PRESSIONS ET IMPACTS

MANCHE - MER DU NORD

PRESSIONS ET IMPACTS

MANCHE - MER DU NORD

JUIN 2012

PRESSIONS PHYSIQUES ET IMPACTS ASSOCIÉS

Pertes et dommages physiques

Extraction sélective de matériaux

Frédéric Quemmerais-Amice
(AAMP, Brest).
Contributeurs et relecteurs scientifiques :
Laure Simplet,
Claude Augris,
Michel Blanchard
(Ifremer, Brest).

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
Agence des aires marines protégées
Ifremer

1. ACTIVITÉS D'EXTRACTION DE MATÉRIAUX MARINS

1.1. CONTEXTE GÉNÉRAL

L'extraction sélective de matériaux est définie comme le prélèvement par l'homme de matières minérales et biologiques du sol et du sous-sol des fonds marins. Les principaux effets s'exerçant sur les fonds marins sont des modifications topographiques et granulométriques. Les impacts écologiques se manifestent essentiellement par la modification, la suppression et la destruction totale ou partielle des biocénoses et des habitats benthiques ciblés par l'exploitation. Ces impacts concernent les espèces, les communautés et les fonctions écologiques des habitats benthiques. Les pressions et impacts indirects générés par la remise en suspension de matières sont traités dans la contribution thématique « Modification de la nature du fond et de la turbidité ». Cette contribution présente une synthèse des pressions et impacts générés par l'extraction de matériaux marins dans la sous-région marine.

Activités	Matériaux visés	Objectif du prélèvement et utilisation des matériaux	Méthode de prélèvement	Estimation des quantités annuelles autorisées ou prélevées (2010)	Surfaces concernées
Extractions de granulats marins	Sables et graviers siliceux, sables coquilliers, maërl	Industrie du BTP pour les sables et graviers siliceux, amendement agricole et traitement de l'eau pour les matériaux calcaires	Aspiration, benne	Pour les sites réellement et actuellement exploités : environ 1 287 000 m³ autorisés dont 872 000 m³ de matériaux siliceux et 415 000 m³ de matériaux calcaires dont maërl.	Environ 25 km² de concession autorisée, dont 60 % pour les matériaux siliceux et en tout environ 10 à 30 % par an exploités
Dragages portuaires et des chenaux de navigation	Non spécifique, le plus souvent vase et sablo-vaseux	Entretien des chenaux de navigation	Aspiration, benne	14 millions de m³ prélevés (2008)	?
Prélèvements dédiés aux rechargements de plage	Sables et galets	Gestion du trait de côte	Aspiration, refoulement hydraulique	?	?
Exploitations goémonières	*Laminaria digitata* et *Laminaria hyperborea*	Industrie des alginates	Skoubidou, peigne	45 à 50 000 tonnes de *L. digitata* (2010) et 12 000 tonnes de *L. hyperborea* (2009) prélevées	? 80 ha pour *L. hyperborea*

Tableau 1 : Type d'extraction de matériaux marins en Manche-mer du Nord.

1.2. EXTRACTION DE MATÉRIAUX SILICEUX ET CALCAIRES

1.2.1. Sables et graviers siciliceux

Les granulats rassemblent les particules d'origine minérale, de granulométrie comprise entre 0 et 80 mm et provenant essentiellement des roches meubles ou massives [1]. À l'échelle nationale, l'industrie des granulats produit environ 413 millions de tonnes de granulats par an (moyenne 1999-2009, d'après UNPG[1] 2011), dont environ 2 % sont d'origine marine, soit environ 7 millions de tonnes en 2007 et 2008 et 6 millions de tonnes en 2009[2] [2]. La part des granulats marins utilisés dans l'industrie du bâtiment et des travaux publics va augmenter progressivement, pour répondre, entre autres, à la raréfaction et aux difficultés d'accès des gisements terrestres.

À l'échelle nationale, **la somme des droits d'exploitation maximum autorisés pour les sites actuellement exploités** est de l'ordre de 5 550 000 m³, soit environ 8,5 millions de tonnes[3] (annexe 1). À cette échelle, les granulats marins ne constituent qu'une ressource d'appoint. Cependant, dans les départements côtiers et les zones accessibles par voies navigables, ils alimentent de façon significative les secteurs économiques consommateurs de granulats.

1 Union Nationale des Producteurs de Granulats. www.unpg.fr
2 La réduction de production observée en 2009 est directement liée à la conjoncture économique et donc à la baisse de la consommation de granulats.
3 Pour les matériaux siliceux, on estime qu'1 m³ prélevé pèse environ 1,5 à 1,6 tonne (Claude Augris com. pers.).

L'extraction industrielle des granulats marins est encadrée par le code minier et par le Décret n°2006-798[4]. Le droit effectif d'exploiter les ressources minérales est acquis suite à un processus d'instruction long et complexe qui comprend notamment une phase de concertation à tous les niveaux, central et local, nécessaire au bon aboutissement et à l'acceptabilité des demandes de concessions.

L'exploitation se fait très majoritairement par aspiration hydraulique en marche (élinde[5]), mise en œuvre par des navires spécifiques appelés dragues aspiratrices [1]. L'intensité des activités d'extraction se situe entre 2 et 9 $h \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ en fonction des sites (estimation nationale UNPG réalisée en 2011, non publiée), ce qui correspond à des intensités jugées moyennes à fortes [3] [4]. On estime également en moyenne que seuls environ 20 à 30 % de la surface de chaque concession sont réellement exploités chaque année. On peut donc estimer que l'intensité réelle par concession est beaucoup plus importante mais ne concerne qu'une surface très réduite chaque année.

En Manche-mer du Nord, l'extraction des matériaux siliceux représente actuellement environ 872 000 m^3 autorisés par an[6] pour une surface d'environ 15 km^2 (annexe 1). Les données précises des débarquements effectivement réalisés sont disponibles auprès des DREAL mais ne font pas l'objet de synthèses régionales ou nationales. À défaut d'avoir pu consulter ces données, le volume présenté ici illustre la pression de prélèvement maximale autorisée.

Les concessions actuellement opérationnelles sont situées exclusivement en Manche orientale et en mer territoriale, dans la baie de Seine et à proximité de Dieppe (figure 1). À l'intérieur du périmètre des concessions, les autorisations d'ouverture de travaux peuvent porter sur une surface inférieure à celle de la concession. C'est le cas par exemple de l'autorisation d'ouverture de travaux de la concession « Permis des granulats de la baie de Seine »[7] qui autorise 1,2 km^2 exploitable à l'intérieur de la concession de 8,6 km^2. 85 % de la surface des concessions autorisées se situent sur des fonds peu profonds correspondant aux habitats physiques EUNIS[8][9] des « sables grossiers et graviers sublittoraux » (A.5.1).

L'activité d'extraction de granulats siliceux va significativement augmenter au cours des 5 à 10 ans à venir. En effet, pour la sous-région marine Manche-mer du Nord, les procédures en cours pour l'obtention de titres miniers et/ou d'autorisation d'ouverture de travaux représentent actuellement environ 120 km^2 de surface demandée pour un volume annuel d'environ 8 175 000 m^3 (annexe 2). La forte augmentation des surfaces sur ces nouvelles zones sollicitées résulte des stratégies d'exploitation extensives proposées par les pétitionnaires (1 à 2 $h \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$).

La majorité de ces sites en cours d'instruction sont situés au-delà de la limite de la mer territoriale, dans la ZEE (Zone Économique Exclusive), et représentent 75 % de la surface totale demandée dans la sous-région marine pour les matériaux siliceux. Ces sites sont donc situés beaucoup plus au large, sur des secteurs plus profonds, dans le secteur central de la Manche orientale. Plus de 85 % de ces surfaces demandées concernent les habitats physiques EUNIS des « sables grossiers et graviers sublittoraux » (A.5.1) et environ 11 % les habitats physiques des « sables fins à moyens sublittoraux » (A.5.2). À l'échelle de la sous-région marine Manche-mer du Nord, les habitats EUNIS A.5.1 et A.5.2 représentent respectivement environ 26 700 km^2 et 6 000 km^2.

Le Permis Exclusif de Recherche (PER) granulats marins havrais est accordé depuis juillet 2010[10] pour une durée de 5 ans. Il se situe dans la circonscription du Grand Port maritime du Havre, entre la limite de la mer territoriale et le cap de la Hève, dans un axe ouest-nord-ouest – est-sud-est et couvre une surface d'environ 53 km^2.

