

Analyse de l'effet des différentes pressions de nature anthropique sur les populations de soles

Dans les eaux sous juridiction française de la sous région marine Manche - Mer du Nord



Avec le soutien financier de

Ce rapport a été rédigé par le Pôle halieutique - AGROCAMPUS OUEST. Cette étude est financée par l'Agence des aires marines protégées dans le cadre de la mise en place de la Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM).

La citation de ce document se fait comme suit :

KOSTECKI Caroline, LE PAPE Olivier. 2011. *Analyse de l'effet de différentes pressions de nature anthropique sur les populations de soles dans les eaux sous juridiction française de la sous région marine Manche - Mer du Nord*. Rapport scientifique. Les publications du Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST n°5, 9 p.

Contact :

Olivier LE PAPE
Pôle Halieutique AGROCAMPUS OUEST
65 rue de Saint Briec - CS 84215
35042 Rennes Cedex
Tel : 02 23 48 55 31
Olivier.Le_Pape@agrocampus-ouest.fr

© AGROCAMPUS OUEST 2011
© Photos AGROCAMPUS OUEST

Analyse de l'effet de différentes pressions de nature anthropique sur les populations de soles

Dans les eaux sous juridiction française de la sous région marine Manche - Mer du Nord

2011

Table des matières

1. INTRODUCTION	1
2. PRESSIONS ANTHROPIQUES ET IMPACTS SUR LA SOLE.....	2
2.1. PERTE PHYSIQUE	2
2.2. DOMMAGE PHYSIQUE : EXTRACTION SELECTIVE DE RESSOURCES NON BIOLOGIQUES.....	2
2.3. INTERFERENCE AVEC DES PROCESSUS HYDROLOGIQUES : CENTRALES ELECTRIQUES	2
2.4. CONTAMINATION PAR DES SUBSTANCES DANGEREUSES : INTRODUCTION DE COMPOSES SYNTHETIQUES ET NON SYNTHETIQUES	3
2.5. PERTURBATIONS BIOLOGIQUES	3
2.5.1. EXTRACTION SELECTIVE D'ESPECES : LA PECHE PROFESSIONNELLE CIBLEE SUR LA SOLE	3
2.5.2. INTRODUCTION D'ESPECES NON INDIGENES	4
2.6. ENRICHISSEMENT PAR DES NUTRIMENTS ET DES MATIERES ORGANIQUES	4
2.6.1. PROLIFERATIONS ALGALES	4
2.6.2. ANOXIE	5
2.7. CHANGEMENTS GLOBAUX	5
3. CONCLUSION	6
4. BIBLIOGRAPHIE	7

1. INTRODUCTION

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. Dans les eaux sous juridiction française de la sous-région marine Manche - Mer du Nord, on distingue deux populations principales de sole, en Manche Ouest et en Manche Est, même si cette zone recouvre aussi une petite fraction sud de la population de Mer du Nord. Bien que variable selon les populations, le cycle de vie de la sole comporte partout une phase larvaire pélagique, suivie d'une phase juvénile benthique se déroulant au sein des nourriceries côtières et estuariennes (Figure 1). A maturité, les jeunes soles âgées de 2 à 3 ans se déplacent vers des secteurs plus profonds et participent annuellement à la reproduction (Le Pape, 2005). La sole se nourrit presque exclusivement d'invertébrés benthiques (Beyst *et al.*, 1999 ; Amara *et al.*, 2001). D'une valeur commerciale élevée, elle fait l'objet d'une exploitation halieutique conséquente (ICES, 2010a, b).

