ex : la cardine, le merlu ou la baudroie), bien que la proportion d'espèces présentant cette caractéristique soit notable .

3.2. Quelques rappels du cycle de vie de la sole.

La ponte a lieu de février à avril sur les frayères qui sont des fonds de sables grossiers situés de 40 à 80 mètres de profondeur (Arbault et al., 1986 ; Koutsikopoulos & Lacroix, 1992 ; Suivi RGS, 2004). Le taux de mortalité est très élevé durant la période embryonnaire (25% par jour) et variable puis il diminue durant la période larvaire (4,6% par jour) (Koutsikopoulos, 1991). Les variations inter-annuelles de l'abondance des oeufs et des larves sont faibles, inférieures à un facteur 2 (Koutsikopoulos & Lacroix, 1992).

Pour rejoindre les nourriceries, les larves doivent parcourir une distance d'environ 40 à 80 km. Cependant, aucune preuve nette de déplacement des larves vers la côte par les courants résiduels ou par la sélection d'une composante des courants de la marée n'a été clairement obtenue. Selon Koutsikopoulos (1991), les larves ne sont pas transportées massivement vers les nourriceries et seule une faible partie de la population larvaire (7 à 10 %) arrive à la côte par diffusion. Les larves qui ne sont pas parvenues à la côte au moment de leur métamorphose, ont une survie extrêmement faible : aucun juvénile du groupe-0 n'a été capturé en dehors des nourriceries côtières et estuariennes (Désaunay et al., 1981; Koutsikopoulos et al., 1989).

A partir du mois d'avril, des larves en fin de métamorphose et des petits juvéniles (10 à 15 mm) colonisent les nourriceries et se retrouvent dans les baies abritées et les estuaires de la région (Marchand & Masson, 1989). Pour la nourricerie de la Vilaine, la colonisation débute toujours par une accumulation d'individus à l'embouchure de l'estuaire. Selon les conditions thermohalines, elle peut être concentrée sur une seule période (avril) ou étalée d'avril à juin.

3.3. Fonctionnement des nourriceries et organisation du stock du Golfe de Gascogne.

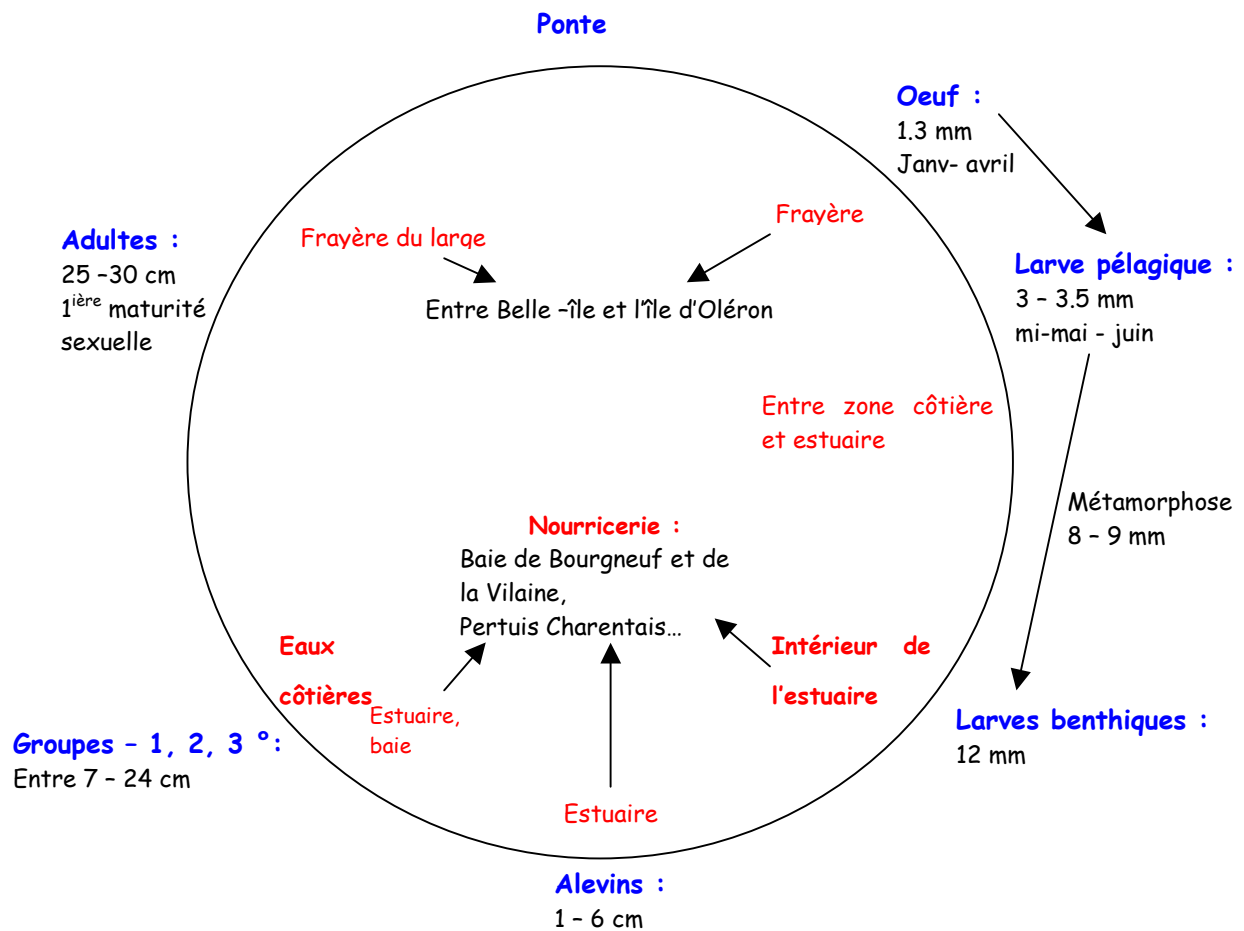
Les jeunes soles passent leurs trois premières années à proximité des côtes, sur les nourriceries, jusqu'à leur première maturité sexuelle.

En été, dans la baie de Vilaine, les juvéniles du groupe-0 occupent tout l'espace estuarien et une faible partie de la baie (Dorel et al., 1991; Marchand, 1991). En automne, ils commencent à émigrer vers les secteurs plus profonds de la baie où ils passent l'hiver.

Après leur première année de vie, en même temps qu'ils effectuent des déplacements saisonniers entre la baie et l'estuaire, les juvéniles se dispersent progressivement vers le large et finissent par migrer à l'âge de deux ou trois ans vers les aires de reproduction (Dorel et al., 1991; Koutsikopoulos et al., 1995). Dans le Golfe de Gascogne, les jeunes soles en maturation quittent les nourriceries en automne pour des eaux plus profondes, plus au large, où elles se reproduisent, puis reviennent vers la côte au printemps. En ce qui concerne la liaison nourricerie-frayère, les juvéniles des groupes 2 et 3 se dispersent et se mélangent sur l'ensemble du Golfe de Gascogne où ils participent à la reproduction.

fig. 4. Récapitulatif du cycle de vie de la sole

(Source : Jacq, 2003 d'après Arbault et al., 1986 ; Dorel *et al.*, 1991 ; Koutsikopoulos, 1991 ; Koutsikopoulos & Lacroix, 1992 ; Koutsikopoulos *et al.*, 1995)



3.4. Localisation des nourriceries et répartition des juvéniles.

Les principales nourriceries de ce secteur sont les estuaires de la Vilaine, de la Loire et la baie de Bourgneuf (Désaunay et al., 1981) (fig. 6). D'autres nourriceries sont situées plus bas sur le littoral atlantique, notamment dans le Pertuis Charentais et dans l'estuaire de la Gironde. Dans le golfe de Gascogne, les juvéniles sont concentrés sur un nombre limité de secteurs côtiers, près des estuaires et dans des baies protégées. Les nourriceries se trouvent sur des fonds compris entre 0 et 20m. Le Pape et al. (2003) ont montré la contribution des zones peu profondes, inférieures notamment à 5 m (fig. 2), et leur importance pour les juvéniles au sein des nourriceries côtières. Ces auteurs indiquent qu'entre la baie de la Vilaine et la Gironde, entre le 0 des cartes et l'isobathe 50 m., ces zones représentent seulement que 24% de la surface, , mais contribuent pour 81% au nombre total des juvéniles. Il est intéressant de noter que les zones qui sont recouvertes en grande majorité de vases et où la profondeur est inférieure à 5 m. sont celles où les densités de juvéniles sont les plus fortes. Le Pape et al, (2003a) indiquent que ces zones représentent 10% de leur zone d'étude, mais contribuent pour 60% au nombre total de juvéniles de soles. Ils montrent ainsi l'importance de ces habitats sur le littoral atlantique et notent l'intérêt que l'on doit leur apporter.

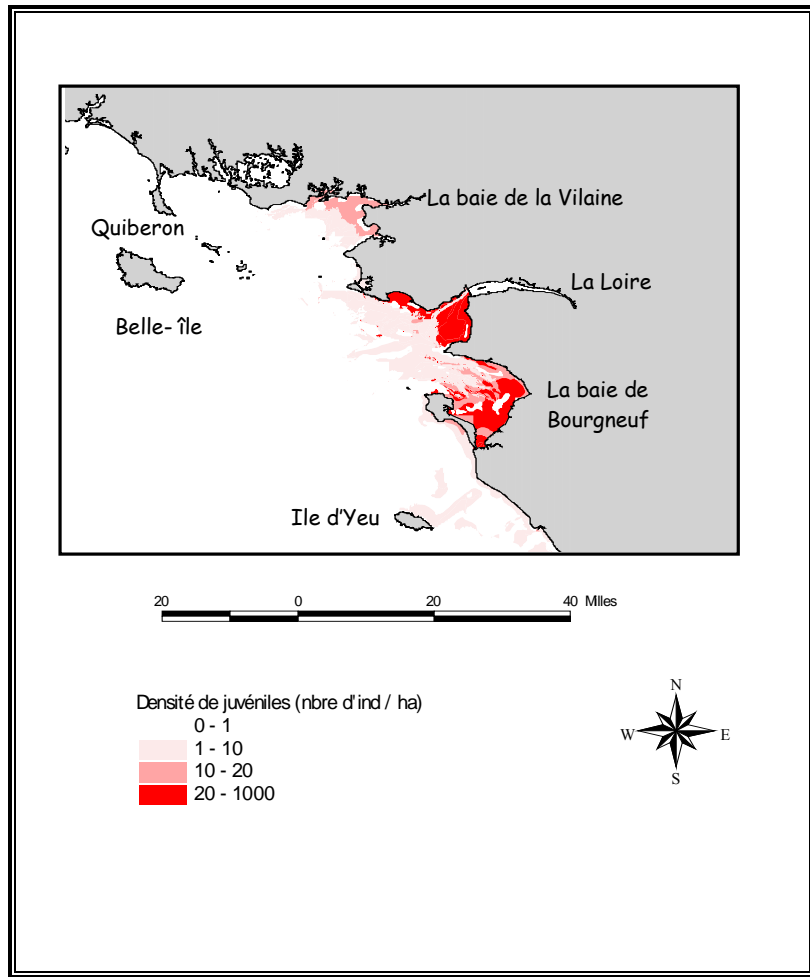


Figure 5. Répartition des juvéniles de soles (Groupe-0) en nombre de poissons par hectare en conditions hydrologiques moyennes, entre Quiberon et l'île d'Yeu (d'après Le Pape et al., 2003a).