4 Décret n°2006-798 du 6 juillet 2006 relatif à la prospection, à la recherche et à l'exploitation de substances minérales ou fossiles contenues dans les fonds marins du domaine public et du plateau continental métropolitains.
5 L'élinde est un tube cylindrique dont l'extrémité est traînée à proximité du fond de la mer. Relié à une pompe hydraulique, ce tube permet de refouler les sédiments jusqu'au navire extracteur [1].
6 Correspond à la somme des volumes autorisés pour les concessions actuellement exploitées. Estimations de volumes et surfaces réalisées à partir de la couche d'information géographique relative aux extractions de granulats, dont matériaux calcaires, source Ifremer Géosciences Marines (Sextant, téléchargement réalisé en mai 2011) et aux corrections effectuées par l'UNPG sur la base de la version 1 de cette synthèse.
7 Arrêté Préfectoral de la région Haute-Normandie du 18 juillet 2005, ouverture de travaux miniers dans le cadre du permis d'exploitation de sables siliceux marins dit « Permis des granulats marins de la baie de Seine » - Groupement d'Intérêt Economique (GIE) « Granulats Marins de Normandie ».
8 Estimations de surface d'habitats physiques (EUNIS niveau 3) concernés par les concessions réalisées à partir de la couche d'information géographique « cartographie des habitats physiques Eunis des Côtes de France », source Ifremer DYNECO-AG [5].
9 La classification EUNIS (EUropean Nature Information System) est la typologie européenne de référence pour les habitats terrestres, dulçaquicoles et marins. http://eunis.eea.europa.eu/
10 Arrêté ministériel du 26 juillet 2010 (NOR : DEVO1001 153A).

Sans préjuger de l'issue de l'instruction des dossiers de demande de concessions et d'ouverture de travaux, ces sites d'extraction peuvent, à court terme[11], changer profondément le paysage de l'activité à l'échelle de la sous-région marine et à l'échelle nationale. Ils traduisent d'une part la stratégie en cours d'élaboration pour la gestion des granulats, qui vise à augmenter progressivement la proportion des granulats marins dans la production nationale, avec l'objectif de passer d'environ 2 % actuellement à 5 % en 2015-2020 [6] et d'autre part d'éloigner les sites d'extraction des côtes, dans le but de limiter les impacts écologiques et géomorphologiques potentiels sur les zones côtières. Cette dernière considération est conforme aux recommandations émises par l'Ifremer, préconisant de limiter les sites d'extractions dans la bande des 3 milles nautiques, pour réduire les impacts écologiques sur cette zone sensible et réduire les conflits d'usages [7].

L'augmentation des distances à parcourir pour rejoindre les concessions, l'augmentation des volumes autorisés et de la profondeur moyenne des sites, vont très probablement entrainer une mutation des outils d'extraction, notamment une augmentation de la taille des navires, une augmentation des puissances des systèmes d'aspiration et une augmentation des surfaces portuaires dédiées au traitement des matériaux. Les études récentes menées par l'Ifremer estiment que la ressource en matériaux des eaux françaises de la façade maritime « Manche-Est » est d'environ 149 milliards de m^3 [7]. Compte tenu des contraintes techniques, réglementaires, économiques et environnementales, seuls quelques pourcents sont actuellement exploitables.

1.2.2. Matériaux calcaires, sables coquilliers et maërl

Cette activité se tient exclusivement sur les gisements de la région Bretagne. Elle alimente les besoins de la région en amendement agricole calcaire et les besoins des usines de production d'eau potable pour les systèmes de filtration d'eau. L'exploitation du maërl a atteint les 600 000 tonnes par an entre 1975 et 1979 [8]. C'est la région du monde où l'activité d'exploitation est la plus forte [8]. C'est depuis la loi 97-1051 du 18 novembre 1997 que l'extraction des matériaux calcaires est régie par le code minier. L'exploitation de ces matériaux d'origine biologique était auparavant considérée comme une pêche et n'était pas soumise à autorisation. L'extraction se fait majoritairement par aspiration hydraulique.

Pour la sous-région marine Manche-mer du Nord, le volume total autorisé par an, pour les sites réellement exploités, est d'environ 415 000 m^3, soit environ 539 500 tonnes[12] de matériaux calcaires par an, dont 225 000 m^3 de maërl et 190 000 m^3 de sables coquilliers. Les principaux ports de débarquement sont Saint-Malo, Pontrieux et Roscoff. Dans le contexte de l'arrêt programmé des extractions de maërl en 2013, de la baisse des volumes autorisés et d'un déficit en matériaux calcaires pour les besoins régionaux, il est probable que la totalité des volumes autorisés soient effectivement prélevés annuellement.

Ces concessions sont toutes situées en mer territoriale et à proximité des côtes. Elles représentent une surface totale autorisée d'environ 7,7 km^2, dont 4,7 km^2 pour l'exploitation du maërl et 3 km^2 pour l'exploitation des sables coquilliers. À part le site du Minou, exploitant des sables coquilliers dans l'embouchure de la rade de Brest, les sites d'extraction actifs sont tous situés en baie de Saint-Brieuc et à proximité de l'île de Bréhat (figure 1). Les concessions actives pour l'extraction du maërl sont : le site Ilot Saint-Michel (1,6 km^2) dans lequel 95 000 tonnes ont été prélevées en 2010 [9], le site Lost Pic (2,37 km^2) dans lequel 163 000 tonnes ont été prélevées en 2010 [9] et le site La Croix (0,7 km^2) dans lequel environ 15 000 tonnes ont été prélevées en 2010 [9]. Ces 3 sites représentent au moins 80 % des extractions nationales de maërl. Actuellement, seuls les sites Ilot Saint-Michel, Lost Pic et La Croix font encore l'objet de renouvellement ou de nouvelles demandes de concessions et d'autorisation d'ouverture de travaux. La somme des volumes demandés est de 211 000 m^3 par an, dont 135 000 m^3 pour le site Lost Pic et 76 000 m^3 pour le site Ilot Saint-Michel. Ces demandes représentent une surface d'environ 4,67 km^2. Les bancs de maërl forment l'habitat EUNIS A.5.5.1 « bancs de maërl » et sont reconnus par la Directive européenne Habitats Faune Flore et la Convention OSPAR[13].

11 Sur la sous-région, la durée moyenne demandée pour les sites en cours d'instruction est de 35 ans (10 à 50 ans demandés en fonction des sites).
12 Pour les matériaux calcaires, sables coquilliers et maërl, on estime qu'1 m^3 prélevé pèse environ 1,3 tonne (Claude Augris com. pers.).
13 Convention Oslo-Paris, pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Est.

À relativement court terme, l'arrêt de l'exploitation du maërl va entrainer une augmentation des prélèvements sur les habitats de sables coquilliers. Les procédures en cours pour le renouvellement ou l'obtention de titre minier pour l'extraction de sables coquilliers, représentent actuellement environ 575 000 m³ demandés, pour une surface d'un peu plus de 6,3 km². Ces demandes concernent 4 sites (La Horaine, la Cormorandière, la Croix, Pointe d'Armor[14]), pour des périodes de 10 à 25 ans. Le site de Kafarnao est situé dans la sous-région marine golfe de Gascogne.