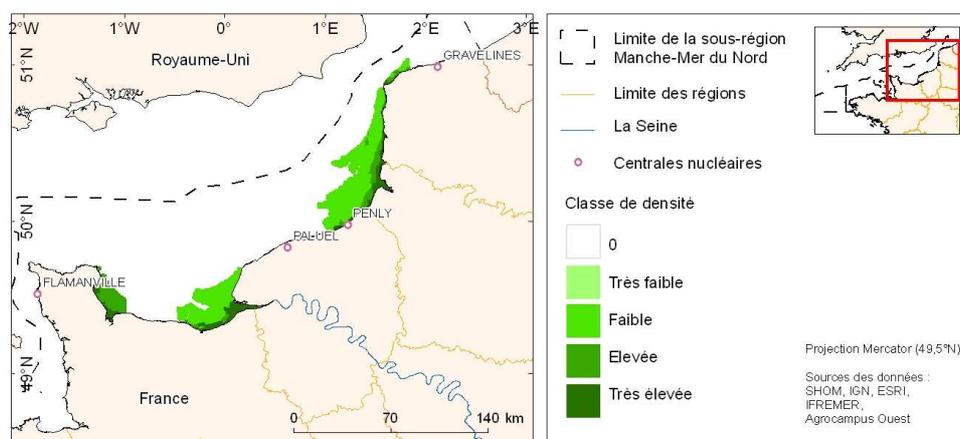


Figure 1 : Distribution des indices d'abondance des juvéniles nés dans l'année en Manche Est le long des côtes françaises (d'après Rochette *et al.* 2010)

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, ...) sur le cycle de vie des soles (croissance, survie, reproduction) en Manche ainsi que sur les côtes françaises du sud de la Mer du Nord.

2. PRESSIONS ANTHROPIQUES ET IMPACTS SUR LA SOLE

2.1. Perte physique

L'estuaire de la Seine, importante nourricerie pour les juvéniles (Figure 1), a subi au cours des deux derniers siècles des aménagements importants, principalement liés à la chenalisation et au développement de polders sur ses rives. La surface des secteurs de faible bathymétrie et de substrat meuble est passée de 130 km² en 1834 à 31 km² en 1978 (Le Pape *et al.*, 2007). Cette perte d'habitats favorables à la colonisation des juvéniles dans cet estuaire (33 % des vasières de l'aval de l'estuaire) a conduit à une perte de sa capacité de nourricerie de 42 % (Rochette *et al.*, 2010). D'autres zones côtières ont subi des réductions de surfaces naturelles (estuaire de la Rance, secteurs portuaires de Boulogne, Calais, Gravelines, etc.) mais l'estuaire de la Seine, de part sa taille et son importante fonction de nourricerie, est celui dont la perte d'habitat a le plus de conséquences sur les populations de sole au sein de la sous-région.

2.2. Dommage physique : extraction sélective de ressources non biologiques

L'extraction de sédiments marins peut directement impacter les ressources halieutiques dans le secteur de dragage mais elle peut également perturber les relations trophiques en modifiant la composition spécifique de leurs proies (invertébrés) et/ou de leurs prédateurs (poissons).

L'impact des extractions sur les ressources halieutiques a été suivi et évalué sur deux sites en Manche Orientale : au large de Dieppe (graviers et sable grossier) et en baie de Seine (sable). L'impact négatif des dragages 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 (Desprez, 2000 et 2007 ; ICES WGEXT, 2010c).

La sole commune est capable d'adapter son régime alimentaire en fonction des disponibilités trophiques et n'apparaît pas impactée négativement par les changements des communautés benthiques liés aux dragages. Les projets d'extraction de sédiments marins (Charlemagne, St-Nicolas ou Côte d'Albâtre) sur les habitats des adultes ne semblent donc pas représenter une menace pour la sole. Toutefois, la mortalité directe peut être localement importante lors d'extractions dans des zones de concentrations, comme les zones de nourricerie (e.g. large de Ouistreham) mais aussi les frayères, en période de ponte.

2.3. Interférence avec des processus hydrologiques : centrales électriques

Le refroidissement des centrales nucléaires littorales par l'eau de mer en circuit ouvert a une incidence sur le milieu et sur les ressources vivantes. La menace provient des filtres qui capturent de nombreux poissons ainsi que du transit dans les eaux de rejet chaudes et chlorées.

Ces pressions ont été suivies sur les soles, juvéniles et adultes, dans la centrale de Gravelines (Figure 1) et il s'avère que l'impact exercé par les filtres y est quasiment nul (Victor-Baptiste et Blanpied-Wohrer, 1981). En revanche, le transit dans les eaux de rejet a une influence sur la mortalité des œufs non embryonnés et se manifeste par un effet létal immédiat (augmentation de la mortalité de 56 % à 75 % par rapport au témoin). Dans l'effluent chaud, l'incidence du panache thermique de la centrale se traduit de plus par une mortalité des œufs avant gastrulation dépassant de 20 % à 50 % celle du témoin (Woerhling, 1982). Cette étude n'a cependant pas permis de conclure sur les effets des processus de refroidissement sur les stades larvaires de sole.