3.5. L'importance des nourriceries dans le recrutement des jeunes soles.

- Quelques rappels sur le recrutement et sa problématique.

Le recrutement est le processus par lequel la fraction la plus jeune de la *population* s'intègre pour la première fois à l'ensemble des poissons *accessibles* à l'exploitation. Le terme est généralement utilisé par les halieutes pour désigner la fraction elle-même et non le processus : effectif de juvéniles qui vient chaque année reconstituer le *stock* constamment réduit par les morts naturelles, la prédation et les captures.

Le renouvellement des stocks d'espèces marines est donc assuré par le recrutement. Or, pour la plupart des espèces, le nombre de recrues présente des fluctuations interannuelles très fortes. Le problème ne réside pas uniquement dans le fait que le recrutement varie, mais que cette variabilité est difficilement explicable voire imprévisible. Dans le cas de la sole commune du Golfe de Gascogne, la relation entre le stock (représenté par la biomasse féconde) et les recrues (représentées par l'effectif de poissons de 1 an) n'est pas nette tant que le stock se situe à un niveau d'abondance moyen. Cette relation pourrait devenir cruciale si la tendance à la baisse de biomasse féconde se confirmait. Ainsi, cette variabilité qui conditionne le niveau d'abondance des stocks exploités, demeure la source majeure d'incertitude dans la gestion des pêcheries. C'est pourquoi la compréhension des mécanismes qui déterminent le recrutement et/ou les causes de sa variabilité, constitue un thème majeur des recherches en écologie halieutique de ces dernières décennies. La majorité des chercheurs s'accorde à penser que la mortalité des oeufs et des larves, due aux fluctuations de l'environnement, est la principale cause de la variabilité du recrutement. Aussi une partie des études réalisées à ce jour ont-elles été focalisées sur les premières phases du cycle de vie, en partant du principe qu'elles sont très vulnérables et que de faibles changements de taux de mortalité seraient suffisants pour expliquer les fluctuations du recrutement. Toutefois, chez certaines espèces, l'absence de corrélation entre l'abondance des recrues et les estimations d'abondance des premiers stades larvaires (Peterman *et al.*, 1988; Bradford, 1992, in Amara, 1995), a conduit certains auteurs à suggérer que des processus de contrôle ou de régulation s'exercent pendant la période juvénile.

Une partie des résultats, concernant la sole du Golfe, sera présentée ci-dessous afin de mieux comprendre ces problèmes et de montrer l'intérêt que l'on doit accorder à la protection des nourriceries et donc aux juvéniles de soles, pour assurer un meilleur recrutement.

- Les indices de capacité des habitats pour les juvéniles de sole.

Comme démontré dans Koutsikopoulos et al. (1989b) et Amara et al. (2000), seules les larves qui auront fini leur métamorphose à proximité des nourriceries côtières seront susceptibles de se développer. Ceci a été confirmé par Le Pape et al. (2003a) qui ont démontré que les zones de profondeurs supérieures à 20m ne peuvent pas jouer le rôle de nourriceries. Par ailleurs, comme leur étude prend en compte tout le Golfe de Gascogne, leurs analyses fournissent une typologie des habitats de nourriceries à l'échelle du stock de soles du golfe. Les études précédentes ont montré que **le niveau de recrutement était dépendant des zones de nourriceries** (Rijnsdorp et al., 1992 ; Le Pape et al., 2003a) **et des densités de juvéniles, elles même dépendantes de la qualité des habitats** (Gibson, 1994 in Le Pape et al., 2003a). Le Pape et al. (2003a) indiquent que les juvéniles de soles apparaissent concentrés dans des habitats peu profonds et vaseux. Ceci montre bien l'intérêt que l'on doit accorder à l'estuaire de la Loire, ainsi qu'à la baie de Vilaine et à la baie de Bourgneuf, qui ont une forte valeur en tant que nourriceries (Cf. description paramètres physiques de la zone étudiée). **Cette typologie est bien connue et la préférence des juvéniles de soles pour les zones de faibles profondeurs** (Gibson, 1997,) **recouvertes de sédiments fins** (permettant l'enfouissement) (Howell et al., 1999 ; Mc Connaughey and Smith, 2000 ; Phelan et al., 2001) ont été démontrées (in Le Pape et al., 2003a). Il est donc fondamental que ces fonds soient préservés et que la pression des activités humaines (apports continentaux, dragage des sédiments par les chaluts de fond, drague à coquillages, extractions de granulats, endiguement et suppressions de vasières...) y soit modérée.

Cette étude confirme aussi le rôle important joué par les estuaires. Le panache estuarien est connu pour influencer la qualité des communautés d'invertébrés benthiques, qui constituent l'alimentation des jeunes poissons (Marchand, 1993). Les apports terrigènes sont favorables à l'installation massive des proies que constituent les invertébrés benthiques (vers polychètes, bivalves, petits crustacés) et donc à la production de soles. **L'effet des panaches fluviaux sur la productivité, à travers la chaîne trophique, semble expliquer pourquoi les secteurs estuariens sont des habitats essentiels pour les poissons, et plus particulièrement des nourriceries d'importance notoire** (Le Pape et al., 2003b). Or les fluctuations interannuelles des régimes pluviométriques et des débits estuariens sont élevées et conditionnent les variations d'abondance des juvéniles (Le Pape et al., 2003b). En se focalisant sur la variabilité interannuelle de l'influence de l'estuaire relative aux conditions hydrologiques et aux variations interannuelles des capacités d'habitat, Le Pape et al. (2003b) ont développé le concept de fluctuations des

tailles des habitats, qui ajouterait une variable dynamique dans la relation entre les nourriceries et le recrutement (Rijnsdorp et al., 1992).

Par ailleurs, les frayères de soles ne sont pas distribuées uniformément sur tout le golfe de Gascogne. La production d'œufs a lieu sur plusieurs frayères, avec des variations spatio-temporelles durant la saison de reproduction (décembre à avril). D'ailleurs, la migration des larves de soles, des zones de frayères jusqu'aux nourriceries côtières, est essentiellement passive, dirigée par des flux d'advection et de diffusion (Koutsikopoulos et al., 1991 ; Ramzi et al., 2001). Ainsi, les différentes nourriceries ne reçoivent pas la même quantité de larves et le modèle montre une variabilité géographique importante de la densité de juvéniles (Le Pape et al., 2003a). Il semble donc que l'hétérogénéité des densités de soles, entre les différentes nourriceries identifiées, ne soit pas seulement due aux variations de l'indice de qualité des habitats : **les densités de juvéniles, au sein de la zone étudiée, s'expliquent aussi par le niveau d'alimentation en larves** (Arbault et al., 1986, Koutsikopoulos et Lacroix, 1992).

En résumé, il faut noter que les nourriceries, situées sur la zone étudiée sont d'un intérêt majeur pour la reconstitution du stock de soles de la partie nord du golfe de Gascogne. De par la qualité du milieu (conditions hydrologiques, capacité trophique élevée) et la typologie géographique et sédimentaire, les nourriceries des baies de Vilaine et de Bourgneuf et l'estuaire de la Loire font partie des principaux habitats essentiels pour la sole sur toute la façade atlantique française. Ces écosystèmes doivent donc être préservés pour maintenir le renouvellement des populations.

- L'exemple de la baie de la Vilaine.

Les figures suivantes (Fig. 5 et 5 bis) synthétisent l'étendue de la nurricerie de la baie de Vilaine selon le modèle d'habitat (Le Pape et al., 2003) et les déplacements ainsi que la croissance des jeunes soles au cours de leurs trois premières années (selon Dorel et al., 1991). La dépendance vis à vis des petits fonds est maintenue durant cette phase et se traduit par le retour vers l'estuaire à chaque printemps, avec une reprise de croissance.

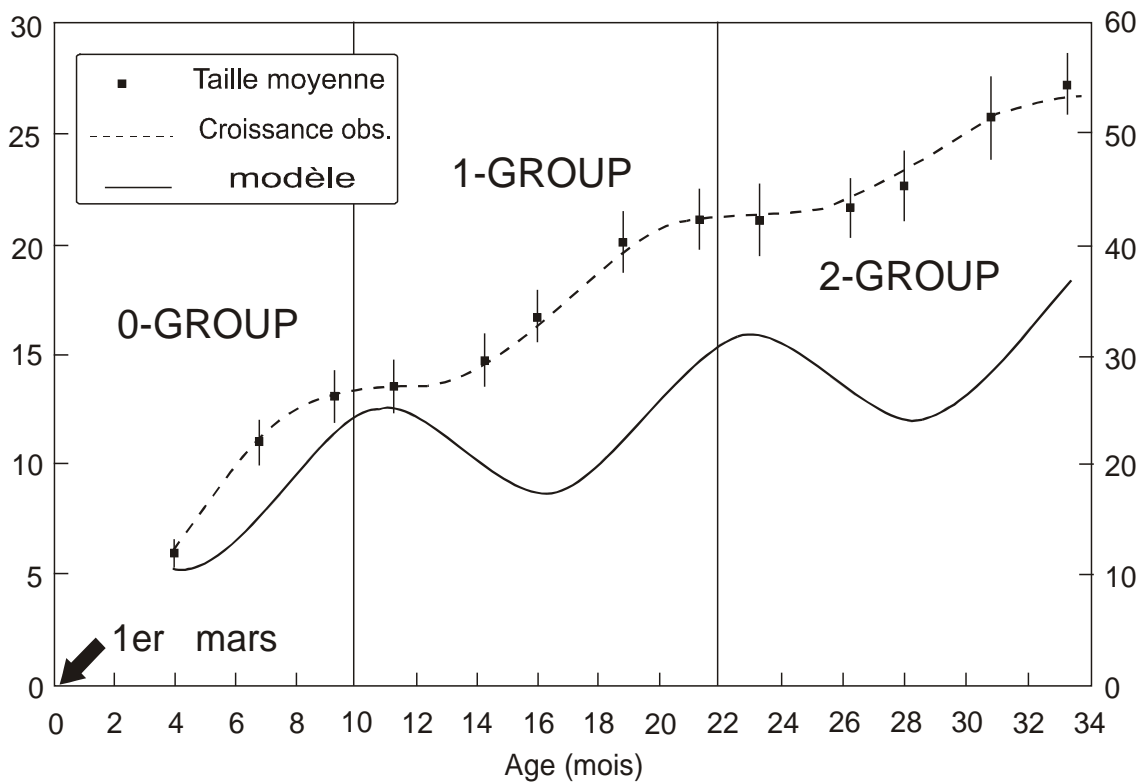


Figure 5. Répartition et croissance des soles en baie de Vilaine au cours de leurs 3 premières années. (d'après Dorel et al. 1991)