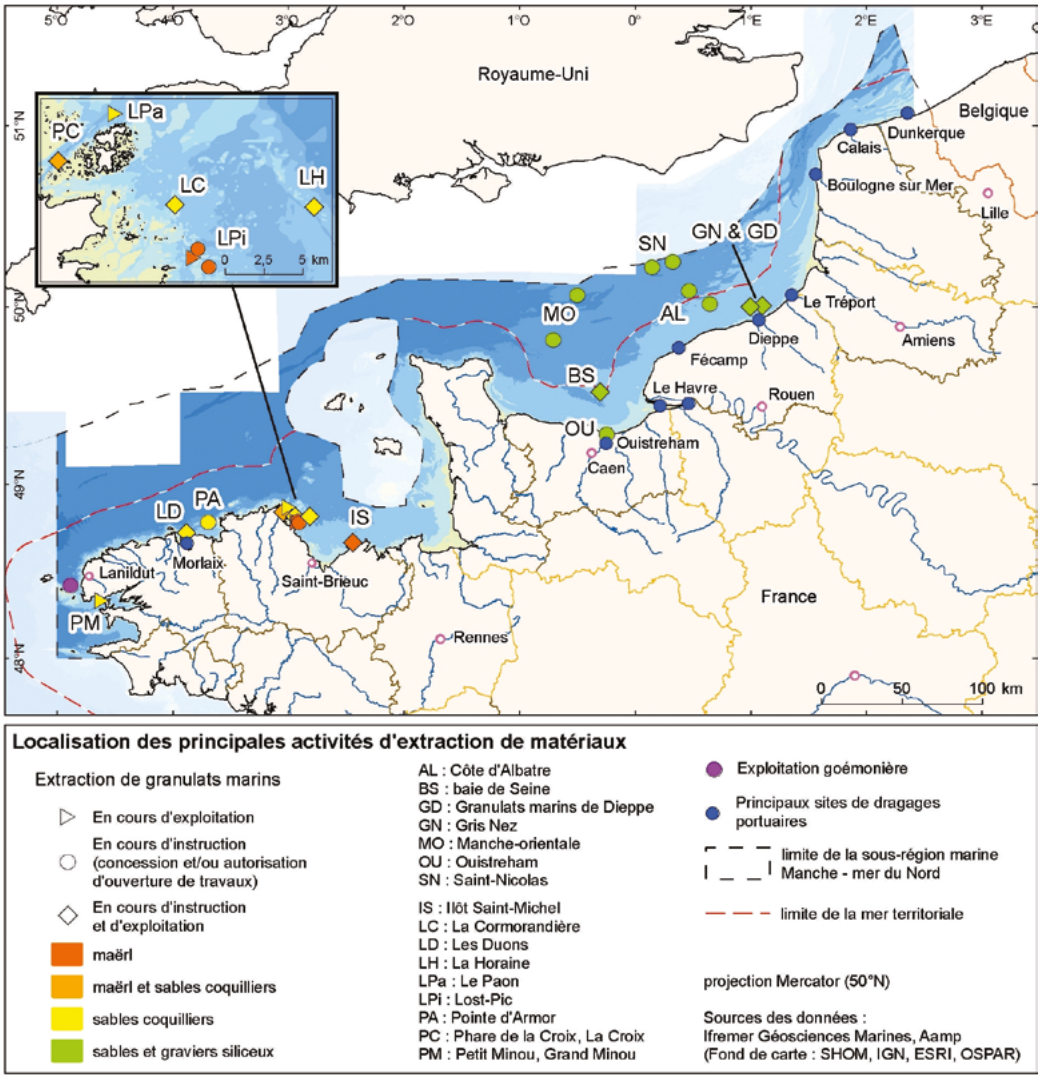

Figure 1 : Localisation des activités d'extraction de matériaux marins (Sources : Ifremer, Aamp, 2010).

1.3. EXTRACTIONS DÉDIÉES À LA GESTION DU TRAIT DE CÔTE

Depuis les années 1980, les opérations de rechargement de plage se sont multipliées sur le littoral français comme une technique douce de gestion du trait de côte. Le Secrétariat Général de la Mer a estimé en 2006 que les besoins sont compris entre 2 à 3 millions de tonnes de sable par an [10]. Le sable utilisé pour ces opérations peut provenir de dragages portuaires où d'extractions en mer dédiées. Cette dernière technique ne semble pas être développée en Manche-mer du Nord, où aucune information n'a pu être collectée pour localiser et quantifier l'activité.

14 La concession de sables coquilliers des Duons en baie de Morlaix est accordée par Décret du 19 juillet 2011 et n'est donc pas comptabilisée dans la catégorie « procédure en cours ». La concession est accordée pour vingt ans et pour 50 000 m³ par an maximum.

1.4. DRAGAGES PORTUAIRES

Autre forme d'extraction de matériaux, les dragages sont indispensables pour garantir un accès sécurisé aux infrastructures portuaires. Ces opérations sont effectuées au moment de la construction des ports et également, de façon périodique, dans les chenaux de navigation. Toutes ces opérations ont lieu dans les eaux côtières et les eaux de transition au sens de la DCE. Elles peuvent néanmoins affecter des habitats de grande importance écologique pour de nombreuses espèces marines. Les dragages s'effectuent principalement par aspiration hydraulique.

En Manche-mer du Nord, les dragages ont représenté environ 14 millions de m3 en 2008 [11]. Les dragages réalisés pour l'entretien des 3 grands ports maritimes représentent à eux seuls plus de 85 % du volume total dragué en 2008 dans la sous-région marine (Dunkerque 3,3 millions de m^3, Le Havre 2,3 millions de m^3 et Rouen 6,3 millions de m^3 [11]). Les volumes prélevés sont majoritairement constitués de vases et de sables. En 2008, en Manche-mer du Nord, environ 2 % des sédiments dragués pour l'entretien des chenaux et des ports ont été réutilisés pour le rechargement de plage, soit environ 280 000 m^3 [11].

1.5. EXPLOITATION GOÉMONIÈRE

L'exploitation des laminaires *Laminaria hyperborea* et *Laminaria digitata* est concentrée sur les côtes bretonnes et essentiellement en mer d'Iroise (figure 1). Les champs exploités se trouvent majoritairement à l'est du méridien 5° ouest, marquant la limite entre les sous-régions marines Manche-mer du Nord et mers celtiques. On considère donc que l'activité et les pressions et impacts éventuellement générés concernent la sous-région marine Manche-mer du Nord. Environ 70 % des débarquements s'effectuent au port de Lanildut.

L'exploitation des laminaires est encadrée par des règles de gestion strictes. Ces algues sont transformées par un secteur industriel produisant essentiellement des alginates[15]. *Laminaria hyperborea* est une algue pérenne dont la longévité peut atteindre plus de 10 ans. L'espèce est présente en Atlantique Nord-Est en milieu infralittoral et sur des fonds rocheux exposés à modérément exposés. *Laminaria digitata* est une algue également pérenne dont la longévité peut atteindre 5 ans et qui présente une croissance plus rapide. La biomasse des individus peut être multipliée par 2 ou 3 en 6 mois de croissance. D'affinité nordique, elle est présente en Atlantique Nord où son aire de répartition atteint sa limite sud dans le Morbihan. Cette algue se trouve dans les premiers mètres de l'infralittoral, sur des fonds rocheux abrités ou modérément battus.

La production française de *Laminaria digitata* représente aujourd'hui entre 45 et 50 000 tonnes [12]. L'engin de pêche, nommé scoubidou, est un crochet autour duquel s'enroulent les laminaires quand celui-ci est en rotation. Les navires sont également spécifiques afin de recevoir des charges importantes, de 10 à 65 tonnes selon les navires. La production est très saisonnière car la biomasse de *Laminaria digitata* varie fortement au cours de l'année, la biomasse hivernale ne représentant que 40 à 50 % de la biomasse estivale. Les campagnes se déroulent entre mai et octobre avec une activité maximale entre juin et août. Le nombre de navires exploitants a diminué de 60 % en 20 ans pour atteindre 30 navires en 2010 (figure 2 [12]). Sur la même période et avec des variations inter-annuelles assez fortes, la production a globalement diminué de 20 % (figure 2).

Laminaria hyperborea représente une ressource beaucoup plus importante sur les côtes et, du fait d'une moindre variation de sa biomasse, autorise une exploitation hivernale. Jusqu'en 2007, la production est restée modeste avec moins de 5 000 tonnes prélevées par an. Depuis 3 ans, son exploitation a fortement augmenté, avec 12 000 tonnes prélevées en 2009. En 2010, malgré un quota de 22 000 tonnes autorisées, seulement 2 200 tonnes ont été produites en raison d'une mise aux normes des stations d'épuration des usines de traitement. Seuls 8 navires pratiquent cette pêche et utilisent la technique de la drague norvégienne[16]. On estime que l'exploitation de *Laminaria hyperborea* concerne environ 80 ha par an, localisés principalement en mer d'Iroise. À court terme, la production pourrait augmenter significativement car d'une part, la ressource est abondante et d'autre part, la sélectivité de l'engin de pêche permet de réaliser des captures très ciblées sur cette espèce.

15 Les alginates sont des polysaccharides obtenus à partir des laminaires et utilisés par l'industrie agro-alimentaire, en médecine et en cosmétologie.
16 Synonyme de peigne à hyperborea.