En ce qui concerne les autres sites, la centrale de Penly est localisée dans une importante zone de nourricerie de sole mais son impact sur les larves et les juvéniles apparaît négligeable (Halgand *et al.*, 2005). Les autres centrales nucléaires présentes en Manche (Flamanville et Paluel) sont situées dans des zones rocheuses, non favorables au développement des soles, et n'ont donc pas d'incidence notable (Drévès *et al.*, 2007 ; Monbet *et al.*, 2010).

2.4. 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 (composé organiques, métalliques ou organométalliques) sont des substances possédant des propriétés toxiques, même à de très faibles concentrations. Les PCB (polychlorobiphényles) et PBDE (polybromodiphényléthers) sont des contaminants organiques persistants d'origine industrielle qui ont tendance à s'accumuler dans les zones côtières et estuariennes (Abarnou *et al.*, 2000). Les sites les plus contaminés de la sous région sont l'estuaire de la Seine, avec notamment un niveau de contamination en PCB dix fois supérieur à celui observé dans les autres estuaires européens (Gilliers *et al.*, 2006a), ainsi que les zones à proximité des installations portuaires (*e.g.* Dunkerque et Calais ; Amara *et al.*, 2007).

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. Les PCB ont, par exemple, un impact sur la survie des juvéniles car ils affectent leurs capacités d'exploration et de protection vis-à-vis des prédateurs (Loizeau comm. pers., Projet SoleBEMol, 2010). Une exposition par voie trophique entraîne également une altération de la fonction immunitaire, du comportement et de la reproduction (Péan et Bégout, comm. pers.). Les résultats récents concernant la baisse de la fécondité chez les femelles exposées restent à confirmer (Loizeau comm. pers. ; Projet SoleBEMol, 2010). Les xénobiotiques peuvent avoir un impact à l'échelle des populations en diminuant le nombre d'individus qui les composent. Ainsi, dans les nourriceries contaminées, les sédiments sont de moins bonne qualité ce qui a un impact sur le stockage des réserves énergétiques et la croissance mais aussi sur la densité des juvéniles de sole (Gilliers *et al.*, 2006b ; Amara *et al.*, 2007).

2.5. Perturbations biologiques

2.5.1. 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 trainants sur le fonds, 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.

- **Impacts directs**

En Manche, deux stocks de sole sont soumis à quota, en Manche Est et en Manche Ouest, une très faible partie du stock de Mer du Nord se situant à l'extrême nord de la zone d'étude.

Manche Est

Les débarquements de sole commune de Manche Est (division ICES VIIId) ont été évalués à 4 969 t en 2009. Au niveau international, la France est le plus gros contributeur avec plus de 50% des captures. La biomasse des géniteurs fluctue autour de la valeur de 10 000 t depuis 1982 et se situe au dessus du seuil de biomasse de précaution depuis 2002. Cependant, ce stock est considéré comme étant en dehors de ses limites biologiques de sécurité car la mortalité par pêche est supérieure au seuil de précaution depuis 2006. Les recommandations du CIEM sont donc de réduire cette mortalité par pêche afin de maintenir les engagements du rendement maximum durable (ICES, 2010a).

Manche Ouest

Les débarquements de sole commune de Manche Ouest (division ICES VIIe) sont largement inférieurs à ceux de la Manche Est et avoisinent 626 t en 2009. Au niveau international, la France contribue à 30 - 35 % des captures. La mortalité par pêche a chuté en 2009 et le taux d'exploitation est à un niveau permettant une production maximale durable. Cependant, la biomasse de géniteurs est en baisse depuis 1970 et se situe sous le seuil de biomasse de précaution depuis 2006. Ce stock est donc considéré comme étant en dehors de ses limites biologiques de sécurité (ICES, 2010b).

- **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 la taille et l'âge à maturité des espèces exploitées. Cette observation a été faite sur le stock de sole de Mer du Nord, où la taille moyenne des femelles âgées de trois ans est passée de 28.6 cm pour un poids de 251 g en 1960 à 24.6 cm et un poids de 128 g en 2002 (Mollet *et al.*, 2007). 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 (Ernande *et al.*, in prep).

Modification du réseau trophique

Le passage des chaluts engendre des changements de communautés benthiques en faveur d'espèces opportunistes de petite taille (Vergnon et Blanchard, 2006). Leur abondance est bénéfique pour les espèces comme la sole se nourrissant de ces invertébrés. La production de ces proies est maximale dans les fonds chalutés une à deux fois par an (Vergnon et Blanchard, 2006 ; Hiddink *et al.*, 2008), ce qui suggère l'absence d'impacts négatifs du chalutage sur les disponibilités alimentaires des soles.