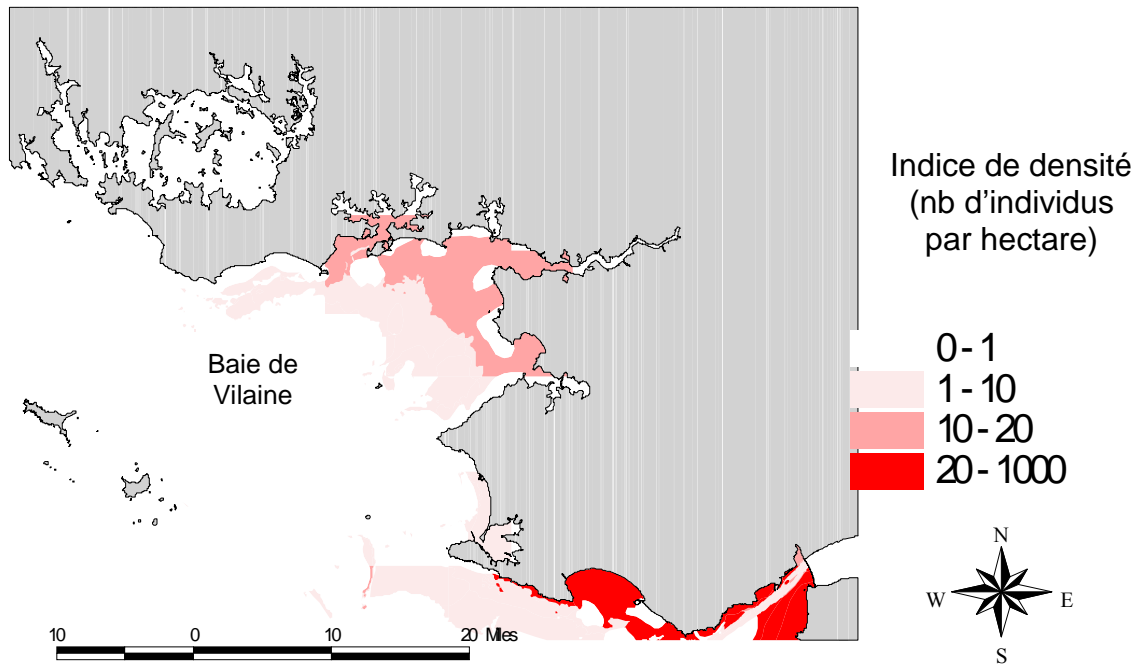


Figure 5bis. Modèle des densités de soles (groupe 0) en baie de Vilaine (d'après Le Pape et al., 2003)

4. L'ACTIVITE ANTHROPIQUE SUR LA ZONE ETUDIEE.

Le fonctionnement des nourriceries étant rappelé ainsi que leur importance pour le stock de soles, il est intéressant de souligner les perturbations potentielles qui peuvent modifier ces habitats côtiers. Pour cela, le travail de Trouillet (à paraître, 2005) est utilisé ainsi que le Système d'Informations Halieutiques de l'IFREMER. Dans la mesure où les pressions exercées sur l'espace marin sont particulièrement soutenues en « mer côtière », il s'agit de montrer les interactions (spatiales ?) qu'il peut y avoir entre l'activité anthropique et les nourriceries de soles. A partir de ce travail de cartographie et de réglementation, il convient d'apprécier l'ampleur des perturbations d'origine humaine subies par ces sites, et de mettre en évidence le degré de recoupement entre les zones de nourriceries et les activités anthropiques (pêche professionnelle, extractions de granulats, pollutions diverses...) potentiellement néfastes pour les juvéniles. Pour cela, l'utilisation d'un Système d'Information Géographique (SIG) (logiciel ARCVIEW 3.2) a permis de superposer les cartes réalisées par le Laboratoire Ecohal (Carte des densités de juvéniles) et par Trouillet (à paraître, 2005) sur la réglementation de l'exercice de la pêche et les dynamiques d'occupation de la « mer côtière ».

4.1. La pêche professionnelle.

- Les réglementations de pêche communes aux différents métiers.

Ces réglementations communes, dont l'objectif est la protection des zones côtières et de leurs ressources, donnent un bon exemple de gestion et de protection des pêcheries.

La limite aval de la mer territoriale a été fixée à 12 milles nautiques des lignes de base droites par la loi n°71-1060 du 24/12/1971. Les secteurs de nourricerie qui intéressent la présente étude sont tous inclus en deçà de la ligne de base qui joint les Grands Cardinaux, la Banche, le Pilier et les Chiens Perrins.

Suivant le régime général prévu, les bateaux étrangers ne peuvent pas pêcher dans les eaux territoriales ni, *a fortiori*, en deçà des lignes de base droites (arrêté du 06/06/67), correspondant aux « eaux intérieures ». Cependant, des dérogations peuvent être accordées aux navires étrangers dans la zone des 6-12 milles à compter des lignes de base droites. Ainsi, seule la flotte française est autorisée à pêcher dans la zone des 6 milles à partir des lignes de base droites.

Sur la zone d'étude, les interdictions et les restrictions s'appliquant à la pêche sont de deux ordres. Il y a d'abord celles qui sont liées à la gestion des pêcheries, en l'occurrence : deux cantonnements et une réserve de pêche.

La réserve de pêche se situe entre Saint-Martin de la Gachère et le phare du Grouin du Cou, le long du littoral sud-vendéen (fig. 6), « destinée à la protection de certaines espèces et, en particulier, des soles et des céteaux ». Ainsi, la totalité de la zone est interdite à l'emploi des arts traînants. De plus, une subdivision de cette zone (non cartographiée) est fermée à « toutes sortes de pêches ». Néanmoins, l'usage des lignes, nasses et paniers pour la pêche des crabes et crustacés et la pose de filets trémails pour la capture du mullet pendant la saison hivernale y sont autorisés.

Les deux cantonnements se trouvent aux lieux-dits « Grand Trou » et « Basse-Michaud » (A) : le rectangle et le triangle situés de part et d'autre du banc de Guérande), dans lesquels toute pêche est interdite. Par ailleurs, en raison d'une expérimentation (implantation de récifs artificiels) menée sur trois sites (l'un à côté du cantonnement de Basse-Michaud, les deux autres au sud-est et au sud-ouest de l'île d'Yeu dans la bande des trois milles à partir de la laisse de basse mer), des cantonnements y sont définis, à l'intérieur desquels la pêche, mouillage et dragage sont interdits depuis 2003.

Le second type d'interdiction ou de restriction est lié aux autres usages, il est donc question de cohabitation et de sécurité. Par ordre de restrictions décroissantes, il y a d'abord les zones concédées pour la conchyliculture dans lesquelles l'activité de pêche est interdite. Deux zones sont susceptibles d'être source d'enjeux : la baie de Quiberon (avec ses parcs en eau profonde) et la baie de Bourgneuf. Ensuite, il y a les trois zones de passage de câbles sous-marins (téléphoniques ou électriques) soit entre le continent et les îles (B) (Belle-Ile, Houat, Hoëdic, Yeu) soit transatlantique (C) (zone de Saint-Gilles). Dans ces trois zones, le chalutage et le dragage (ainsi que le mouillage) sont interdits. Puis, viennent trois zones particulières : le chenal de navigation de Basse-Loire (D), la zone d'attente (E) pour les navires transportant des matières dangereuses (triangle bordant le chenal au large de la pointe Saint-Gildas) et une zone de dragage (à la sortie de la baie de Bourgneuf). Dans ces zones, la réglementation met en place des restrictions s'appliquant, selon des degrés divers, aux différentes activités de pêche.

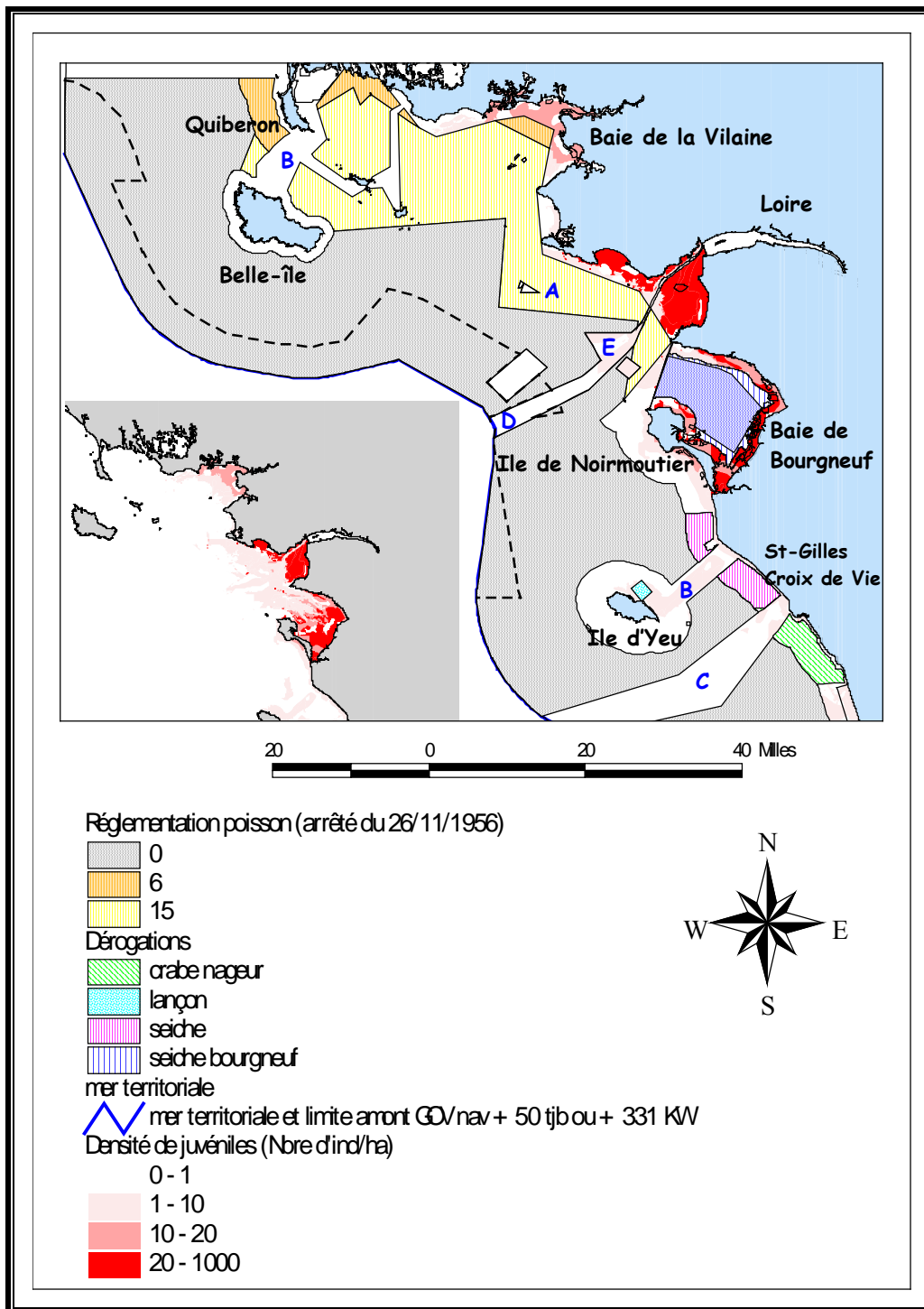


Figure 6. Réglementation concernant les chalutiers de fond et densités de juvéniles de soles (Sources : Laboratoire Ecohal, IFREMER et Trouillet, Géolittomer2004).