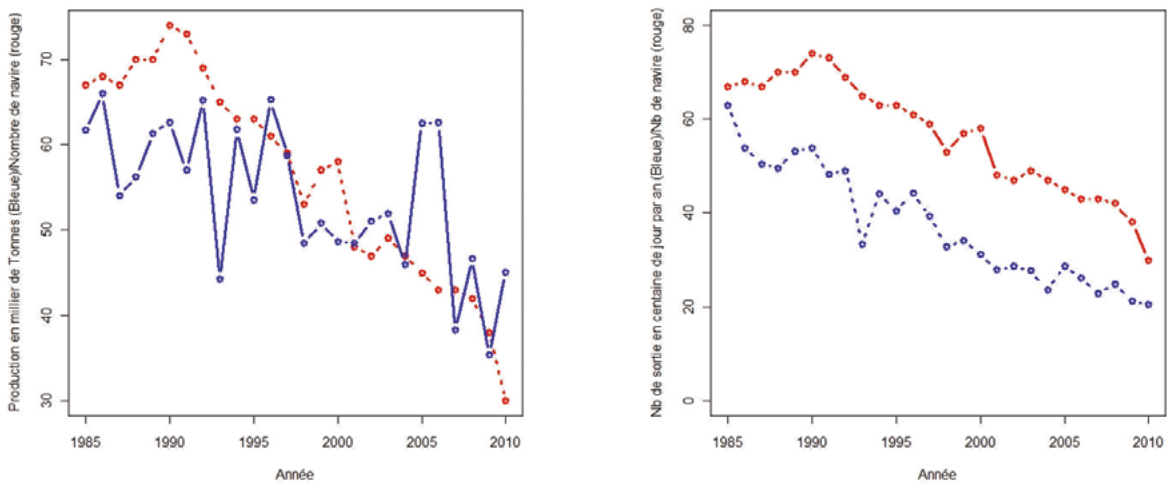

Figure 2 : Exploitation de *Laminaria digitata* : production, nombre de jours de sortie, nombre de navires (Sources : Laurans, 2011 (12)).

2. SYNTHÈSE DES IMPACTS CONNUS SUR LES HABITATS BENTHIQUES

2.1. CONTEXTE GÉNÉRAL

Les paramètres expliquant l'importance de l'impact sont, d'une part, des paramètres décrivant l'activité (durée de l'activité, technique, intensité, surface et volume exploités…) et d'autre part, des paramètres décrivant l'habitat (résilience[17], stratégie des espèces, fonctionnalité, diversité, rareté…).

Les impacts des activités d'extraction dédiées aux rechargements de plage ne sont pas développés ici car aucune information n'a pu être identifiée. Ces opérations ne semblent pas particulièrement développées dans la sous-région marine.

2.2. EXTRACTION DE SABLES ET GRAVIERS SILICEUX

En Manche-mer du Nord, l'impact des extractions a surtout été étudié au Royaume-Uni. Le contexte de l'activité y est très différent, puisque sur l'ensemble des eaux sous juridiction du Royaume-Uni, les concessions couvrent environ 1 300 km², les surfaces réellement exploitées représentent environ 120 km² et la production y est trois fois plus importante qu'en France, de l'ordre d'environ 20 millions de tonnes en 2009 [13].

En 2000, le besoin d'étendre le champ des connaissances sur l'impact des extractions de granulats marins dans les eaux françaises, conduit à l'élaboration d'un projet inscrit au Contrat de Plan Etat / Région Haute-Normandie (2002-2006). Le besoin de renforcer la transparence et la concertation entre scientifiques et utilisateurs du milieu se concrétise avec la création du GIS SIEGMA[18] en juin 2003. Ce programme vise d'une part à répondre aux recommandations émises du CIEM et d'autre part à proposer des pratiques d'extraction à même de minimiser les impacts et favoriser la restauration du milieu.

Afin d'avoir une meilleure représentativité des effets en Manche orientale, les études du GIS SIEGMA ont été menées sur 2 sites dont les conditions environnementales diffèrent sensiblement, au large de Dieppe (2002-2006) puis en Baie de Seine (2007-2011). Dieppe est un site d'extraction (6 km²) de graviers et galets en exploitation de type commercial depuis 1980. Depuis 2007, le site d'extraction des « sables et graviers de la baie de Seine », exploité par le GIE GMN[19], fait l'objet d'une extraction expérimentale (2 × 0,6 km²). C'est le seul site d'extraction expérimentale à l'échelle nationale. Il a pour objectifs i) de mesurer les effets de l'extraction sur le milieu marin, ii) de définir les techniques les moins impactantes, iii) de déterminer les conditions de recolonisation des habitats et iv) de modéliser le nuage de matières en suspension. Cette initiative intéressante aux niveaux scientifique et technique ne présentera sa véritable valeur ajoutée que sur le long terme.

17 La résilience écologique est la capacité d'un écosystème, d'un habitat, d'une population ou d'une espèce à retrouver un fonctionnement et un développement normal après avoir subi une perturbation importante.
18 Groupement d'Intérêt Scientifique, Suivi des Impacts de l'Extraction de Granulats Marins.
19 Groupement d'Intérêt Économique Granulats Marins de Normandie.

Depuis la réalisation d'un état initial en 2006-2007, trois saisons d'extractions expérimentales ont été menées sur deux secteurs d'études. En 2007-2008, une première saison d'extraction sur le secteur A a été suivie en 2008-2009 puis en 2009-2010 de deux saisons d'extraction sur le secteur B [4]. Les suivis réalisés après la première année d'exploitation du secteur A montrent que l'extraction n'a pas significativement changé le substrat et n'a pas changé la nature de la communauté benthique. En fonction de la superposition des sillons d'extraction, l'approfondissement du fond observé varie entre 20 cm pour une intensité faible (< 1 $h \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$) à 1 mètre pour une intensité faible à moyenne (1 à 5 $h \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ [4]).

L'empreinte des sillons varie généralement entre 30 et 60 cm de profondeur pour 2 à 3 mètres de large [1] [13]. Sur les sites très exploités, les sillons successifs se superposent et génèrent un surcreusement du substrat, pouvant atteindre plusieurs mètres [13].

La diminution de 22 % de la richesse spécifique observée sur le secteur A n'est pas jugée significative par les auteurs [4]. Cette diminution s'opère essentiellement par aspiration des individus. Des études antérieures montrent que la faune benthique (sessile[20] et vagile) aspirée avec le sédiment, même si elle peut être rejetée à la mer, est globalement condamnée et que seule une fraction des poissons démersaux semble survivre à cette aspiration et au relargage dans le milieu naturel [14]. Les organismes ayant échappé à l'aspiration ne sont pas systématiquement indemnes. Ils peuvent être enterrés, écrasés ou subir un stress diminuant significativement leur espérance de vie [14]. La littérature indique également qu'en fonction des sites et des techniques d'extraction, l'impact immédiat sur le benthos peut se manifester par une baisse de 30 à 95 % de la biomasse, de l'abondance et de la richesse spécifique [13] [15].

L'impact de l'extraction sur le secteur A est jugé significatif pour l'abondance (diminution de 66 %) et la biomasse (diminution de 76 %), avec des fortes baisses sur le secteur le plus récemment dragué [4]. L'impact sur l'abondance n'est estimé qu'à travers l'espèce *Pomatoceros triqueter*, qui est un ver annélide sessile très commun, sensible à la suppression du substrat, donc à l'extraction, mais très opportuniste et possédant une forte capacité de recolonisation. Il occupe d'ailleurs majoritairement les stations de suivi situées sur la zone non exploitée depuis 7 mois (jachère), qui montrent une recolonisation rapide du substrat, avec des abondances totales supérieures aux sites de références.

La littérature nous indique que le prélèvement du substrat originel, le re-dépôt des particules fines mises en suspension, les changements granulométriques, la complexification de la topographie et enfin la création d'un territoire à coloniser, induisent un changement rapide des communautés benthiques [13]. On peut également observer une augmentation momentanée de la faune vagile et démersale consommant la matière organique libérée et les débris d'animaux morts, et une augmentation de la variabilité de la composition spécifique des communautés, traduisant une hétérogénéité de l'habitat [13]. Le changement granulométrique se traduit surtout par une augmentation des particules fines, sables et vases et une diminution des substrats grossiers [15]. Ces habitats perturbés sont préférentiellement colonisés par des espèces opportunistes, tolérantes au stress. Il s'agit en général d'espèces de petite taille, à croissance rapide et à vie courte. Sur les sites encore en cours d'exploitation, les nouvelles communautés peuvent également présenter un taux très important d'individus juvéniles, qui ne peuvent atteindre la maturité à cause des perturbations successives [3]. L'impact direct des activités d'extraction peut donc être significatif et induire un véritable changement de l'habitat et de la communauté benthique. L'importance qualitative, spatiale et temporelle de cet impact est corrélée à l'intensité de l'activité.

