

PRE

SIONS

ET

GOLFE DE GASCOGNE

IM

PACTS

PRESSIONS ET IMPACTS

GOLFE DE GASCOGNE

JUIN 2012

PRESSIONS BIOLOGIQUES ET IMPACTS ASSOCIÉS Éléments de synthèse

Impacts cumulatifs et synergiques : l'exemple de la sole
dans le golfe de Gascogne

Caroline Kostecki
et Olivier Le Pape
(Agrocampus, Rennes).

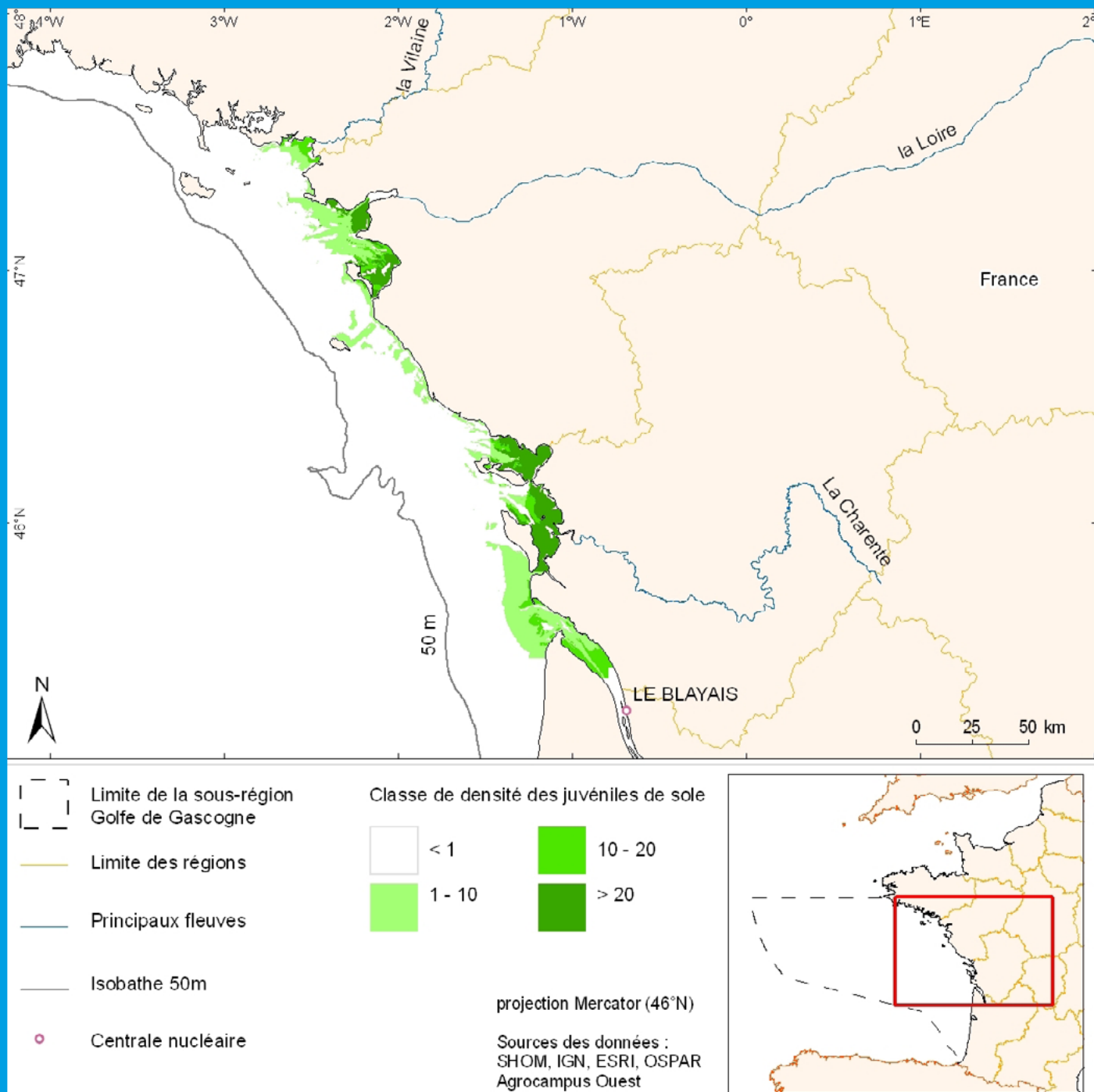
Avec la collaboration d'Anik Brind'Amour (Ifremer, Nantes).