- Les chalutiers de fond

En 2003, 500 chalutiers de fond à panneaux ont été recensés par le SIH-IFREMER. Ils ont pêché au moins une fois, dans l'année, sur la zone étudiée. Parmi ces navires, 125 ciblent la

sole (essentiellement entre mai et novembre), 103 la crevette grise (entre mai et novembre), et 149 sont armés aux divers poissons toute l'année. Le maillage autorisé est supérieur ou égal à 70 mm de jauge étirée, excepté pour la crevette. Il est intéressant de noter qu'entre mai et octobre, le nombre de petits côtiers (longueur 9 - 12 m) est très supérieur aux autres mois de l'année (tabl. 1). Ces derniers fréquentent, pour un grand nombre les estuaires pour pêcher la civelle en début d'année. On remarque donc que la pression de pêche, sur la zone d'étude, liée aux chalutiers de fonds est importante (entre 2 à 4 fois plus forte) entre avril et octobre. Elle peut donc avoir des conséquences négatives, sur les nourriceries de soles.

Tableau 1. Répartition du nombre de chalutiers de fond à panneaux, ayant fréquenté la zone d'étude, en fonction des segments de tailles et des mois, pour l'année 2003. (D'après les données du système d'information halieutique de l'IFREMER)

	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moins de 7m	-	-	-	4	6	6	4	4	4	6	6	-
[7-9[	8	4	21	86	155	154	160	156	159	157	147	33
[9-12[	43	39	88	167	201	210	214	217	219	190	177	90
[12-16[	20	23	28	31	27	30	30	30	28	31	30	34
[16-24[	49	50	54	36	37	42	42	39	39	61	59	50
TOTAL	120	116	191	324	426	442	450	446	449	445	419	207

La carte de la réglementation de Trouillet (à paraître, 2005) (fig. 6) dévoile un enchevêtrement très complexe. Pour le chalut de fond à poissons, d'après l'arrêté du 26/11/1956, trois limites ont été définies (une 1^{ère} pour tous les navires, une 2^{nde} pour les navires de 15 tjb au plus et enfin une pour les navires de 6 tjb au plus). La baie de Bourgneuf, quant à elle, fait l'objet d'une réglementation spécifique. Seuls les navires, de 11m ou 110 KW au plus, qui ciblent le poisson et la seiche, peuvent y pêcher. A l'exception du littoral vendéen, la réglementation ne fait pas référence à la bande des trois milles à partir de la laisse de basse mer qui, suivant le principe général, est interdite au chalutage de fond. Qu'il s'agisse du poisson ou de la crevette, il n'y a pas de réglementation locale au sud du Pilier ou de la pointe Saint-Gildas au sud, c'est donc le régime général qui s'applique. Alors qu'il y a peu de dérogations dans la partie nord de la zone, en revanche, dans la partie sud où le régime de la bande des trois milles à partir de la laisse de basse mer s'applique, on dénombre quatre dérogations (concernant la seiche, le crabe nageur et le lançon pour appât) qui couvrent la totalité du littoral vendéen continental, de la Barre-de-Monts jusqu'au Hâvre de la Gachère (où débute le cantonnement). Ces dérogations concernent des navires de 11m ou 10 tjb au plus, à l'exception du lançon ou seuls les bateaux de 25 tjb au plus sont autorisés à exercer. Il est donc autorisé de pêcher la seiche, de jour, sans dérogation (du 01/06 au 15/07) et le crabe nageur pour appât, de jour, avec dérogation (du 01/09 au 30/11).

Pour le lançon, aucune date n'a été définie.

La carte montre bien que les chalutiers de moins de 15 tjb (unités de tailles inférieures en moyenne à 9 m) sont autorisés à pénétrer dans les nourriceries toute l'année.

N'ayant pas de données de captures sur les rejets de soles hors taille, il est difficile de quantifier la mortalité par pêche des juvéniles. Par contre, à partir des données (2002) de l'IFREMER de La Rochelle (fig. 7), il est intéressant de noter que les chalutiers (côtiers plus que ceux du large) capturent plus de soles de petites tailles, comprises entre 22 et 26 cm, que les fileyeurs. Environ 30% des captures de soles par les chalutiers côtiers sont des juvéniles de 23-24 cm (groupe-2, soles qui vont bientôt faire partie du recrutement ou encore vont pouvoir se reproduire).

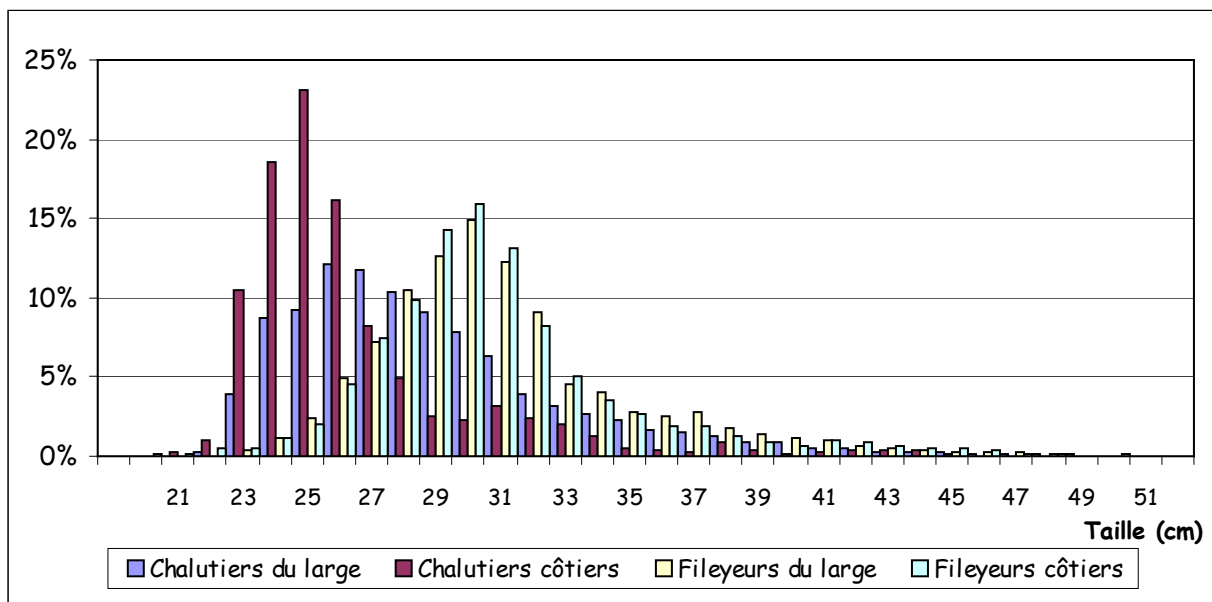


Figure 7. Histogramme des fréquences de tailles des soles capturées par les chalutiers et les fileyeurs, du large et côtiers (Source IFREMER La Rochelle, données 2002).

La figure 8 indique la réglementation des chalutiers à crevettes (décret du 16/01/1934 modifié par celui du 30/09/1934). Comme pour les chaluts à poissons, la réglementation est très complexe et différentes zones ont été délimitées en fonction des saisons et des jauges des navires. Tout d'abord, une première limite amont interdit l'accès à la zone côtière pour les navires de plus de 15 tjb et pour tout navire du 01/05 au 01/10. Du 02/10 au 30/04, trois autres délimitations ont été définies (pour les navires de 15 tjb au plus, pour les navires de 6 tjb au plus et enfin pour les navires de 3 tjb au plus). Deux autres zones, situées dans l'estuaire de la Loire et à sa sortie (au large de la Baule), autorisent l'accès suivant le cas aux navires de 10 tjb au plus et 3 tjb au plus toute l'année. Des dérogations sont possibles le long du littoral vendéen au sud de Noirmoutier pour les navires de 11m ou 10 tjb au plus, entre le 01/03 et le 30/06. L'arrêté du 10/09/1993, concernant la réglementation en baie de Bourgneuf, permet la pêche de la crevette grise dans une zone située à plus de un mille de la côte à l'intérieur de la baie, avec une réduction de cette zone du 15/05 au 15/08. Les crevettiers peuvent donc pêcher sur les nourriceries toute l'année. Cet engin peut donc être un des facteurs expliquant les faibles densités de juvéniles à certain endroit de la zone étudiée. Ceci n'est qu'une hypothèse puisque Vacherot et al (1998) en baie de Vilaine puis Foucher et al. (2000) en estuaire de la Seine ont montré que les chaluts utilisés aujourd'hui sont sélectifs (voir ci-dessous) et permettent de limiter les prises accessoires de juvéniles.

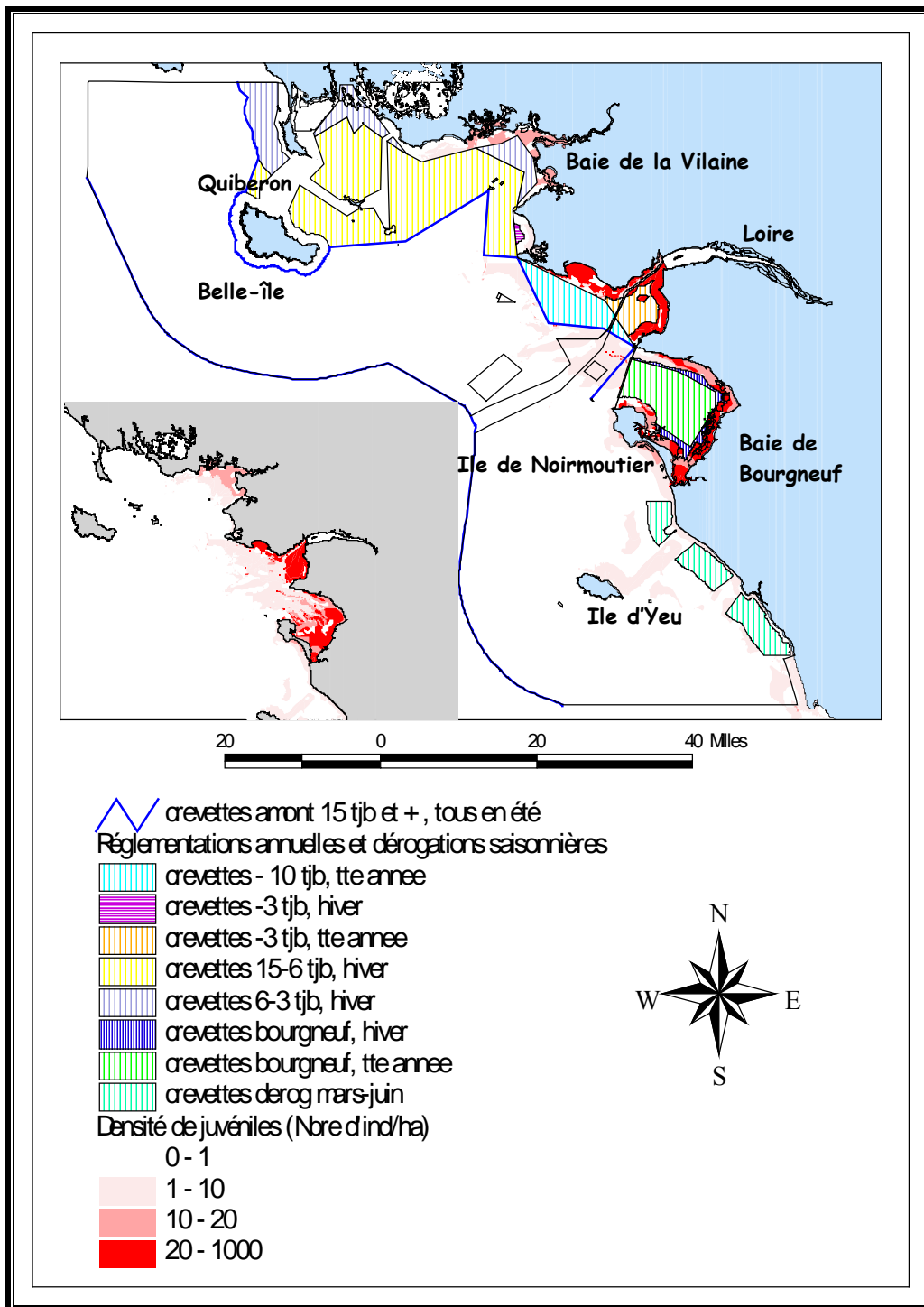


Figure 8. Réglementation du chalutage à crevettes et densités de juvéniles de soles
 (Sources : Laboratoire Ecohal, IFREMER et Trouillet, Géolittomer 2004).