2.5.2. 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 (Gibson, 1994).

La crépidule, *Crepidula fornicata*, mollusque gastéropode invasif, a été introduite accidentellement dans la baie du Mont-Saint-Michel à la fin des années 1970. Depuis, les conditions favorables à son développement ainsi que 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. Les poissons plats, dont la sole, ne colonisent pas ces zones et sont restreints aux surfaces résiduelles (Kostecki *et al.*, 2011).

La disponibilité des habitats favorables pour les juvéniles de sole est réduite par l'invasion des crépidules. Ce phénomène concerne le littoral à l'échelle régionale puisque les crépidules sont largement établies dans la sous région, non seulement en baie du Mont-Saint-Michel mais aussi en baie de Seine, de Saint Brieuc ainsi qu'en rade de Brest (Blanchard, 1995).

2.6. Enrichissement par des nutriments et des matières organiques

2.6.1. Proliférations algales

- **Macroalgues**

Une étude expérimentale menée sur les juvéniles de poissons plats (flet *Platichthys flesus* et turbot *Scophthalmus maximus*) a montré qu'en présence d'algues dérivantes, leur efficacité de prédation était réduite de 80 ± 12 % (Nordström et Booth, 2007). Les effets structurant ainsi que les modifications hydrochimiques (teneur en oxygène notamment) associés aux algues réduisent l'efficacité de recherche des proies. Une seconde étude expérimentale menée sur les juvéniles de flet indique que 79 % des juvéniles préfèrent les substrats nus aux substrats avec algues filamenteuses, e.g. *Enteromorpha* spp. (Carl *et al.*, 2008). Les études menées *in situ* sur la plie (*Pleuronectes platessa*) montrent que les juvéniles sont moins abondants dans les zones avec macroalgues tandis que les adultes ne montrent pas de préférence (Wennhage *et al.*, 2007).

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 les juvéniles de sole est altérée par leur accumulation. Les proliférations massives de macroalgues vertes sont récurrentes sur une

succession de baies en Bretagne, et notamment Saint Briec, Lannion et Douarnenez au sein de la sous-région (Aminot *et al.*, 2001 ; Zdanevitch *et al.*, 2010), c'est à dire sur de nombreux secteurs potentiels de nourricerie de sole.

- **Phaeocystis**

Les blooms phytoplanctoniques de *Phaeocystis* sp. se produisent au printemps et lors du passage de la forme libre unicellulaire à la forme coloniale un importante mucilage est généré, ce qui modifie la viscosité de l'eau. Ces blooms récurrents en Manche Orientale sont suivis mais jusqu'à présent, aucun impact sur les soles n'a été rapporté (Lefebvre et Delpech, 2004 ; Selleslagh et Amara, 2008).

2.6.2. Anoxie

Des déficits en oxygène dissous sont souvent observés dans l'estuaire de la Seine, mais ils n'entraînent qu'une légère hypoxie des eaux de fond (Aminot *et al.*, 2001). A l'échelle de la sous-région, la sole ne semble pas notablement touchée par des épisodes d'hypoxie.

2.7. Changements globaux

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 (Hermant *et al.*, 2010). La population de sole commune, située loin des limites de son aire de répartition, n'y est pas menacée par le réchauffement.

3. 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 et contamination chimique) se cumulent avec les effets de la pêche. Pour gérer durablement les populations de sole, il est 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. Par exemple, la destruction des habitats dans l'estuaire de la Seine a entraîné une diminution de la capacité de nurserie de cet estuaire pour les juvéniles de sole de plus de 40 %. A l'échelle de la population exploitée en Manche Est, l'impact de cette destruction des vasières de l'aval de l'estuaire et de la dégradation de la qualité des habitats résiduels de nurserie a conduit à une réduction de l'abondance de sole, et de fait des captures potentielles, de l'ordre de 15 à 32 % (Rochette *et al*, 2010). Parallèlement, la biomasse féconde des populations est aujourd'hui réduite d'environ 80% par rapport à l'état vierge du fait de la pêche (Rochette, 2011) et les conditions d'exploitation sont à l'origine d'une pression sélective qui limite la croissance des individus, d'un niveau de biomasse trop faible (Manche Ouest) ou d'une mortalité trop forte (Manche Est) pour une exploitation durable (cf. 2.5.1.).