La sole commune, *Solea solea* (L., 1758), est une espèce benthique dont la répartition s'étend des côtes ouest-africaines à la mer Baltique, sur des fonds meubles (vase et sable) de bathymétrie comprise entre 0 et 150 m.

Le cycle de vie de la sole comporte une phase larvaire pélagique, suivie d'une phase juvénile benthique se déroulant dans les nourriceries côtières et estuariennes (figure 1). À maturité, les jeunes soles âgées de 2 à 3 ans se déplacent vers le plateau continental et participent annuellement à la reproduction [1]. La sole se nourrit presque exclusivement d'invertébrés benthiques [2] [3].

D'une valeur commerciale élevée, elle fait l'objet d'une exploitation halieutique conséquente [4] (voir la contribution thématique « Extraction sélective d'espèces »). Cette espèce est en effet une composante importante des peuplements ichtyologiques et son intérêt économique est majeur. De plus, elle a fait l'objet de nombreuses études, notamment au sein de la sous-région marine. Il s'agit donc d'un modèle approprié à l'analyse des impacts cumulatifs des pressions anthropiques sur les ressources halieutiques.



En se référant au tableau 2 de l'annexe III de la DCSMM listant les pressions anthropiques sur le milieu marin, ce rapport présente une synthèse des connaissances sur les impacts de ces pressions – altération physique du milieu, eutrophisation, pollution chimique, espèces invasives, pêche, etc. – sur le cycle de vie des soles – croissance, survie, reproduction – dans le golfe de Gascogne.

1. PRESSIONS ANTHROPIQUES ET IMPACTS SUR LA SOLE

1.1. PERTE PHYSIQUE

La longueur, et par conséquent la surface de l'estuaire de la Vilaine (figure 1) ont largement diminué depuis la construction du barrage d'Arzal en 1970, à 8 km de son embouchure : l'estuaire est ainsi passé de 50 km à 10 km [6]. Le barrage provoque également un phénomène d'envasement qui entraîne le comblement rapide de l'estuaire.

De même, la zone intertidale de l'estuaire de la Loire (figure 1) a perdu 64 % de sa surface depuis 1820 [7]. D'autres secteurs de la nurricerie du golfe de Gascogne, et notamment les estuaires de la Gironde et de la Charente, ont aussi subi des réductions de surface. Ces pertes d'habitats favorables à la colonisation des juvéniles de sole entraînent une diminution de leur capacité de nurricerie, comme estimé en estuaire de Seine [8], et ont certainement des conséquences sur la population de soles au sein de cette sous-région marine.

1.2. DOMMAGES PHYSIQUES : EXTRACTION SÉLECTIVE DE RESSOURCES NON BIOLOGIQUES

L'extraction de sédiments marins dans les secteurs de dragage, ainsi que le colmatage et l'envasement (souvent dû au clapage de sédiments portuaires) peuvent directement impacter les ressources halieutiques et peuvent également perturber les relations trophiques en modifiant la composition spécifique de leurs proies (invertébrés) et/ou de leurs prédateurs (poissons).

Il existe quatre sites d'extraction de sables et graviers siliceux, un site d'extraction de maërl et un site d'extraction de sables coquillers dans la sous-région marine golfe de Gascogne, produisant plus de cinq millions de tonnes de granulats extraits chaque année sur la façade [9]. Les sites de production de matériaux siliceux sont situés sur des zones peu profondes, inférieures à 30 m. Tous les sites d'exploitations situés sur la façade Loire-Gironde sont proches des habitats essentiels pour la sole, nurriceries ou frayères, et représentent donc une menace pour cette population.

L'impact négatif des extractions sur l'abondance et la biomasse des espèces halieutiques est nettement moins important que celui observé pour les invertébrés benthiques, même si une diminution globale de la richesse spécifique et de l'abondance de la plupart des espèces a été observée [10] [11]. L'extraction de sédiments marins n'a pas d'incidence sur le régime alimentaire des soles, capables de s'adapter aux modifications de disponibilité des proies. Cependant, la mortalité directe peut être localement importante lors d'extractions dans des zones de concentrations, comme les zones de nurricerie mais aussi sur les frayères, en périodes de ponte.

1.3. INTERFÉRENCES AVEC DES PROCESSUS HYDROLOGIQUES : CENTRALES ÉLECTRIQUES

Il n'existe pas de centrale électrique littorale sur la façade golfe de Gascogne. La centrale du Blayais (figure 1) est localisée dans l'estuaire de la Gironde, en amont d'une importante nurricerie de sole. Les pontes se faisant en mer, la présence d'œufs et larves en quantité significative au niveau de la centrale de Blayais susceptibles d'être entraînés dans les circuits paraît peu probable¹.