En 2003, la zone d'étude a été fréquentée par 103 chalutiers de fond à panneaux, ciblant la crevette grise (*Crangon sp.*) Dans les pêcheries crevettières, le maillage minimal autorisé dans les culs de chalut est de 20 mm étiré. Ces pêcheries étant localisées dans des zones très côtières et estuariennes connues comme des nourriceries, les prises accessoires sont majoritairement composées de juvéniles de poissons, qui sont rejetés en mer après le tri mais subissent de forts taux de mortalité. A partir des mensurations effectuées sur la sole lors de leur étude sur l'essai d'un chalut sélectif pour la pêche de la crevette grise, Foucher et al. (2000) ont retrouvé la présence presque exclusive de juvéniles dans les captures (tabl. 2 et fig. 9) (dans l'étude, les deux chaluts utilisés avaient un maillage de 22 mm).

Tableau 2. Nombre d'individus capturés par type d'engins et par groupe d'âge (Foucher et al., 2000).

Espèce	Groupe 0		Groupe 1		Groupe 2+	
	Témoin	Sélectif	Témoin	Sélectif	Témoin	Sélectif
Sole	244	437	382	37	34	0

Foucher et al. (2000) indiquent que 90% des soles de groupe 1 ont pu être sauvegardées, y compris les solettes de 19 à 22 cm, ce qui représente un résultat très intéressant dans la mesure où ces soles sont sur le point d'alimenter le recrutement du stock. Les soles adultes ayant atteint la taille minimale commerciale de 24 cm sont par contre relativement peu nombreuses (34 individus). La perte de ces individus dans le chalut sélectif ne devrait pas être considérée par les professionnels comme un manque à gagner.

Les travaux de Vacherot et al (1998) ont permis de proposer des adaptations des chaluts sélectifs à crevette (chalut Asselin et chalut Devismes), sur la base d'essais en baie de Vilaine. Ces adaptations permettent d'atteindre des taux de sélectivité de 80% pour la sole et 60% pour les gadidés par rapport au chalut classique, avec des pertes acceptables en crevettes (6 à 18%).

Les chaluts sélectifs de type « Asselin » ont déjà été adoptés depuis des années par la profession dans des pêcheries de crevettes grises situées dans certaines régions françaises (baies de Somme et de Vilaine), où leur efficacité a été prouvée. Depuis la mise en application en janvier 2000 du règlement européen rendant obligatoire l'utilisation des systèmes sélectifs dans les pêcheries crevettières, les navires des professionnels locaux sont tous munis d'engins sélectifs.

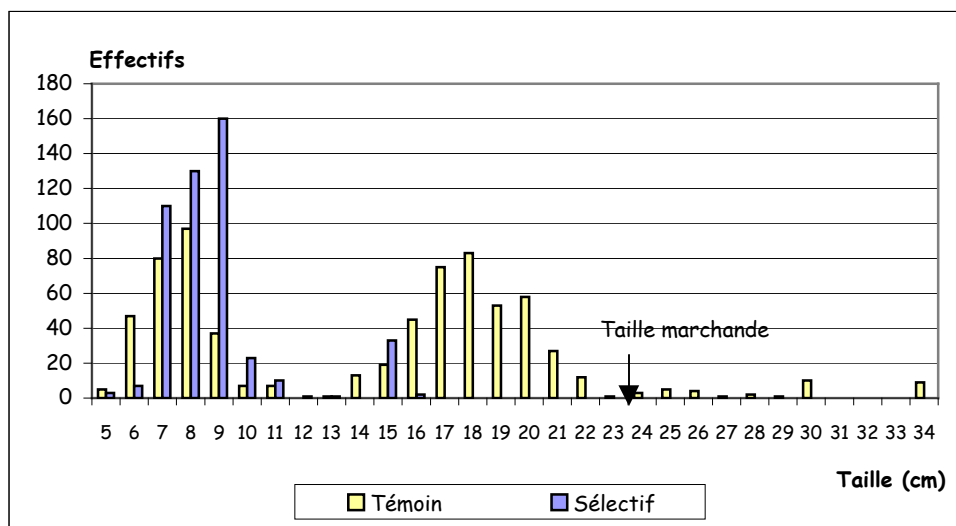


Figure 9. Test de chalut sélectif à crevette. Histogramme des fréquences de tailles des soles capturées (d'après Foucher et al., 2000).

- Les dragues à coquilles Saint-Jacques.

Si l'essentiel de la réglementation porte sur le chalutage, l'utilisation de dragues à coquilles Saint-Jacques est soumise à l'obtention d'une licence dans le secteur d'Auray/Vannes du ressort de la DRAM Bretagne (fig. 10).

Cette licence est accordée pour une ou plusieurs zones parmi les cinq issues du découpage du périmètre soumis à autorisation du Comité Régional des Pêches Maritimes. Elle est délivrée uniquement aux navires ayant une longueur hors tout inférieure à 12 mètres et une puissance motrice non bridée égale ou inférieure à 200 KW. Ces licences sont réparties entre les différentes zones A, B, C, D et E. En dehors de ce périmètre, aucune licence n'est nécessaire. Néanmoins, il demeure interdit de draguer dans les zones de câbles et autres cantonnements de pêche. En outre, toute pêche en baie de Bourgneuf doit être déclarée. Le contingent de licences est de 100, répartis entre les quartiers d'Auray/Vannes (83), Lorient (3), Guilvinec (1), Le Croisic (8) et La Turballe (5).

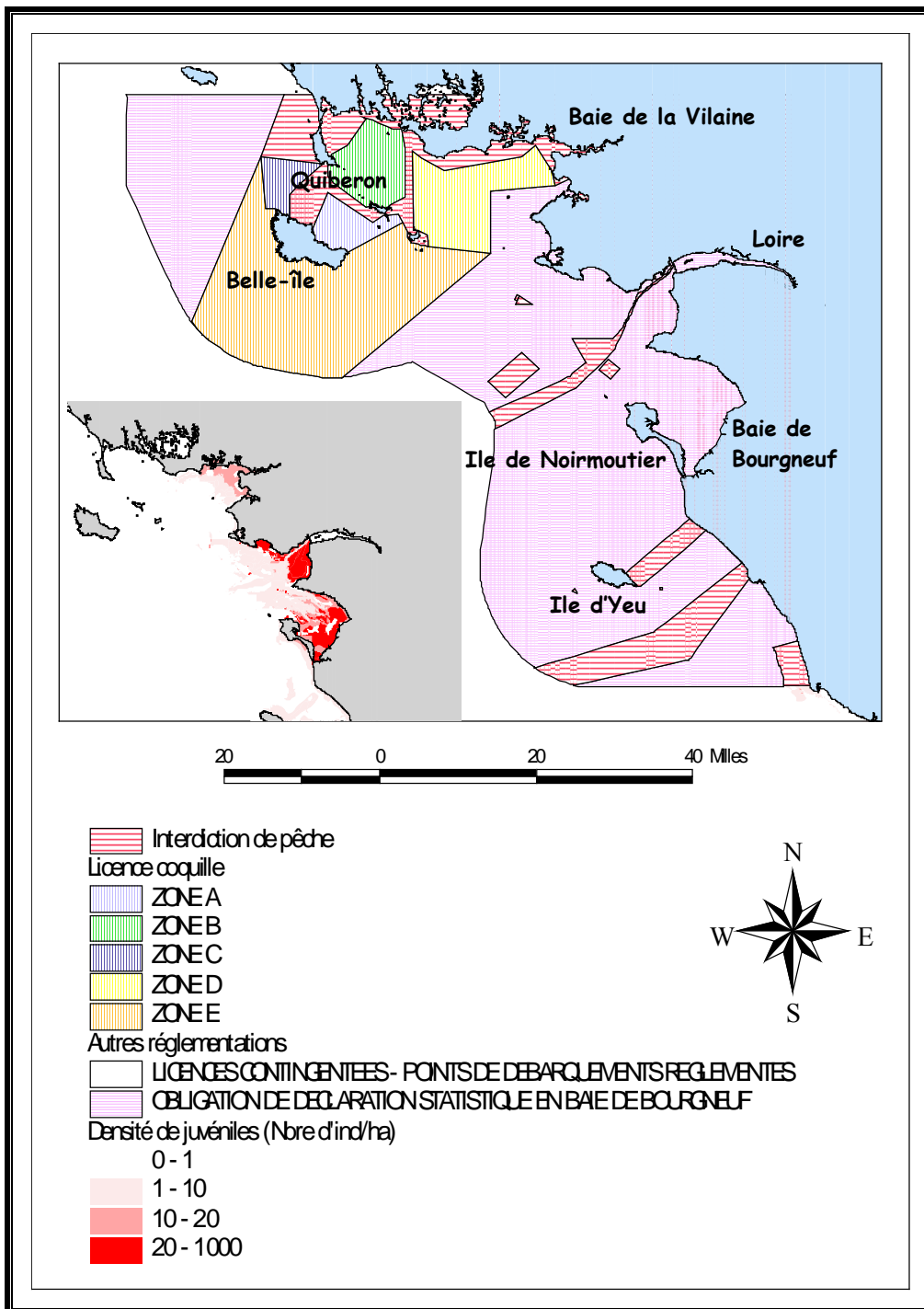


Figure 10. Réglementation concernant les dragues à coquilles Saint-Jacques et densités de juvéniles de soles (Sources : Laboratoire Ecohal, IFREMER et Trouillet, Géolittomer, 2004).

Cette pratique a lieu d'octobre à mai, mais très majoritairement dans les trois derniers mois de l'année. Les zones ne sont pas toutes ouvertes en même temps.

La pêche est ouverte quelques heures par jour et par zone selon un calendrier précis. En 2003, le nombre de bateaux par mois autorisé se répartissait de la manière suivante :

Tableau 3. Répartition des dragueurs de coquille ayant fréquenté la zone d'étude, en fonction des mois durant l'année 2003. (d'après les données du système d'information halieutique de l'IFREMER)

Mois	jan	fév	mars	avr	mai	sept	oct	nov	déc
Nbre de Bateaux	33	24	11	9	5	2	31	28	24

La figure 10 montre que l'usage des dragues à coquilles est autorisé sur une zone de nourricerie de la baie de Vilaine. Cet engin de pêche est donc susceptible de capturer des juvéniles, et par ailleurs de dégrader les fonds vaseux riches en proies pour la sole. Toutefois, l'absence de coquille Saint-Jacques à l'intérieur de la baie rend cette éventualité très peu probable.