Maintenir les populations de sole en bon état nécessite donc conjointement :

- ✓ de gérer durablement l'exploitation halieutique, comme la France s'y est engagée dans le cadre de l'approche écosystémique des pêches (Sommet Mondial sur le Développement Durable Johannesburg, 2002 : gestion à un niveau de Rendement Maximal Durable (RMD) en 2015) et comme préconisé par la DCSMM (biomasse égale ou supérieure au seuil correspondant au RMD en 2020).
- ✓ de maintenir voire de restaurer la capacité des habitats essentiels au renouvellement des populations. Il s'agit donc de protéger les frayères, en particulier durant la période hivernale de ponte, mais surtout les nurseries côtières et estuariennes (Figure 1) où se concentrent les juvéniles durant leurs premières années de vie et où les pressions anthropiques sont particulièrement fortes.

4. BIBLIOGRAPHIE

- Abarnou A., Burgeot, T., Chevreuil, M., Leboulenger, F., Loizeau, V., Madoulet-Jaouen, A., Minier, C. 2000. Les contaminants organiques. Quels risques pour le monde vivant ? Fascicule Seine Aval, 13 : 36 pp.
- Amara, R., Laffargue, P., Dewarumez, J.M., Maryniak, C., Lagardère, F. and 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.
- Amara, R., Meziane, T. Gilliers C., Hermel, G. and Laffargue, P. 2007 Growth and condition indices in juvenile sole *Solea solea* measured to assess the quality of essential fish habitat. *Marine Ecology Progress Series* 351, 201-208.
- Aminot, A., Belin, C., Chapelle, A., Guillaud, J.F., Joanny, M., Lefebvre, A., Ménesguen, A., Merceron, M., Piriou, J.Y. et Souchu, P. 2001. L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France. IFREMER DEL/EC/01.02. 59 pp.
- Blanchard, M. 1995. Origine et état de la prolifération de *Crepidula fornicata* (Gastropoda Prosobranchia) sur le littoral français. *Haliotis* 24, 75-86.
- Beyst, B., Cattrijse, A. and Mees, J. 1999. Feeding ecology of juvenile flatfishes of the surf zone of a sandy beach. *Journal of Fish Biology* 55, 1171-1186.
- Carl, J.D., Sparrevohn, C.R., Nicolajsen, H. and Strottrup, J.G. 2008. Substratum selection by juvenile flounder *Platichthys flesus* (L.): effect of ephemeral filamentous macroalgae. *Journal of Fish Biology* 72, 2570-2578.
- 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
- 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.
- Drévès, L., Abernot-Le Gac, C., Lampers, L., Martin, J., Brylinski, J.M., Nogues, L., Schlaich, I. et Vincent, D. 2007. Surveillance écologique et halieutique du site électronucléaire de Flamanville : année 2006. Rapport scientifique annuel. IFREMER DOP/LER 07-01. 190 pp.
- Ernande, B., Cuvelier, E., Diopere, E., Mollet, F., Rijnsdorp, A.D., Volckaert, F.A.M. and Maes, G. (in prep.) Assessing temporal quantitative genetic differentiation within wild populations : Qt, a temporal equivalent of Qst.
- 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.
- Gilliers, C. Le Pape, O., Désaunay, Y., Morin, J., Guérault, D. et Amara, R. 2006a. Are growth and density quantitative indicators of essential fish habitat quality? An application to the common sole *Solea solea* nursery grounds. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 69, 96-106.
- Gilliers, C., Le Pape, O., Desaunay, Y., Bergeron, J.-P., Schreiber, N., Guérault, D. and Amara, R. 2006b. 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.
- Halgand, D., Cochard, M.L., Huet, M., Lampert, L. et Dagault, F. 2005. Surveillance écologique et halieutique du site de électronucléaire de Penly : année 2004. Rapport scientifique annuel. IFREMER/CN/EMH-05.01. 187 pp.
- 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.

Hiddink, J.G., Rijnsdorp, A.D. and 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.

ICES, 2010a. Report of the ICES Advisory Committee, 2010. ICES Advice 2010. Book 6, North Sea. 309 pp.

ICES, 2010b. Report of the ICES Advisory Committee, 2010. ICES Advice 2010. Book 5, Celtic Sea and West of Scotland. 294 pp.