Des juvéniles provenant de la nurricerie sont arrêtés par les tambours filtrants, ceux-ci sont en grande partie récupérés et renvoyés dans l'estuaire par le système de récupération des filtres. De ce fait, l'impact sur la sole de l'aspiration dans les prises d'eau peut être considéré comme quasi-nul [12] [13].

¹ Les pontes se font en mer et, compte tenu de la faible salinité au droit du Blayais, il est peu probable qu'il y ait des remontées des stades planctoniques de sole (larves ou œufs) en quantité significative du fait des marées.

1.4. CONTAMINATION PAR DES SUBSTANCES DANGEREUSES : INTRODUCTION DE COMPOSÉS SYNTHÉTIQUES ET NON-SYNTHÉTIQUES

Les activités humaines (industrie, agriculture, rejets urbains) sont à l'origine du rejet en mer de plus de 100 000 composés chimiques dont beaucoup sont potentiellement toxiques. Les xénobiotiques (composés organiques, métalliques ou organométalliques) sont des substances dont beaucoup possèdent des propriétés toxiques, même à de très faibles concentrations. Le site le plus contaminé de la sous-région marine est l'estuaire de la Gironde [14].

Les conséquences néfastes des xénobiotiques sur les êtres vivants peuvent aller de la modification du génome jusqu'à une limitation de la croissance, une altération de la fécondité ou encore une augmentation de la mortalité [15]. La concentration particulièrement forte en Éléments Traces Métalliques en Gironde y correspond notamment à des performances de croissance limitées [16]. Une forte biodisponibilité des ETM accompagnée d'une hypoxie peut réduire la croissance, la condition et la diversité génétique de soles [17]. Les xénobiotiques peuvent avoir un impact à l'échelle des populations en diminuant le nombre d'individus qui les composent. Dans les nourriceries contaminées, les sédiments sont de moins bonne qualité, ce qui se répercute sur le stockage des réserves énergétiques, la croissance et la densité des juvéniles de sole [16].

1.5. PERTURBATIONS BIOLOGIQUES

1.5.1. Extraction sélective d'espèces : la pêche professionnelle ciblée sur la sole

De par les prélèvements de biomasse d'espèces cibles ou accessoires et le passage d'engins traînants sur le fond, l'exploitation halieutique a des conséquences sur les ressources vivantes marines, et plus particulièrement sur les espèces comme la sole dont l'intérêt commercial est important.

À noter que dans le cadre de la pêche professionnelle, les données de pressions sont indiquées à une échelle supérieure à celle de la sous-région marine (données de débarquements totaux de soles dans les divisions CIEM VIIIab), et non pas exclusivement dans les eaux sous juridiction française contrairement aux autres pressions relatées dans cette étude.

1.5.1.1. Impacts directs

La contribution thématique « Extraction sélective d'espèces » synthétise les résultats de l'état des stocks, notamment pour le stock de sole du golfe de Gascogne.

Les débarquements de sole commune du golfe de Gascogne (division CIEM VIII ab) sont évalués à 3 600 t en 2009 [4]. Au niveau international, la France est le plus gros contributeur avec près de 90 % des captures [4]. La biomasse des géniteurs est en augmentation depuis 2004 et se situe actuellement à la limite du seuil de biomasse de précaution² [4]. Après une forte baisse de la pression de pêche en 2002 et 2003 et un plan pluriannuel de restauration mis en place au niveau européen dans le cadre de la Politique Commune des Pêches (PCP), la mortalité par pêche est désormais inférieure au seuil limite de précaution³. Les recommandations du CIEM (Conseil International pour l'Exploration de la Mer) sont de réduire cette mortalité afin de permettre une exploitation maximale durable [4].

1.5.1.2. Impacts indirects

Croissance et reproduction

La pression de sélection exercée par la pêche, qui prélève les individus au-delà d'une taille minimale de capture, a une incidence sur la croissance ainsi que sur la taille et l'âge à maturité des espèces exploitées. Sur le stock de sole de mer du Nord, la taille moyenne des femelles âgées de trois ans est passée de 28,6 cm pour un poids de

² Biomasse en-dessous de laquelle le risque de non-renouvellement du stock est fort.

³ Mortalité au-dessus de laquelle le risque de faire diminuer la biomasse de reproduction en-dessous de la biomasse de précaution est fort.