Dans le cas de l'extraction en baie de Seine, en excluant l'espèce *Pomatoceros triqueter* de l'interprétation des résultats, on pourrait sans doute faire ressortir les changements observés chez les autres espèces constituant cette communauté benthique des graviers et cailloutis. Enfin, les stations de suivi situées en périphérie de la zone d'extraction, donc soumises au re-dépôt des particules fines, semblent assez impactées, notamment pour la richesse spécifique et les abondances [4]. Les études menées au Royaume-Uni indiquent que la zone d'influence des panaches turbides peut atteindre plusieurs kilomètres carrés et modifier ainsi la nature du substrat sur des surfaces assez importantes [13]. Il faut souligner que le tri granulométrique des matériaux à bord des navires (*screening*) est interdit en France. Cette pratique, autorisée au Royaume-Uni, génère un panache turbide beaucoup plus conséquent et provoque donc une modification du substrat plus importante et plus vaste.

20 Ensemble des animaux aquatiques vivants fixés sur le fond, par opposition à vagile.

Les résultats partiels des études réalisées en baie de Seine ne permettent pas de quantifier l'impact réel d'une extraction commerciale de granulats et ne sont en aucun cas généralisables à l'échelle de la sous-région marine. En effet, les conditions d'extraction mises en œuvre ne sont pas représentatives des conditions réelles d'extraction. Le site n'a, pour l'instant, été exploité qu'une année, avec une production d'environ 120 000 à 170 000 m^3 de granulats. L'intensité moyenne de l'extraction fut de 1,5 $h \cdot ha^{-1}$ et comprise entre 30 minutes à 4 h 30 par hectare [4]. On peut donc considérer que l'intensité d'extraction est faible à moyenne et la production assez moyenne. Les effets mesurés sur le milieu traduisent d'ailleurs cette situation, puisqu'ils sont globalement assez peu impactants comparés à ceux décrits dans la littérature pour des sites réellement et plus intensément exploités.

Enfin, quelques études se consacrent au processus de recolonisation après exploitation. Il en ressort que le retour à un état proche ou équivalent de l'état initial implique d'une part l'arrêt de l'activité et d'autre part un retour aux conditions morpho bathymétriques et sédimentaires initiales [13] [16]. L'hydrodynamisme « local » joue un rôle important puisqu'il conditionne la stabilité du substrat et notamment le comblement progressif des sillons et des surcreusements occasionnés par l'extraction. Il détermine donc les communautés benthiques susceptibles de s'installer et de perdurer. En fonction de leur profondeur et de l'hydrodynamisme, les sillons peuvent perdurer d'une à au moins une dizaine d'années [3] [17] [18]. Enfin, l'éventuel retour des communautés benthiques originelles est également très variable et peut intervenir entre 2 à plus de dix ans après l'arrêt de l'exploitation [3] [19].

Retour rapide à un état écologique proche de l'état initial (mois à un an)	Retour lent à un état écologique proche de l'état initial (années à décennies)
Hydrodynamisme important	Hydrodynamisme faible ou modéré
Sédiments fins (sables)	Sédiments grossiers
Communauté benthique dynamique, tolérante aux perturbations et stress	Communauté benthique stable, en équilibre
Espèces à stratégie r dominantes	Espèces à stratégie K dominantes
Faible intensité d'extraction	Forte intensité d'extraction
Peu de changement granulométrique	Important changement granulométrique
Petite surface exploitée	Grande surface exploitée

Tableau 2 : Principales conditions opérationnelles et écologiques conditionnant le retour à l'état initial (Sources : Hill *et al.*, 2011 (13), stratégie r et K voir note de bas de page [21]).

2.3. EXTRACTIONS DE MAËRL

L'extraction du maërl a deux conséquences principales, premièrement la couche superficielle vivante est éliminée, deuxièmement les matières en suspension générées vont asphyxier le banc et la macrofaune dans un rayon variable dépendant de l'hydrodynamisme [8]. L'impact se manifeste surtout par une augmentation du taux de maërl mort et par une diminution de la biodiversité associée [8]. Ces impacts ont surtout été étudiés sur le site d'exploitation des Glénan dans la sous-région marine golfe de Gascogne [20].

Les sites d'exploitation du maërl de Manche-mer du Nord produisent au moins 80 % de la production nationale de maërl et leur exploitation représente donc un impact très important sur cet habitat. Cependant, aucune étude ou suivi des sites d'extraction de maërl situés en Bretagne Nord n'a pu être identifié ou consulté. Plusieurs bancs de maërl semblent avoir disparu suite à leur exploitation dans les années 1970-1980, notamment dans la baie de Saint-Malo et dans la baie de Saint-Brieuc [20] [21]. Les études récentes entreprises dans le cadre du REBENT[22] montrent globalement que l'ensemble des bancs de maërl bretons ont perdu de leur vitalité [22].

21 Stratégie r : dans un environnement instable aux ressources imprévisibles, stratégie de développement des populations misant sur une forte fécondité, un grand nombre de jeune, une croissance rapide mais présentant un taux de mortalité important ; Stratégie K : dans un environnement stable aux ressources prévisibles, stratégie de développement misant sur la survie des jeunes avec une fécondité plus faible, une croissance lente, des durées de vie plus longue.
22 Les objectifs du réseau benthique (REBENT) sont de recueillir et mettre en forme les données relatives à la distribution des habitats côtiers et au suivi de leur biodiversité faunistique et floristique (www.rebent.org).

Même si l'extraction de maërl est pointée comme l'activité la plus directement impactante, l'étude souligne que cet état actuel résulte également de nombreuses autres contraintes anthropiques, comme les activités de pêche à la drague et l'invasion par la crépidule en Bretagne Nord [20] [21] [22].

Il faut souligner que le maërl est un des habitats marins européens présentant la plus forte biodiversité et assurant des fonctions écologiques capitales pour de nombreuses espèces fréquentant les bancs à différentes périodes de leur cycle de vie [21] [23]. Plus de 900 espèces d'invertébrés et 150 espèces d'algues ont été recensées sur les bancs de maërl des côtes de Bretagne [21]. La croissance des bancs, dépendante de la croissance des algues rouges corallinacées qui le forment, est très lente et varie entre 0,25 et 1 mm par an, et on estime que certains bancs sont vieux de plusieurs milliers d'années [20].

À l'échelle européenne, les plus grandes concentrations de bancs de maërl se trouvent en France, en Écosse et en Irlande. La grande majorité des bancs français se situent entre Noirmoutier et la côte ouest du Cotentin [22]. C'est donc une ressource non renouvelable, qui ne peut supporter une exploitation directe [24].

L'Angleterre a stoppé l'extraction du maërl en 2005 considérant que les avantages écologiques, notamment pour certaines espèces d'intérêts halieutiques, étaient supérieurs à ceux apportés par l'extraction [25]. Dans le cadre des politiques européennes (Directive Habitats Faune Flore) et internationales (Convention OSPAR), la France s'est engagée à prendre toutes mesures nécessaires à la protection du maërl. L'article 35 de la loi 2009-967 du 3 août 2009, dite loi Grenelle 1, précisant que « les autorisations de prélèvements de maërl seront limitées en tonnage de manière à ne pouvoir satisfaire que des usages à faible exigence quantitative » traduit cette volonté d'augmenter la cohérence avec ces engagements et notamment avec les recommandations de la commission OSPAR [26]. L'arrêt définitif des extractions devait intervenir en 2013.

2.4. DRAGAGES PORTUAIRES

Les dragages portuaires ne sont pas considérés comme fortement impactants pour les habitats benthiques lorsqu'ils interviennent dans des zones portuaires très anthropisées. Cependant, la majorité des volumes dragués proviennent de l'entretien régulier des chenaux de navigation en zone estuarienne, hors des enceintes portuaires. Pour de nombreuses espèces marines, les milieux estuariens sont très importants en termes de fonctionnalités écologiques et font l'objet de mesures de protection et de gestion de l'environnement, notamment au travers du réseau Natura 2000.

Pour le seul estuaire de la Seine, les dragages d'entretien réalisés en 2008 pour assurer l'accès aux ports du Havre et de Rouen, représentent environ 8,6 millions de m^3 [11], soit plus de 6 fois les volumes de matériaux siliceux et calcaires autorisés et actuellement exploités en Manche-mer du Nord (Tableau 1). L'intensité de ces dragages est certainement assez forte, puisqu'ils sont effectués sur des sites précis, de surfaces limitées et de façon périodique. Malgré l'abondance de la littérature grise et scientifique relative au fonctionnement écologique et à la gestion de l'estuaire de la Seine, il est difficile, tant les pressions anthropiques sont nombreuses, de discerner clairement l'impact des dragages portuaires. Dans l'état actuel des aménagements de l'estuaire, ces dragages sont mêmes considérés comme participant positivement au fonctionnement hydrosédimentaire de l'estuaire [27]. De même, les impacts directs sur les espèces et habitats Natura 2000 concernés par ces opérations de dragages ne sont pas jugés significatifs [27]. Dans le cadre de cette analyse, aucune étude scientifique précise sur l'impact écologique des dragages d'entretien des chenaux de navigation de l'estuaire de la Seine n'a pu être consultée.