- Les fileyeurs.

Pour les arts dormants, la seule réglementation existante pour la pêche embarquée (arrêté 97-23 du 24/04/97) donne lieu à un zonage qui concerne un périmètre au large de l'estuaire de la Loire (fig. 11), dans lequel des conflits étaient réguliers, notamment entre les fileyeurs noirmoutrins et les chalutiers croisicais. Ainsi, à l'intérieur de ce périmètre, la mise en oeuvre des filets à soles est autorisée du 1^{er} mai au 15 octobre de chaque année et interdit du 16 octobre au 30 avril. Par ailleurs, dans quatre zones à l'intérieur du périmètre, les filets à soles sont autorisés du 1^{er} mai au 15 octobre (longueur limitée à 8 km par navire).

En baie de Bourgneuf, d'après l'arrêté 93-1009, pour l'exercice de la technique du filet, les dimensions maximales autorisées des engins détenus à bord sont arrêtées comme suit : filets droits maillants (1500m par homme embarqué limité à 4500m par navire, maille de 110mm étirée pour les filets à soles) et filets trémails (1000m par homme embarqué limités à 3000m par navire et maillage de 110mm maille étirée). L'accès à la baie de la Bourgneuf reste soumis, comme pour les autres types d'engins, aux navires satisfaisant les caractéristiques générales de la réglementation de 1993 (voir plus haut). Pour le reste, aucune réglementation n'est définie et la zone est autorisée pour tous les bateaux. Le maillage des filets ne doit pas être inférieur à 100mm, maille étirée en toute période. On peut remarquer ainsi que les bateaux peuvent exercer directement sur les nourriceries (dans les deux estuaires : Vilaine et Loire, et en baie de Bourgneuf) et sur les zones à faibles profondeurs où les densités sont les plus fortes. Toutefois, le maillage de 100 mm permet l'échappement des jeunes soles. Enfin, la pose des filets est interdite à moins de 300 mètres de la côte durant la saison estivale (entre le 01/06 et le 30/09).

Les deux types d'engins de pêche, utilisés toute l'année par les fileyeurs, sur la zone sont les filets trémails ou les filets maillants fixes. Pour cibler la sole, seuls 11 bateaux sur 79 utilisent le filet maillant fixe. La zone étudiée est fréquentée par 308 fileyeurs, dont 183 au tramail et 125 au filet maillant fixe. Cinq segments de navires sont représentés, mais la grande majorité des bateaux (entre 80 et 90% entre avril et novembre) ont une taille inférieure à 12m (Tabl. 4). Entre décembre et mars, de plus grosses unités ([12-16[m notamment) fréquentent la zone. Ceci s'explique par le fait que ces navires ciblent la sole au sud de Belle-île, lors de la période de reproduction. Ils ne pêchent donc pas sur les nourriceries. Les petites unités (< à 12m), quant à elles, fréquentent les 6 milles toute l'année. Le nombre de navires oscille entre 88 et 162 navires, entre avril et septembre. Les principales espèces ciblées sont la sole, le bar, le lieu jaune, le merlu, le merlan, les gros crustacés, le rouget, divers poissons plats, la seiche...

Tableau 4. Répartition du nombre de fileyeurs, ayant fréquenté la zone d'étude, en fonction des segments de tailles et des mois, pour l'année 2003. (D'après les données du système d'information halieutique de l'IFREMER)

	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Moins de 7m	4	4	17	32	35	37	33	28	25	21	19	3
[7-9[	6	11	32	54	73	59	57	59	54	37	27	11
[9-12[	15	18	37	61	54	47	35	31	30	30	20	17
[12-16[	18	20	20	14	12	12	10	13	13	14	16	15
[16-24[	3	1	3	4	4	2	1	2	1	2	1	2
TOTAL	46	54	109	165	178	157	136	133	123	104	83	48

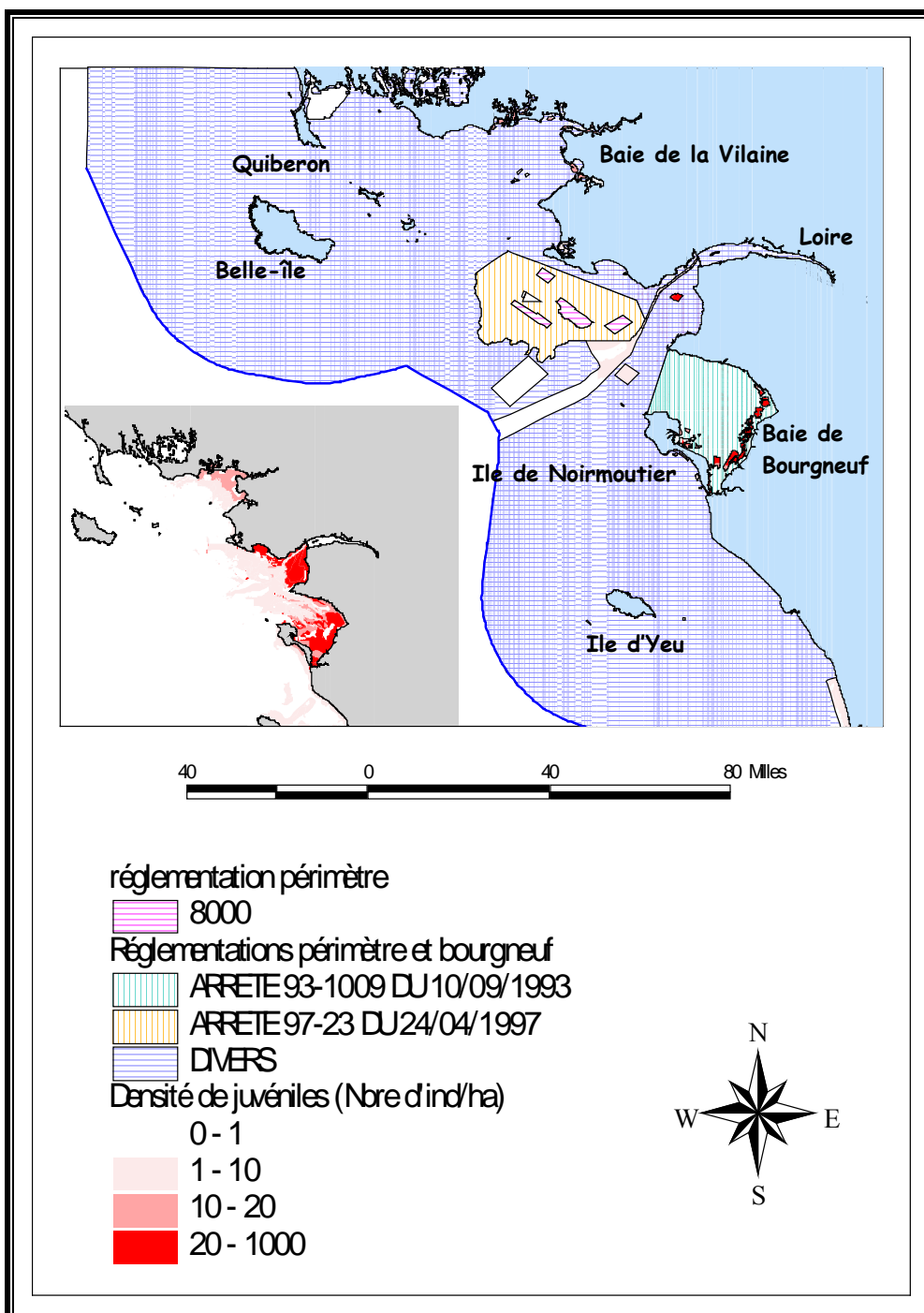


Figure 11. Réglementation concernant les fileyeurs et densités de juvéniles de soles
(Sources : Laboratoire Ecohal, IFREMER et Trouillet, Géolittomer, 2004).

- Conclusion.

Le nombre de navires exerçant sur la zone indique que la pression exercée sur les nourriceries est potentiellement élevée. Ces données ne permettent pas néanmoins d'estimer la mortalité par pêche sur les poissons. Il y a certainement une influence de la mortalité par pêche sur les densités de poissons plats du groupe-1 (notamment au niveau des chalutiers de fond à panneaux) et aussi du groupe 0 (crevettiers), mais nous ne disposons pas des données fines permettant de quantifier cet impact. Ceci d'autant plus que la pêcherie crevette, par ses prises accessoires de soles, voit sa part diminuer dans les captures totales de soles. Néanmoins, ce travail permet d'illustrer le recoupement entre les activités de pêche et les secteurs de nourriceries sur la zone étudiée.

4.2. Autres activités.

- Les extractions de granulats. (fig. 12)

En plus de l'activité de pêche, l'extraction de granulats (sables, graviers...) ou le dragage de chenaux de navigation pour accéder à certains ports (exemple du port de St-Nazaire) peuvent être potentiellement néfastes pour les juvéniles sur la bande côtière.

Sur la zone, il existe deux zones d'extractions de sables et graviers marins (site du Pilier au nord de Noirmoutier et site des Charpentiers dans l'estuaire externe de la Loire). Elles se situent dans la bande des trois milles. Les permis ont été accordés pour une durée de cinq ans. La zone du Pilier est de taille importante puisqu'elle a une surface de 8,2km², alors que celle des Charpentiers ne fait que 2 km². Les deux zones d'extractions se situent respectivement à des profondeurs comprises entre 10-20m et 5-10m. Il a été démontré précédemment que les zones recouvertes en grande majorité de vases et où la profondeur est inférieure à 5m sont celles où les densités de juvéniles sont les plus fortes. Si le banc des Charpentiers peut être considéré dans l'aire de la nourricerie en situation hivernale, le site d'extraction du Pilier est à l'extérieur de cette aire, que la référence soit faite à la nourricerie de la Loire ou à celle de la baie de Bourgneuf. Cette dernière zone d'extraction n'apparaît donc pas comme une zone sensible pour les juvéniles de soles.