251 g en 1960 à 24,6 cm et un poids de 128 g en 2002 [18]. En Manche-mer du Nord, les soles d'une même classe d'âge sont de plus en plus petites et sont matures plus tôt, car davantage d'énergie est allouée à la reproduction, au détriment de la croissance [19]. Bien qu'aucune étude de ce type n'ait été menée pour la population du golfe de Gascogne, la pression de pêche y a très probablement des effets sélectifs similaires.

Modification du réseau trophique

Le passage des chaluts engendre des changements de communautés benthiques en faveur d'espèces opportunistes de petite taille [20]. Leur abondance est bénéfique pour les espèces comme la sole, en forte interaction avec le fond et se nourrissant de ces invertébrés. La production de ces proies est maximale dans les fonds chalutés une à deux fois par an [20] [21], ce qui permet de conclure à l'absence d'impacts négatifs du chalutage sur les disponibilités alimentaires des soles.

1.5.2. Introduction d'espèces non-indigènes

La qualité de l'habitat favorable aux poissons plats dépend de divers facteurs biotiques et abiotiques, dont la nature du sédiment. En effet, un substrat meuble est plus favorable à l'enfouissement des poissons plats, juvéniles ou adultes, et offre notamment une meilleure protection contre les prédateurs [22].

La crépidule, *Crepidula fornicata*, mollusque gastéropode invasif, a été introduite accidentellement sur la façade atlantique à la fin des années 1960. Depuis, les conditions favorables à son développement et l'absence de prédateurs; ont permis son expansion. L'amoncellement de coquilles modifie la nature du substrat, le rendant inadapté au développement de certaines communautés benthiques. Dans les nourriceries du golfe de Gascogne, les densités de juvéniles de sole sont négativement influencées par la présence des crépidules [23]. Cette pression s'exerce sur tout le littoral, puisque les crépidules sont largement établies dans la sous-région marine, dans la baie de Quiberon, le golfe du Morbihan, les baies de Bourgneuf et de Marennes-Oléron et le bassin d'Arcachon [24].

1.6. ENRICHISSEMENT PAR DES NUTRIMENTS ET DES MATIÈRES ORGANIQUES

1.6.1. Proliférations algales

De récentes études ont montré que les juvéniles de poissons plats (flet et plie) sont moins abondants dans les zones avec macroalgues [25] [26]. Même si aucune étude n'a été réalisée sur l'impact des macroalgues sur les juvéniles de sole, il est raisonnable de penser que la qualité d'habitats favorables pour ces juvéniles pourrait être altérée par leur accumulation. Les proliférations massives de macroalgues vertes sont récurrentes sur de nombreux sites de cette sous-région : développement d'*Ulva* spp. dans la baie de Concarneau et dans le bassin d'Arcachon [27], de *Monostroma obscurum* dans le bassin d'Arcachon et d'*Enteromorpha* sp. sur toute la façade atlantique [28]. Ces sites sont des secteurs potentiels de nourricerie de sole et peuvent donc être menacés par ces proliférations.

1.6.2. ANOXIE

En juillet 1982, la baie de Vilaine a subi une forte mortalité de poissons et d'invertébrés benthiques, conséquence directe d'un déficit en oxygène des eaux de fond. Les anoxies ont entraîné un retard de croissance chez les juvéniles de sole présents sur la nourricerie de la baie [29]. Cet épisode ne s'est pas reproduit mais des phénomènes d'hypoxie estivale sont régulièrement observés [27]. Bien que la construction du barrage d'Arzal ne soit pas la seule cause de ces conditions hypoxiques, elle y a contribué, en lien avec l'enrichissement en sels nutritifs [6]. Durant l'été, l'estuaire de la Loire subit régulièrement des crises d'anoxie au niveau du bouchon vaseux, provoquant ainsi des mortalités de poissons [30]. Le même phénomène est observé dans le bouchon vaseux de la Gironde, mais la taille de l'estuaire offre un espace de fuite important, limitant ainsi les mortalités piscicoles.

L'impact de l'augmentation de la température sur l'occurrence et l'abondance des poissons plats a été étudié dans le golfe de Gascogne [31]. La population de sole commune, située au centre de son aire de répartition, n'y est pas menacée par le réchauffement.