Une étude méthodologique particulière a été menée par le Groupe d'Étude et d'Observation sur le Dragage et l'Environnement (GEODE) pour évaluer les incidences de ces dragages sur l'état de conservation des sites Natura 2000 situés dans les estuaires de la Seine, de la Loire et de la Gironde [28]. Les éléments de cette étude, relatifs aux incidences des remises en suspension des vases, aux relargages de métaux lourds et aux immersions des sédiments dragués, ne sont pas développés dans le présent rapport. Ces thèmes connexes relatifs aux pressions et impacts générés par les activités de dragages portuaires et de clapages sont traités dans les contributions thématiques relatives aux « Apports en substances dangereuses par le dragage et le clapage », aux phénomènes d'« Étouffement et colmatage » et aux « Modifications de la nature du fond et de la turbidité ».

Il apparaît que les dragages effectués dans ces estuaires peuvent provoquer la destruction et la dégradation des habitats et des biocénoses estuariennes. La destruction se manifeste par la réduction de la surface des habitats estuariens et par la modification ou la perte de leurs fonctionnalités écologiques [28]. Comme pour les extractions de granulats, l'extraction hydraulique est susceptible d'aspirer la faune benthique en général et certains individus de poissons démersaux vivant dans le fond du chenal [28]. Il n'a pas été possible de consulter des études précises réalisées en Manche-mer du Nord. Pour la sous-région marine golfe de Gascogne, la détérioration des habitats d'intérêt communautaire de vasières de l'estuaire de la Loire est liée aux dragages d'entretien du chenal de navigation, qui provoque une érosion accrue des bords du chenal et donc une diminution significative de la superficie des vasières [28]. Ce phénomène est avéré mais n'a cependant pas fait l'objet d'études approfondies et n'est pas quantifiable actuellement [28]. Les grands ports maritimes estuariens prennent déjà des mesures visant à limiter les impacts écologiques des dragages. Il s'agit essentiellement de l'abandon de techniques particulièrement impactantes (dragage à l'américaine[23]), de l'optimisation des volumes à draguer par rapport aux besoins réels en termes de navigation et de la programmation des dragages dans des périodes plus compatibles avec le fonctionnement écologique des estuaires [27] [28].

2.5. EXPLOITATION DES LAMINAIRES

L'exploitation des champs de laminaires génère deux principales pressions, qui sont d'une part, le prélèvement d'une fraction plus ou moins importante de la biomasse algale et donc de l'habitat et d'autre part, sur les zones dont le fond est composé de blocs rocheux mobiles, une perturbation du substrat provoqué par le déplacement, le retournement ou le prélèvement des blocs.

En l'état actuel, la récolte de *L. hyperborea* semble ne représenter qu'une fraction négligeable par rapport à l'arrachage naturel provoqué par les tempêtes hivernales. On estime que ces tempêtes arrachent environ 200 000 tonnes de *L. hyperborea* par an en mer d'Iroise (P. Le Niliot com. pers.). En hiver, les fonctions écologiques des forêts de laminaires sont moins importantes (baisse de la fréquentation et de l'utilisation de cet habitat par la faune marine) et cet arrachage naturel n'a donc vraisemblablement que peu d'incidence sur les communautés marines. De plus, la majorité de l'exploitation de cette algue se déroule en hiver et en automne. Pour *L. digitata*, la période d'exploitation s'étale de mai à mi-octobre, à une période importante pour le cycle de vie de nombreux animaux marins utilisant cet habitat. Néanmoins, le prélèvement de cette algue est du même ordre de grandeur que les pertes naturelles en l'absence d'exploitation.

Les forêts de laminaires sont considérées comme des habitats parmi les plus productifs en termes de biomasse algale [29] et abritent une flore et une faune très diversifiées et abondantes [30]. Actuellement, l'impact de l'exploitation sur la biocénose des champs de laminaires n'est pas décrit ni quantifié. Pour remédier en partie à cette situation, le programme HYPERIMP a été initié en mars 2011 [31]. Il vise à quantifier l'impact du peigne à *L. hyperborea* sur la population de l'algue ciblée et la biocénose associée.

Le prélèvement par l'exploitation ne semble pas générer un déficit notable de matière organique algale pour les consommateurs primaires. En effet, les laminaires n'entrent pas majoritairement dans le réseau trophique par broutage mais, après arrachage par les tempêtes, elles procurent une importante source de matière organique aux décomposeurs [32].

Le retournement et le déplacement des blocs rocheux générés par les techniques de pêches provoquent une réorganisation partielle du substrat. En 1993, on estime que l'exploitation de *L. digitata* a provoqué le retrait d'environ 1 000 tonnes de blocs et de galets [33]. Aujourd'hui, cette valeur est certainement plus faible du fait de l'exigence en qualité des débarquements de la part des industriels transformant les algues (M. Laurans com. pers.). Cette modification, couplée à la libération de l'espace occupé par les laminaires, a pour conséquence de favoriser l'installation de *Saccorhiza polyschides*. Cette laminaire annuelle est naturellement présente sur les côtes de l'Atlantique Nord-Est et colonise de façon pionnière les milieux ouverts. En l'absence de nouvelle exploitation du site, *L. digitata* reprendra naturellement sa place pour structurer

23 Les dragages dits « à l'américaine » consistent à remettre en suspension des sédiments meubles (par injection d'eau sous pression ou par des moyens mécaniques) en vue d'une évacuation et d'une dispersion « naturelle » par les courants de marée.

l'habitat en tant qu'espèce climax[24] de cette succession écologique [34]. Dans le contexte du réchauffement climatique, il apparaît que la tolérance de *L. digitata* aux stress lumineux et thermique semble plus faible que celle de *Saccorhiza polyschides* ce qui, dans le cas d'une compétition interspécifique accrue, par exemple lors de la recolonisation d'un site exploité, pourrait fragiliser la persistance des populations de *L. digitata* [34].

3. CONCLUSION

3.1. TENDANCES ET PERSPECTIVES

Les études relatives aux impacts écologiques des activités d'extraction de matériaux sur les habitats benthiques sont peu nombreuses et ponctuelles. Il est donc actuellement impossible de tirer des conclusions et des généralisations sur les pressions et impacts écologiques de ces activités à l'échelle de la sous-région marine. On peut cependant dresser quelques perspectives.

- L'extraction des sables et graviers siliceux va significativement augmenter à court terme. Les impacts directs de l'activité sont évidents et significatifs. Un retour aux conditions écologiques proches de l'état initial est possible mais doit s'envisager au moins sur le moyen terme (figure 3). L'importance des impacts directs et la possibilité de revenir à un état proche de l'état initial sont surtout fonction de l'intensité de l'extraction et de la résilience écologique du site (Tableau 2). Il convient donc, comme c'est déjà le cas pour un certain nombre de sites et d'activités, d'aménager les pratiques pour limiter les impacts directs et ne pas pénaliser les potentialités du site à revenir à un état proche de l'état initial après l'exploitation.