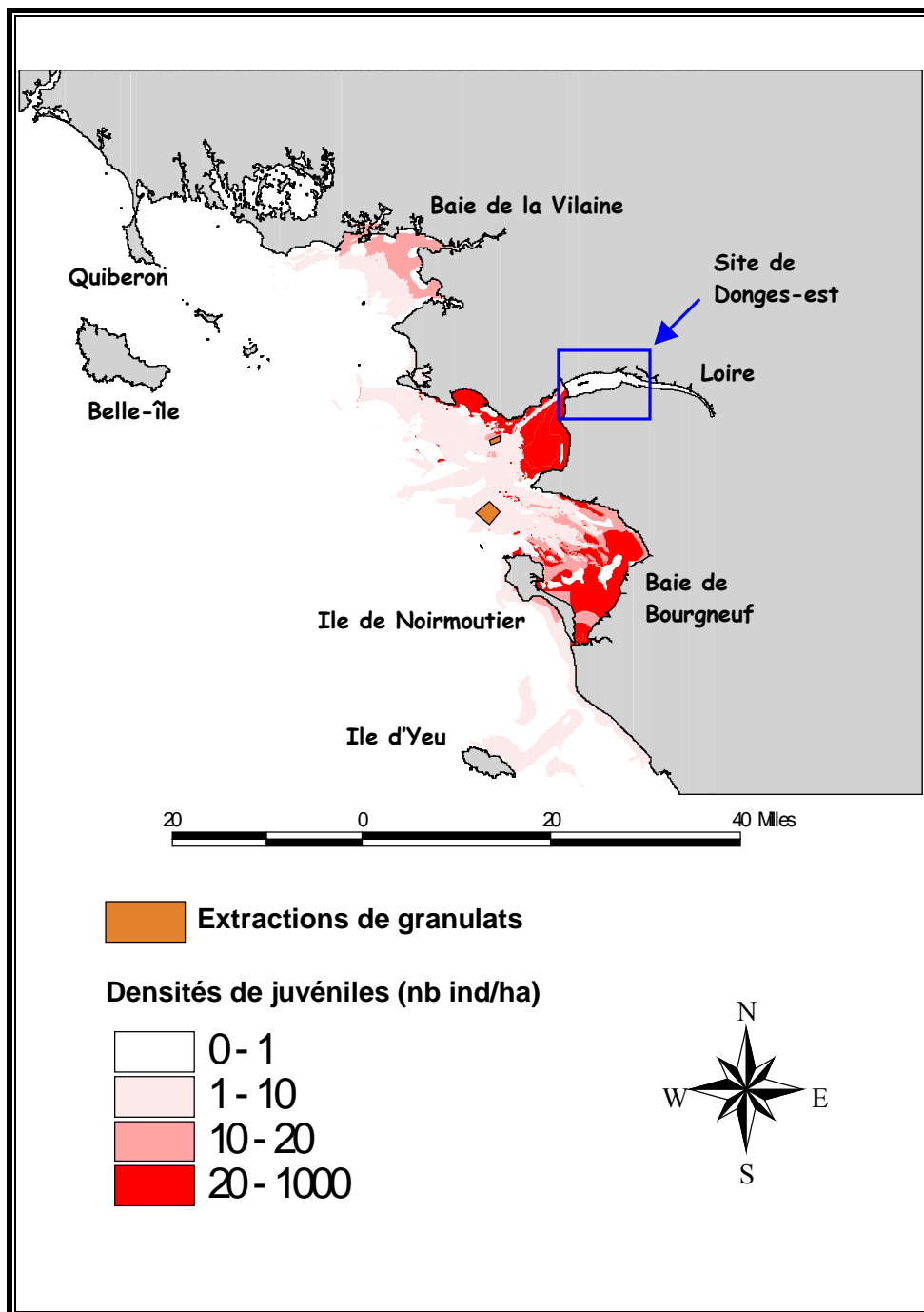


Figure 12. Zones d'exploitation des granulats et densités de juvéniles de soles
(Source : Laboratoire Ecohal, IFREMER).

- Les aménagements portuaires : le cas de Donges-est. (fig. 13)

Le site de Donges-est est l'une des dernières zones humides de l'estuaire de la Loire. Elle détient les derniers vestiges de grandes roselières et l'une des principales vasières de l'estuaire. Importante halte migratoire, cette zone abrite également 55 espèces d'oiseaux

nicheurs, et joue un rôle fondamental dans le cycle de reproduction des poissons pêchés dans l'ensemble du Golfe de Gascogne (sole, bar, merlan...). L'estuaire interne de la Loire, en amont de la zone prise en compte par le Pape et al. (2003a), constitue la partie essentielle de la nurricerie de l'estuaire, comme l'ont démontré Désaunay et al. (1981) puis Schaan et Marchand (1995).

Ces richesses naturelles qui constituent un patrimoine commun, ont valu à Donges-est d'être désignée " Zone de Protection Spéciale " au titre de la législation européenne et d'être ainsi un des maillons du futur réseau européen d'espaces naturels " Natura 2000 ".

Prévoyant une saturation à court terme de ses installations existantes, le Port autonome de Nantes-St-Nazaire envisage depuis plus de 20 ans d'étendre ses activités à Donges-est et de remblayer cette vasière. Le projet d'aménagement comporte plusieurs phases. La première - qui fut soumise à enquête publique du 18 février au 29 mars 2002 - prévoit la réalisation de 500 mètres de quais, d'un terre plein de 51 hectares obtenu en remblayant la zone humide, et de 3000 m de digues périphériques. A terme, l'extension globale comprendrait 150 ha de zone portuaire, 2600 mètres de quais, 125 ha de zones d'activités portuaires et 165 hectares de réserve d'extension. L'ensemble des zones humides de Donges-est disparaîtraient, et avec elles des hectares de nurriceries de soles. Parmi les mesures compensatoires, il est proposé la création de vasières artificielles sur la rive gauche (bras du Carnet). Le niveau de compensation n'est pas prévisible. On peut se demander quel en serait l'impact sur le stock de soles du nord du golfe de Gascogne.

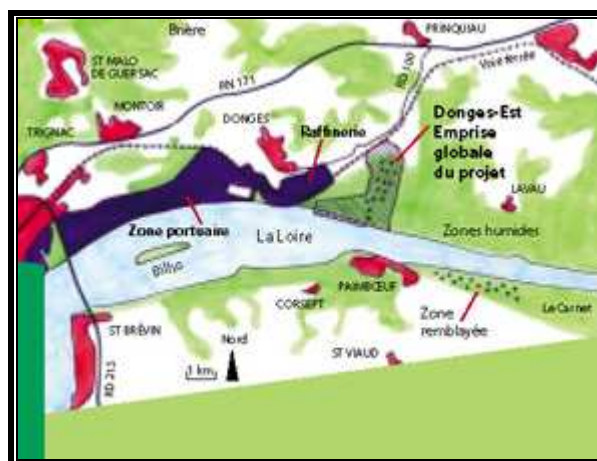


Figure 13. Projet d'aménagement Donges Est. Schéma représentant l'emprise globale du projet.

- Les problèmes d'eutrophisation.

Le scénario général est toujours identique, même si les espèces phytoplanctoniques impliquées (Diatomées et Dinoflagellés) peuvent être différentes d'un site à l'autre ou d'une année sur l'autre. En mer tempérée, il y a en général une floraison majeure du phytoplancton au printemps, qui épuise le stock disponible de sels nutritifs. Par contre, les zones côtières, soumises à d'importants apports terrigènes, peuvent soutenir plusieurs floraisons intenses durant le printemps et l'été, grâce notamment à leur approvisionnement continu en nutriments. L'extrême abondance du phytoplancton (des millions, voire des dizaines de millions de cellules par litre) obscurcit alors l'eau, empêchant toute photosynthèse sur une épaisseur de plusieurs mètres au dessus du fond et provoquant une intense respiration puis une dégradation aérobie du phytoplancton. Si le réapprovisionnement en oxygène n'est pas assuré par un brassage suffisant de la tranche d'eau, par exemple parce qu'une stratification haline ou thermique s'est établie et que le vent est faible, l'anoxie peut intervenir en quelques heures et asphyxier la faune benthique. Certains estuaires connaissent cette situation de façon endémique, comme la zone médiane de la Chesapeake Bay décrite par Officer *et al.* (1984).

Les anoxies mortelles en zone marine sont plutôt des événements catastrophiques sporadiques, liés à une conjonction fortuite de plusieurs facteurs propices, ainsi qu'il a été prouvé (Merceron, 1987) pour l'anoxie mortelle survenue en juillet 1982 en Baie de Vilaine. Parmi les nourriceries côtières des Pays de la Loire, celle de la baie de Vilaine est particulièrement sous la menace de ce type de dysfonctionnement.

L'eutrophisation, relative aux excès de nutriments, et/ou la pollution pourraient avoir à la fois un effet sur les proies benthiques (Ferber, 2001), sur la croissance et la survie des juvéniles de poissons (Meng *et al.*, 2000) dans les nourriceries estuariennes (in Le Pape *et al.*, 2003b). L'impact positif des apports fluviaux sur l'approvisionnement larvaire et sur l'habitat peut être atténué par de telles perturbations anthropiques.

- Les effets des contaminants.

La présence de substances toxiques naturelles ou de synthèse est un facteur responsable de la dégradation de la qualité des habitats et de leurs peuplements. Les contaminants sont de nature variée : effluents urbains, polluants organiques persistants, hydrocarbures, métaux lourds, engrais, macrodéchets. Les apports peuvent être modérés et chroniques ou massifs et

accidentels. Parmi les molécules toxiques, beaucoup ne sont pas identifiées. La qualité des eaux estuariennes et littorales est l'objectif de la Directive cadre sur l'eau. Il faut reconnaître que l'état des connaissances sur les impacts spécifiques d'un contaminant sur une la physiologie d'une espèce donnée de poisson est encore embryonnaire. Les effets de ces contaminations peuvent être directs (ex : induction de cancers) ou indirects (effet de pesticides sur le plancton et la chaîne alimentaire) et résulter de processus d'accumulation dans certains organes ou de transformation des produits absorbés en molécules persistantes.

Les effets les plus déterminants sont sans doute ceux qui perturbent la maturation sexuelle et la fécondité à l'échelle d'une population. Les effets oestrogéniques (féminisation) de certains dérivés médicamenteux et d'autres substances ont été identifiés chez le flet, espèce particulièrement exposée. Les poissons qui ont une phase de croissance en estuaire sont les plus exposés. L'exposition aux PCB et aux pesticides organochlorés a été vérifiée chez les juvéniles de sole des estuaires de Manche et du Golfe de Gascogne (Jegaden, 2002). Si la Seine affiche des niveaux élevés, les soles de la Gironde et de la Loire montrent des niveaux de contamination moindres mais significatifs. La démarche de précaution devrait donc s'imposer en matière de rejets vers la mer, y compris via les bassins versants.

5. CONCLUSION

Cette synthèse démontre notamment la superposition entre les usages de la bande côtière dont les activités de pêche et les nourriceries de poissons du nord du golfe de Gascogne, entre Quiberon et l'Ile d'Yeu. Concernant l'exploitation halieutique, ces activités sont très importantes (environ 900 navires). La majeure partie de la flottille, spécifiquement des bateaux de 7 à 12 m, fréquente ces eaux côtières. La gestion des aires de nourriceries doit prendre en compte les conséquences de tous les usages : pêcheries, rejets des bassins versants, exploitation de granulats, dragages.... Une démarche de protection impliquerait des conséquences économiques très fortes, spécialement à court terme. Néanmoins, cette démarche serait susceptible d'améliorer la protection de juvéniles et finalement d'augmenter la biomasse de juvéniles puis d'adultes à moyen et long termes.

Deux voies semblent prioritaires : des mesures techniques permettant de ne pas affecter les juvéniles et une gestion spatialisée, reposant sur la délimitation des zones sensibles de nourriceries. En relation au fort degré de recoupement entre les flottilles qui ciblent les ressources côtières et la distribution des nourriceries de soles, l'effort déjà entrepris pour améliorer la sélectivité des engins de pêche est une solution pour limiter l'impact de la pêche sur les juvéniles. Les chaluts sélectifs à crevettes grises ont été mis en place et se révèlent efficaces. Plus généralement, une augmentation des maillages des chaluts utilisés sur la zone côtière permet de réduire les captures de juvéniles. En effet, on a pu voir que ces derniers ont tendance à capturer des soles de petite taille, correspondant notamment à des individus juvéniles des groupes 1 et 2.