2. CONCLUSION

Les effets de la perte physique des habitats (aménagement des zones côtières, espèces envahissantes) et de la dégradation de la qualité des secteurs résiduels (eutrophisation, contamination chimique, invasions biologiques) se cumulent avec les effets de la pêche. Pour gérer durablement les populations de soles, il est donc indispensable de prendre en compte l'ensemble des pressions anthropiques pouvant agir sur les habitats essentiels au renouvellement de l'espèce, lors des différentes phases du cycle de vie des populations.

Plus particulièrement, les écosystèmes côtiers et estuariens jouent un rôle essentiel pour le renouvellement de la sole dont le cycle de vie impose, au stade juvénile, de séjourner dans des aires de nurseries situées dans ces secteurs. L'augmentation des activités humaines le long des cours d'eau, des estuaires et des zones côtières affecte donc quantitativement (destruction) et qualitativement (dégradation de la qualité) ces habitats et, par conséquent, le renouvellement des populations.

Du fait de la pêche, la biomasse féconde des populations est aujourd'hui fortement réduite par rapport à l'état vierge (hors exploitation) (d'après les estimations du CIEM (2010) [4]).

Les conditions d'exploitation sont à l'origine d'une pression sélective qui limite la croissance des individus et d'une mortalité encore trop forte pour une exploitation durable (cf. § 1.5.1.).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Le Pape O., 2005. Les habitats halieutiques essentiels en milieu côtier. Les identifier, comprendre leur fonctionnement et suivre leur qualité pour mieux gérer et pérenniser les ressources marines exploitées. L'exemple des nourriceries côtières de poissons plats. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université de Bretagne Occidentale : 78 pp.
- [2] Beyst B., Cattrijsse A. et Mees J., 1999. Feeding ecology of juvenile flatfishes of the surf zone of a sandy beach. *Journal of Fish Biology* 55, 1171-1186.
- [3] Amara R., Laffargue P., Dewarumez J.M., Maryniak C., Lagardère F. et Luczac C., 2001. Feeding ecology and growth of 0-group flatfish (sole, dab and plaice) on a nursery ground (southern Bight of the North Sea). *Journal of Fish Biology* 58, 788-803.
- [4] ICES, 2010. Report of the ICES Advisory Committee, 2010. ICES Advice 2010. Book 7, Bay of Biscay and Atlantic Iberian Waters. 134 pp.