ICES. 2010c. Report of the Working Group on the Effects of Extraction of Marine Sediments on the Marine Ecosystem (WGEXT), 31 May-4 June 2010, Djurönäset, Sweden. ICES CM 2010/SSGHIE:10.108 pp.

Kostecki, C., Rochette, S., Girardin, R., Blanchard, M., Desroy, N. and Le Pape, O. 2011. Reduction of flatfish habitat as a consequence of the proliferation of an invasive mollusc. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 92, 154-160.

Lefebvre, A. et Delpech, J.P. 2004. Le bloom de *Phaeocystis* en Manche orientale : nuisances socio-économiques et/ou écologiques ? Rapport IFREMER, 36 pp.

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.

Le Pape, O., Gilliers, C., Riou, P., Morin, J., Amara, R. and Desaunay, Y. 2007. Convergent signs of degradation in both the capacity and the quality of an essential fish habitat: state of the Seine estuary (France) flatfish nurseries. *Hydrobiologia* 588, 225-229.

Loizeau, V. 2010. Rapport final de projet SoleBEMol-pop projet VMC 2006-13. Rapport IFREMER. 29 pp.

Mollet, F., Kraak, S. B.M. and Rijnsdorp, A. 2007. Fisheries induced evolutionary changes in maturation reaction norms in North Sea Sole *Solea solea*. *Marine Ecology Progress Series* 351, 189-199.

Monbet, P., Antajan, E., Claquin, P., Davoult, D., Delpech, J.P., Le Gac-Arbenot, C., Meirland, A., Migne, A., Rolet, C., Rostiaux, E. et Talleux, J.D. 2010. Surveillance écologique et halieutique du site électronucléaire de Paluel: année 2009. Rapport scientifique annuel final. IFREMER RST LERN 10.01. 180 pp.

Nordström, M. and Booth, D.M. 2007. Drift algae reduce foraging efficiency of juvenile flatfish. *Journal of Sea Research* 58, 335-341.

Rochette, S., Rivot, E., Morin, J., Mackinson, S., Riou, P. and 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.

Rochette, S. 2011. Effets des perturbations anthropiques sur la survie des juvéniles de poissons marins dans les nourriceries et conséquences sur le renouvellement des populations. Application au stock de sole commune (*Solea solea*) en Manche Est. Thèse de doctorat en halieutique. Rennes : Agrocampus Ouest, 155 pp.

Selleslagh, J. et Amara, R. 2008. Inter-season and interannual variations in fish and macrocrustacean community structure on a eastern English Channel sandy beach : Influence of environmental factors. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 77, 721-730.

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.

Victor-Baptiste, F. et Blanpied-Wohrer, C. 1981. Evaluation des captures de poissons sur les filtres rotatifs de la centrale de Gravelines. Rapport préliminaire mars-septembre 1981. EDF, Direction des Etudes et Recherches.

Wennhage, H., Pihl, L. and Stal, J. 2007. Distribution and quality of plaice nursery grounds on the Swedish west coast. *Journal of Sea Research* 57 (2-3), 218-229.

Woehrling, D. 1982. Etude expérimentale de l'impact de la centrale de Gravelines (Nord) sur les œufs et les larves de la sole (1982). Rapport ISTPM, 82pp.

Zdanevitch, I. Adam, K. et Clincke, A.S. 2010. Algues vertes. Description des phénomènes et procédés et enjeux de maîtrise des risques. Rapport d'étude INERIS. 116 pp.

Réalisation, mise en page : Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST

ISSN 2116-8709 (en ligne)

ISSN en cours (papier)

© 2011, Pôle halieutique Agrocampus Ouest. Tous droits de reproduction, même partielle, par quelque procédé que ce soit, sont réservés pour tous les pays

Crédit photos : AGROCAMPUS OUEST

AUTEURS (**AGROCAMPUS OUEST**)

Caroline KOSTECKI
Olivier LE PAPE

avec la collaboration d'Anik BRIN
D'AMOUR, Ifremer, Nantes



CONTACT

• **AGROCAMPUS OUEST**

Olivier LE PAPE : olivier.le_pape@agrocampus-ouest.fr

Cellule Études et Transfert
Pôle halieutique
AGROCAMPUS OUEST

65 rue de Saint Briec
CS 84215 • 35 042 Rennes Cedex

<http://halieutique.agrocampus-ouest.fr/>

ISSN 2116-8709 (en ligne)
ISSN en cours (papier)