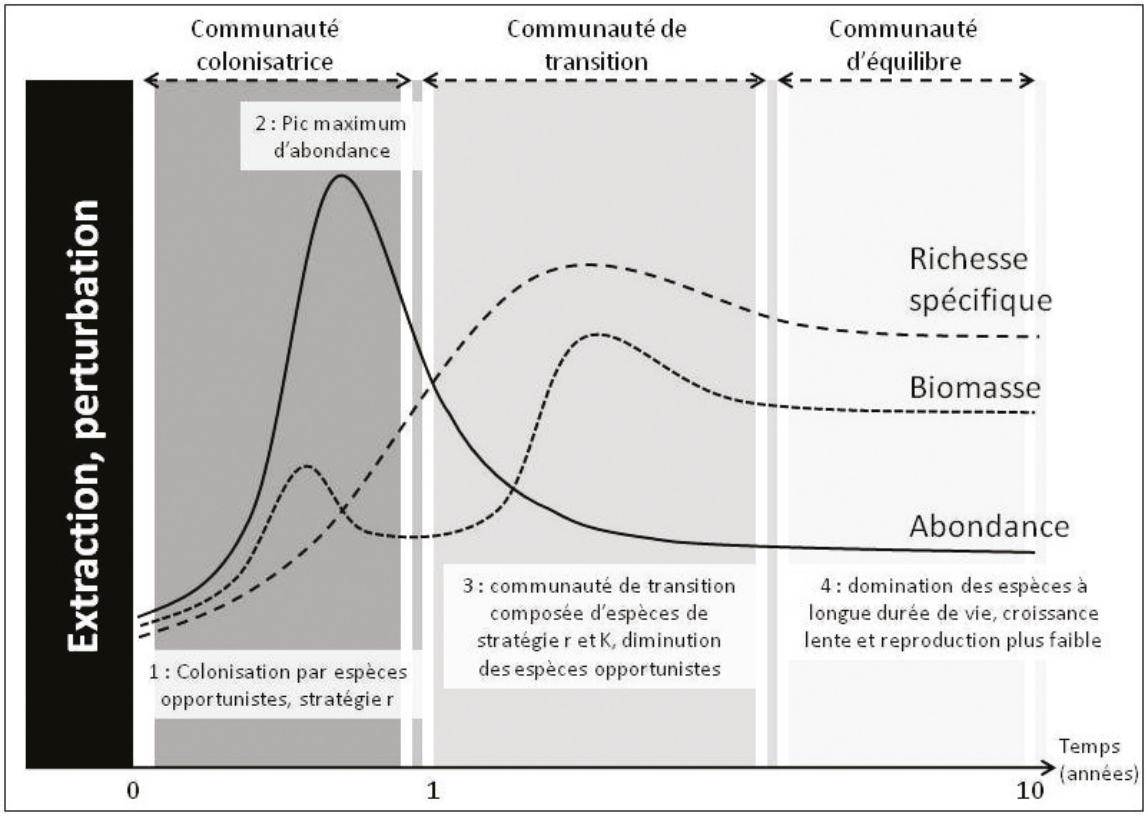

Figure 3 : Schéma théorique d'une succession écologique des communautés benthiques après perturbation. Les temps ont une valeur indicative (Sources : Pearson et Rosenberg, 1978 (35)).

- De plus, et c'est particulièrement vrai pour le maërl, il convient d'évaluer l'importance des pertes écologiques d'un point de vue biogéographique. À l'échelle européenne, la Bretagne et la côte ouest du Cotentin forment un territoire important pour sa richesse en maërl. Il apparaît donc logique de protéger définitivement cet habitat [26]. À l'inverse, mais c'est une hypothèse, si les habitats de sédiments

24 Le climax désigne l'état final d'une succession écologique, l'état le plus stable dans les conditions abiotiques existantes. C'est un état théorique, en réalité différents stades de la succession écologique coexistent.

grossiers et cailloutis visés par les futurs sites d'extraction de Manche orientale sont bien distribués et de bonne qualité écologique à l'échelle de la sous-région marine et à l'échelle européenne, alors les impacts écologiques assumés sur ces sites pourraient ne pas être d'une importance majeure.

3.2. SUIVI DES IMPACTS ÉCOLOGIQUES LIÉS AUX EXTRACTIONS DE MATÉRIAUX

Comme vu précédemment, l'évaluation des impacts nécessite d'étudier à la fois les paramètres des activités traduisant les pressions et les paramètres écologiques traduisant la réponse du milieu [36]. Ces différents suivis sont soit inexistants, soit ne sont pas réalisés par les mêmes institutions et administrations, soit ne sont pas, ou alors ponctuellement, mis en relation et en perspective car ils ne répondent pas aux mêmes obligations réglementaires ou aux mêmes objectifs scientifiques.

- Concernant le suivi des activités, il paraît nécessaire de pouvoir disposer des éléments pouvant traduire l'intensité, la saisonnalité et la production des activités, notamment les données VMS[25] (ou *Black Box*) des navires extracteurs, les calendriers d'activités et les volumes réellement exploités [36]. Sur ce point, l'Ifremer n'a pas de mandat pour réaliser le suivi précis des sites d'extraction de granulats à l'échelle nationale, et les informations disponibles dans ses services et ses bases de données[26], malgré leur intérêt évident, ne permettent pas de dresser un bilan parfaitement renseigné et à jour de l'activité. Il faudrait également organiser une mise à disposition centralisée des arrêtés préfectoraux encadrant les ouvertures de travaux pour être en mesure de suivre de façon réactive l'évolution de l'activité.

- Concernant les suivis du milieu, notamment pour les extractions de granulats, il conviendrait soit d'augmenter significativement le nombre de site expérimentaux, pour que ceux-ci soient représentatifs des différentes situations techniques et environnementales, soit d'organiser un suivi scientifique pérenne sur les véritables sites exploités. Les études d'impacts réalisées pour l'instruction des dossiers et pour les suivis des sites peuvent contribuer en partie à cette dernière proposition, en parallèle à d'autres études scientifiques. Il conviendrait donc de s'assurer que les protocoles des études d'impacts (réalisées pour et par des opérateurs privés) et des études scientifiques soient compatibles et les résultats interopérables. Sur ce point, les recommandations de l'Ifremer[27] pour les suivis morpho-bathymétriques, biologiques et halieutiques vont dans ce sens. Enfin, il apparaît indispensable d'organiser une bancarisation et une consultation nationale des résultats de ces études. Les démarches actuellement entreprises par l'UNPG pour une intégration des métadonnées de leurs études d'impacts dans le SINP Mer[28] vont également dans ce sens.

Enfin, ces recommandations pourraient s'appliquer également aux dragages des chenaux de navigation, qui représentent des volumes prélevés très importants et concernent les milieux estuariens, vulnérables et essentiels d'un point de vue écologique.

25 Vessel Monitoring System.
26 wwz.ifremer.fr/granulats_marins ; www.ifremer.fr/sextant/fr
27 wwz.ifremer.fr/drogm/Ressources-minerales/Materiaux-marins
28 Système d'Information sur la Nature et les Paysages, volet Mer. www.naturefrance.fr

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Toupin A., 2004. L'extraction de granulats marins. Impacts environnementaux, synthèse bibliographique critique. Les fascicules de l'industrie minérale (ed.) : 188 p.
[2] UNPG, 2011. Le marché des granulats en 2009. Plaquette éditée par l'Union Nationale des Producteurs de Granulats, téléchargeable sur www.unpg.fr : 2 p.
[3] Boyd S.E., Limpenny D.S., Rees H.L., Cooper K.M., Campbell S., 2003. Preliminary observations of the effects of dredging intensity on the re-colonisation of dredged sediments off the southeast coast of England (Area 222). Estuarine, Coastal and Shelf Science 57 : 209-223.
[4] GIS SIEGMA, 2010. L'extraction expérimentale « des sables et graviers de la baie de Seine » - Rapport annuel de synthèse des suivis scientifiques, 2ème année de suivi (A2) 2008-2009 : 203 p.
[5] Hamdi A., Vasquez M., Populus J., 2010. Cartographie des habitats physiques Eunis des côtes de France. Rapport Ifremer DYNECO-AG : 129 p.
[6] MEDDTL, 2011. Élaboration d'une stratégie nationale pour la gestion durable des granulats terrestres et marins et des matériaux de carrières. Document de travail pour la réunion du 28/04/2011 : 16 p.
[7] Ifremer, 2009. Possibilités d'exploitation de matériaux marins sur les façades « Manche-Est » et « Loire-Gironde », synthèse. Rapport Ifremer Géosciences Marines : 26 p.
[8] Amice G., Wensel J., Grall J., 2007. Synthèse des connaissances sur le maërl : écologie, état des lieux des bancs français et européens, cadre réglementaire. Rapport UBO-IUEM LEMAR UMR 6539, CREOCEAN (coord.). 77 p.
[9] Abellard O., 2011. Exploitation des granulats marins. Note de travail de la Mission pour un Parc naturel marin du golfe normand-breton : 21 p.
[10] Secrétariat Général de la Mer, 2006. Extraction de granulats marins. Document d'orientation pour une politique nationale. Version 3.0 du 01/06/2006 : 83 p.
[11] CETMEF, 2010. Enquête « dragage 2008 » ; Analyse des données. Rapport CETMEF : 19 p.
[12] Laurans M., 2011. Suivi 2011 de l'activité goémonière. Note Ifremer non publiée : 4 p.