- [5] Le Pape O., Chauvet F., Mahévas S., Lazure P., Guérault D., Désaunay Y., 2003. Quantitative description of habitat suitability for the juvenile common sole (*Solea solea*, L.) in the Bay of Biscay (France) and the contribution of different habitats to the adult population. *Journal of Sea Research* 50, 139-149.
- [6] Merceron M., 1985. Impact du barrage d'Arzal sur la qualité des eaux de l'estuaire et de la baie de la Vilaine. Rapport Ifremer, 31 pp.
- [7] Migniot C. et Le Hir P., 1994. Estuaire de la Loire, synthèse de l'APEEL, 1984-1994. Rapport pour le Comité Scientifique pour l'Environnement de l'Estuaire de la Loire, Nantes, France. Volume 1 Hydrosédimentaire.
- [8] Rochette S., Rivot E., Morin J., Mackinson S., Riou P. et Le Pape O., 2010. Effect of nursery habitat degradation on flatfish population : Application to *Solea solea* in the Eastern Channel (Western Europe). *Journal of Sea Research* 64, 34-44.
- [9] Kalaydjian R., 2006. Les données économiques maritimes françaises. Éditions Quae.
- [10] Desprez M., 2000. Physical and biological impact of marine aggregate extraction along the French coast of the Eastern English Channel : short and long-term post-dredging restoration. *ICES Journal of Marine Science* 57, 1428-1438.
- [11] Desprez, M., 2007. Impact halieutique des extractions de sédiments marins sur le site d'extraction de Dieppe. Fréquentation halieutique et relations trophiques entre poissons et macrofaune benthique.
- [12] Boigontier B., Mounie D., 1984. Contribution à la connaissance de la dynamique de la macrofaune benthodémersale et pélagique en Gironde. Tentatives et difficultés pour relativiser l'impact mécanique d'une centrale nucléaire : Le Blayais (Gironde). Thèse 3ème cycle INP – ENSAT. 22 juin 1984. 491 p. + annexes.
- [13] Boigontier B., 1986. Étude de l'efficacité des nouveaux dispositifs de récupération des macro-organismes à la centrale du Blayais (juin 1984 – Mai 1985). Note de synthèse CEMAGREF, division ALA, Bordeaux. 12 p. Février 1986.
- [14] Courrat A., Lobry J., Nicolas D., Laffargue P., Amara R., Lepage M., Girardin M. et Le Pape O., 2009. Anthropogenic disturbance on nursery function of estuarine areas for marine species. *Estuarine, Coastal et Shelf Science* 81. 179-190.
- [15] Loizeau V., 2010. Rapport final de projet SoleBEMol-pop projet VMC 2006-13. Rapport Ifremer. 29 pp.
- [16] Gilliers C., Le Pape O., Desaunay Y., Bergeron J.-P., Schreiber N., Guerault D. et Amara R., 2006. Growth and condition of juvenile sole (*Solea solea* L.) as indicators of habitat quality in coastal and estuarine nurseries in the Bay of Biscay with a focus on sites exposed to the Erika oil spill. *Scientia Marina* 70, 183-192.
- [17] Guinand B., Durieux E.D.H., Dupuy C., Cerqueira F., Bégout M.L., 2011. Phenotypic and genetic differentiation in young-of-the-year common sole (*Solea solea*) at differentially contaminated nursery grounds. *Marine Environmental Research* 71, 195-206.
- [18] Mollet F., Kraak S.B.M. et Rijnsdorp A., 2007. Fisheries induced evolutionary changes in maturation reaction norms in North Sea Sole *Solea solea*. *Marine Ecology Progress Series* 351, 189-199.
- [19] Ernande B., Cuvelier E., Diopere E., Mollet F., Rijnsdorp A.D., Volckaert F.A.M. et Maes G. (in prep.) Assessing temporal quantitative genetic differentiation within wild populations : Qt, a temporal equivalent of Qst.
- [20] Vergnon R. et Blanchard F., 2006. Evaluation of trawling disturbance on macrobenthic invertebrate communities in the Bay of Biscay, France : Abundance Biomass Comparison (ABC method). *Aquatic Living Resources* 19, 219-228.
- [21] Hiddink J.G., Rijnsdorp A.D. et Piet G., 2008. Can bottom trawling disturbance increase food production for a commercial fish species ? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65, 1393-1401.
- [22] Gibson R.N., 1994. Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. *Netherlands Journal of Sea Research* 32 (2), 191-206.
- [23] Le Pape O., Guérault D., Désaunay Y., 2004. Effect of an invasive mollusc, American slipper limpet *Crepidula fornicata*, on habitat suitability for juvenile common sole *Solea solea* in the Bay of Biscay. *Marine Ecology Progress Series* 277, 107-115.
- [24] Blanchard M., 1995. Origine et état de la prolifération de *Crepidula fornicata* (Gastropoda Prosobranchia) sur le littoral français. *Haliotis* 24, 75-86.
- [25] Wennhage H., Pihl L. et Stal J., 2007. Distribution and quality of plaice nursery grounds on the Swedish west coast. *Journal of Sea Research* 57 (2-3), 218-229.
- [26] Carl J.D., Sparrevojn C.R., Nicolajsen H. et Strottrup J.G., 2008. Substratum selection by juvenile flounder *Platichthys flesus* (L.) : effect of ephemeral filamentous macroalgae. *Journal of Fish Biology* 72, 2570-2578.
- [27] Ménesguen A., Aminot A., Belin C., Chapelle A., Guillaud J.F., Joanny M., Lefebvre A., Merceron M., Piriou J.Y., Souchu P., 2001. L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France. Rapport Ifremer pour la Commission Européenne. 59 pp.
- [28] Mauvais J.L. et Goamisson R. 1999. État de l'environnement sur la façade atlantique. Rapport Ifremer, 139 pp.
- [29] Koutsikopoulos C., Karakiri M., Désaunay Y., Dorel D., 1989. Response of juvenile sole (*Solea solea*) to environmental changes investigated by otolith microstructure analysis. *Rapp. P.V. Réun. CIEM* 191, 281-286.
- [30] Chaudon A., 2005. Les crises d'anoxie dans l'estuaire de la Loire : caractérisation et approche de leur incidence sur la transparence migratoire. Rapport GIP Loire Estuaire, 34 pp.
- [31] Hermant M., Lobry J., Bonhommeau S., Poulard J.C., Le Pape O., 2010. Impact of warming on abundance and occurrence of flatfish populations in the Bay of Biscay (France). *Journal of Sea Research* 64, 45-53.

ABRÉVIATIONS

CIEM : Conseil International pour l'Exploration de la Mer (= ICES : International Council for the Exploration of Sea)
PBDE : polybromodiphényléthers
PCB : polychlororbiphényles
PCP : Politique Commune des Pêches
RMD : Rendement Maximal Durable