Cette partie aura permis aussi d'examiner l'efficacité et la complexité des mesures réglementaires dans la bande côtière et de mettre en évidence certains conflits latents entre activités humaines et fonctionnalité halieutique (autorisation de pêche sur des nourriceries de soles et de toutes autres espèces). En plus des mesures techniques, il pourrait être envisagé de limiter l'accès à certaines zones ou certains engins sur certaines zones, en prenant en référence les aires de nourriceries et non pas des critères arbitraires comme les distances à la côte ou les jauges de navires. Des études sur les effets du chalutage et leurs conséquences sur la faune benthique et la chaîne trophique (Kaiser and De Groot, 1999 ; Hall, 1999 ; in Le Pape et al., 2000) ont montré que la restriction d'accès des chalutiers et des dragueurs permettrait d'améliorer la capacité d'accueil des nourriceries potentielles. De plus, certaines zones protégées et fermées à

toute activité de pêche ou à certaines seulement peuvent viser l'augmentation du recrutement (Pastoors et al., 2000). Toutefois, l'efficacité de ces fermetures peut être difficile à vérifier in situ, d'autres facteurs, halieutiques ou environnementaux, pouvant masquer leurs effets positifs (Marchal et al., 2002).

Cette approche écosystémique qui vise à protéger les habitats halieutiques essentiels peut, de plus, être appliquée à l'ensemble des autres activités anthropiques ayant un impact négatif sur le milieu. Comme le démontre ce rapport, les éléments scientifiques sont désormais suffisants pour délimiter de façon objective ces habitats et les secteurs à protéger pour assurer la pérennité des ressources marines et leur exploitation.

BIBLIOGRAPHIE

AMARA, R., (1995). La sole, *Solea solea* (L.), du Golfe de Gascogne : métamorphose, transfert des larves vers la côte et colonisation des nourriceries. Thèse de Doctorat. 3^{ème} cycle. Université de Paris VI. 225p.

AMARA, R., LAGARDERE, F., DESAUNAY, Y., MARCHAND, J., (2000). Metamorphosis and estuarine colonisation in the common sole, *Solea solea* (L.): implications for recruitment regulation. *Oceanologica Acta* **23**, 469-483.

ANONYMOUS, (2004). Report of the Working Group on the Assessment of Southern Shelf Demersal Stocks. ICES CM 2004/ ACFM 04. 470 pp.

ARBAULT, S., CAMUS, P., LE BEC, C., (1986). Estimation du stock de sole (*Solea vulgarisa* Quensel, 1806) dans le Golfe de Gascogne à partir de la production d'oeufs. *J. Appl. Ecol.* **4**, 145-156

BROMLEY, P.J., (2003). The use of market sampling to generate maturity ogives and to investigate growth, sexual dimorphism and reproductive strategy in central and south-western North Sea sole (*Solea solea* L.). *ICES Journal of Marine Science*, **60**: 52-65.

DENIEL, C. (1981). Les poissons plats (Téléostéens, Pleuronectiformes) en Baie de Douarnenez. Reproduction, croissance et migration des Bothidae, Scopthalmidae, Pleuronectidae et Soleidae. Thèse d'état, Université de Bretagne Occidentale : 476 p.

DESAUNAY, Y., PERODOU, J.B, and BEILLOIS, P., (1981). Etude des nurseries de poissons du littoral de la Loire-Atlantique. *Sci. Pêche, Bull. Inst. Pêches Maritimes.* **319** : 1-23.

DOREL, D., KOUTSIKOPOULOS, C., DESAUNAY, Y., and MARCHAND, J., (1991). Seasonal distribution of young sole (*Solea solea* L.) in the nursery ground of the bay of Vilaine (Northern Bay of Biscay). *Netherlands Journal of Sea Research*, **27** (3/4): 297-306.

FOUCHER, E., TETARD, A., and ABELLARD, O., (2000). Essai d'un chalut sélectif pour la pêche à la crevette grise en estuaire de Seine. Résultats et perspectives. Rapport IFREMER DRV/RH/RST 2000/001, 23p.

GUERALT, D., DOREL, D. and DESAUNAY, Y., (1996). Cartographie des nourriceries littorales de poissons du golfe de Gascogne. IFREMER/MAPA/DPMCM, Ministère de l'agriculture et de la pêche, Nantes.

GUILLOU, A., (1973). Croissance et reproduction de la sole dans le sud du golfe de Gascogne. *ICES C.M.*, **6** : **9**, 14 p.

JEGADEN, M., (2002). Analyse et comparaison des niveaux de contamination en Polychlorobiphényles et pesticides organochlorés dans les foies de juvéniles de soles provenant des nourriceries du Golfe de Gascogne, de la Baie de Seine et de la Somme. Rapport de stage de Maîtrise de Biochimie, Université de Rennes 1 - IFREMER, 39 p.

KOUTSIKOPOULOS, C., (1991). Recrutement de la sole (*Solea solea*, L.) du golfe de Gascogne : influence de l'hydrologie et de l'hydrodynamisme. Thèse Université de Bretagne Occidentale, 215 pp.

KOUTSIKOPOULOS, C., LACROIX, N., (1992). Distribution and abundance of sole (*Solea solea*, L.) eggs and larvae in the Bay of Biscay between 1986 and 1989. *Neth. J. Sea Res.* **29**, 81-91.

KOUTSIKOPOULOS, C., DESAUNAY, Y., DOREL, D., and MARCHAND, J., (1989). The role of coastal areas in the life history of sole (*Solea solea* L.) in the Bay of Biscay. *Topics in Marine Biology*, Ros J.(ed), *Scient. Mar.* **53**: 567-575.

- KOUTSIKOPOULOS, C., DOREL, D., and DESAUNAY, Y., (1995). Movement of sole (*Solea solea*) in the Bay of Biscay: coastal environment and spawning migration. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **75**: 109-126.
- LE BEC, C. (1983). Fécondité de la sole *Solea solea* (Quensel, 1806) du golfe de Gascogne. *ICES C. M.*, **6** 53, 16p.
- LE DUFF, M. (1997). Cinétique de l'ovogenèse et stratégies de ponte chez les poissons téléostéens en milieu tempéré. Thèse d'état, Université de Bretagne Occidentale : 170 p.
- LE DUFF, M., (2004). Etude histologique de la période de ponte de la sole, *Solea solea* (Quensel, 1806), dans le golfe de Gascogne. IUEM, UMR 6539 LEMAR CNRS, 18 p.
- LE PAPE O., MORIN J., RIOU P., FOUCHER E., CARPENTIER A., COPPIN F. (2000). Les nourriceries côtières en Manche Est. Influence de l'estuaire de la Seine. *Manchette Manche Ouest, Journal du Comité Régional des pêches de Basse Normandie*. **28**: 49-51.
- LE PAPE, O., CHAUVET, F., MAHEVAS, S., LAZURE, P., GUERALT, D., and DESAUNAY, Y., 2003a. Quantitative description of habitat suitability for the juvenile common (*Solea solea*, L.) in the Bay of Biscay (France) and the contribution of different habitats to the adult population. *J. Sea Res.* **50**: 139-149.
- LE PAPE, O., CHAUVET, F., DESAUNAY, Y., GUERALT, D., 2003b. Relationship between interannual variations of the river plume and the extent of nursery grounds for the common sole (*Solea solea*, L.) in Vilaine Bay. Effects on recruitment variability. *J. Sea Res.* **50**, doi: 10.1016/SI385-1101(03)00061-3, 177-185.
- LLEONART, J., and FRANQUESA, R., (1999). Consecuencias de la veda biológica en Tarragona (España). Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultural, Ramaderia i pesca. Direcció General de Pesca i Afers Maritims. 258pp.
- MARCHAL P., ULRICH C. and PASTOORS M., 2002. Area-based management and fishing efficiency. *Aquat. Living Resour.* **15**: 73-85.
- MARCHAND, J., (1991). The influence of environmental conditions on the settlement, distribution and growth of 0-group sole (*Solea solea* L.) in a macrotidal estuary (Vilaine, France). *Neth. J. Sea. Res.* **27**: 307-316.
- MARCHAND, J., 1993. The influence of seasonal salinity and turbidity maximum variations on the nursery function of the Loire estuary (France). *Neth. J. Aquat. Ecol.* **27**, 427-436.
- MARCHAND, J., MASSON, G., 1989. Process of estuarine colonisation by 0-group sole (*Solea solea*): hydrological conditions, behaviour and feeding activity in the Vilaine estuary. *ICES Symposium on the Early Life History of Fish, Bergen, Norway, 3-5 October 1988*, vol. **191**, pp. 287-295.
- MERCERON, M. 1987. Mortalités de poissons en baie de Vilaine (juillet 1982). Causes, mécanismes, propositions d'action. Rapport Ifremer / DERO 87-14-EL, 100 p.
- NAZAROV, N.A. (1978a). A morphohistological description of the ovaries of the horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the Celtic sea. *Journal of Ichthyology*, 417-423.
- OFFICER C.B. et al., 1984. Chesapeake bay anoxia : origin, development and significance. *Science*, vol. 223.
- PASTOORS M.A., RIJNSDORP A.D. and Van BEEK F.A., 2000. Effects of a partially closed area in the North Sea ("plaice box") on stock development of plaice. *ICES J. Mar. Sci.*, **57**: 1014-1022.

- RAMZI, A., ARINO, O., KOUTSIKOPOULOS, C., BOUSSOUAR, A., LAZURE, P., 2001. Modelling and numerical simulations of larval migration of the sole (*Solea solea* (L.)) of the Bay of Biscay. Part 1: modelling. *Oceanol. Acta* 24, 101-112.
- RIJNSDORP, A.D., PIET, G.J., and POOS, J.J., (2001). Effort allocation of the Dutch beam trawl fleet in response to a temporarily closed area in the North Sea. ICES, CM 2001/N:01, 17pp.
- RIJNSDORP, A.D., VAN BEEK, F.A., FLATMAN, S., MILLNER, R.M., RILEY, J.D., GIRET, M., DE CLERCK, R., (1992). Recruitment of sole, *Solea solea* (L.), stocks in the Northeast Atlantic. *Neth. J. Sea Res.* 29, 173-192.
- ROGERS, S.I., (1989). The ecology of juvenile Dover sole (*Solea solea*, L.): Review of the literature. *Prog. Underw. Sci.* 14 : 53-66.
- SCHAAN O., MARCHAND J., (1995). Etat 1994 du rôle de nourricerie de l'estuaire de la Loire, de Mindin à Cordemais. Rapport APEEL - Université de Nantes, 66 p. + annexes.
- TROUILLET, B., (à paraître en 2005). Réglementation de l'exercice de la pêche et dynamiques d'occupation de la « mer côtière ». Etats des lieux entre la presqu'île de Quiberon et l'île d'Yeu, in GUILLAUME J. (coord.), Pour une exploitation durable des ressources vivantes de la mer et du littoral, Rennes, PUR, Actes du colloque international, UMR 6554 CNRS - LETG, Nantes, janvier 2004, 12 p.
- VACHEROT J.-P., DUPOUY H., MEILLAT M., (1998). Comment épargner les juvéniles de soles et de gadidés dans la pêche de crevette grise. Ifremer, rapport interne DITI/GO/TP 98-27, 12 p.
- WITTHAMES, P.R., and GREER WALKER, M., (1995). Determinacy of fecundity and oocyte atresia in sole (*Solea solea*) from the channel, the North Sea and the Irish Sea. *Aquat. Living Resour.*, 8 : 91-109.