[13] Hill J.M., Marzialetti S., Pearce B., 2011. Recovery of Seabed Resources Following marine Aggregate Extraction. Marine Aggregate Levy Sustainability Fund Science Monograph Series n°2, Newell R. C., Measures J. (eds.). 44 p.
[14] Lees R.G., Kenny A., Pearson R., 1992. The condition of benthic fauna in suction trailer dredger outwash: initial finding. ICES CM 1992/E 7 : 22-28.
[15] 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.
[16] Desprez M., Pearce B., Le Bot S., 2009. The biological impact of overflowing sands around a marine aggregate extraction site: Dieppe (eastern English Channel). ICES Journal of Marine Science 67 : 270-277.
[17] Cooper K., Boyd S., Eggleton J., Limpenny D., Rees H., Vanstaen K., 2007. Recovery of the seabed following marine aggregate dredging on the Hastings Shingle Bank off the southeast coast of England. Estuarine, Coastal and Shelf Science 75 : 547-558.
[18] Le Bot S., Lafite R., Fournier M., Baltzer A., Desprez M., 2010. Morphological and sedimentary impacts and recovery on a mixed sandy to pebbly seabed exposed to marine aggregate extraction (Eastern English Channel, France). Estuarine, Coastal and Shelf Science 89 : 221-233.
[19] Cooper K. M., Barrio Froján C. R.S., Defew E., Curtis M., Fleddum A., Brooks L., Paterson D. M., 2008. Assessment of ecosystem function following marine aggregate dredging. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 366 : 82-91.
[20] Grall J., Hall-Spencer J.M., 2003. Problems facing maerl conservation in Brittany. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 13 : S55 – S64.
[21] Grall J., Guillaumont B., Bajjouk T., 2009. Fiche de synthèse : habitat maërl. Fiche REBENT/Natura 2000 : 9 p.
[22] Hamon D., Ehrhold A., Houlgatte E., 2010. Directive Cadre Eau – région Bretagne : Reconnaissance cartographique de bancs de maërl distribués dans les masses d'eaux côtières de référence. Rapport de synthèse, volume 1 et 2, Ifremer DYNECO : 394 p.
[23] Grall J., Glémarec M., 1997. Biodiversité des fonds de maërl en Bretagne : approche fonctionnelle et impacts anthropiques. Vie et Milieu 47 (4) : 339-349.
[24] Barbera C., Bordehore C., Borg J.A., Glemarec M., Grall J., Hall-Spencer J.M., de la Huz C., Lanfranco E., Lastra M., Moore P.G., Mora J., Pita M.E., Ramos-Espla A.A., Rizzo M., Sanchez-Mata A., Seva A., Schembri P.J., Valle C., 2003. Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maërl beds. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 13 : S65-S76.
[25] Hall-Spencer J.M., 2005. Ban on maërl extraction. Marine Pollution Bulletin 50 (2) : 121.
[26] Hall-Spencer J.M., Kelly J., Maggs C.A., 2010. Background Document for Maërl beds. Biodiversity Series, OSPAR Commission : 36 p.
[27] SOGREAH, 2010. Dragages d'entretien du chenal d'accès au port de Rouen et immersions des produits de dragage. Document d'évaluation des incidences au regard de la conservation des sites Natura 2000. Rapport final n°171 1949 : 138 p.
[28] GEODE, 2008. Évaluation des incidences des dragages des chenaux de navigation et des immersions sur l'état de conservation des sites Natura 2000 – Guide méthodologique. 90 p.
[29] Mann K.H., 1973. Seaweeds : their productivity and strategy for growth. Science 182 : 975-981.
[30] Christie H., Norderhaug K.M., Fredriksen S., 2009. Macrophytes as habitat for fauna. Marine Ecology Progress Series 396 : 221-233.
[31] Le Niliot P., 2011. Compte-rendu du déroulement du programme de mesure de l'impact du peigne à Hyperborea « Hyperimp » (mars 2011). Note de travail non publiée : 7 p.
[32] Schaal G., Riera P., Leroux C., 2010. Trophic ecology in a Northern Brittany (Batz Island, France) kelp (*Laminaria digitata*) forest, as investigated through stable isotopes and chemical assays. Journal of Sea Research 63 : 24-35.
[33] Arzel P., 1998. Les laminaires sur les côtes bretonnes – Évolution de l'exploitation et de la flotille de pêche, état actuel et perspectives. Quae eds. : 139 p.
[34] Valero M. et Engel C. (coord.), Arzel P., Creach A., Davoult D., Destombe C., Gevaert F., Leblanc C., Levavasseur G., Potin P., Viard F., 2008. Dynamique des champs de *Laminaria digitata*, ressource algale en Bretagne : impacts biotiques, abiotiques et anthropiques. Résumé des recherches effectuées dans le cadre du projet ECOKELP : 10 p.
[35] Pearson T.H., Rosenberg R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanography and Marine Biology – an Annual Review, 16 : 229-311.
[36] ICES, 2010. Report of the Working Group on the Effects of Extraction of Marine Sediments on the Marine Ecosystem (WGEXT). ICES CM 2010/SSGHIE 10 : 108 p.

4. ANNEXES

Annexe 1 : informations sur les sites d'extraction de matériaux siliceux actuellement exploités

Nom du site	Département	SRM	Matériaux	ETAT	Volumes annuels autorisés (m^3)	Durée autorisées (années)	Surfaces des concessions (km^2)
Baie de seine	Seine-Maritime	MMN	Sables et graviers siliceux	EXP	330 000	4	8,60 a
Granulats marins de Dieppe	Seine-Maritime	MMN	Sables et graviers siliceux	EXP	470 600	30	5,9
Gris-Nez	Seine-Maritime	MMN	Sables et graviers siliceux	EXP	72 000	5	0,54
Le Grand Charpentier	Loire-Atlantique	GDG	Sables et graviers siliceux	EXP	200 000	25	2,46
Le pillier	Loire Atlantique	GDG	Sables et graviers siliceux	EXP	2 267 000	20 b	8,2
Sables d'Olonne	Vendée	GDG	Sables et graviers siliceux	EXP	330 000	c	1
Chassiron B	Charente-Maritime	GDG	Sables et graviers siliceux	EXP	333 000	20	1,33
Chassiron C	Charente-Maritime	GDG	Sables et graviers siliceux	EXP	333 000	15	1,35
Chassiron D	Charente-Maritime	GDG	Sables et graviers siliceux	EXP	333 000	20	3
Chassiron E	Charente-Maritime	GDG	Sables et graviers siliceux	EXP	482 000	30	2
Platin de Grave	Gironde	GDG	Sables et graviers siliceux	EXP	400 000	20	10,22
				Total national :	**5 550 600**		**44,6**
				Total Manche - mer du Nord :	**872 600**		**15,04**
				Total golfe de Gascogne :	**4 678 000**		**29,56**

(EXP : en cours d'exploitation ; a : la concession de baie de Seine porte sur 8,6 km^2 et l'autorisation de travaux sur 1,6 km^2 en deux sites, A et B, de 0,6 km^2 chacun ; b : la concession du Pilier prend fin en 2017 ; c : la durée autorisée du site des Sables d'Olonne est prolongée jusqu'à la fin de l'instruction de la demande de concession du Payré, située sur le même périmètre).

Tableau 3 : Sites d'extractions de matériaux siliceux actuellement exploités pour les sous-régions marines Manche – mer du Nord et golfe de Gascogne.

Annexe 2 : informations sur les sites d'extractions de matériaux siliceux en cours d'instruction.

Nom du site	Département	SRM	Matériaux	ETAT	Volumes annuels autorisés (m^3)	Durée autorisées (années)	Surfaces des concessions (km^2)
Côte d'Albatre - zone A	Seine-Maritime	MMN	Sables et graviers siliceux	ECI	1 800 000	50	20
Côte d'Albatre - zone A	Seine-Maritime	MMN	Sables et graviers siliceux	ECI		50	14
Baie de Seine	Seine-Maritime	MMN	Sables et graviers siliceux	ECI	1800000 a	25	8,6
Gris-Nez	Seine-Maritime	MMN	Sables et graviers siliceux	ECI	225 000 b	30	2,36 b
Saint-Nicolas (Ouest)	Haute-Normandie	MMN	Sables et graviers siliceux	ECI	2 250 000	30	10
Saint-Nicolas (Est)	Haute-Normandie	MMN	Sables et graviers siliceux	ECI		30	15
Manche Orientale - Zone A	Calvados	MMN	Sables et graviers siliceux	ECI	2 000 000	50	32
Manche Orientale - Zone Tampon	Calvados	MMN	Sables et graviers siliceux	ECI		50	11 c
Manche Orientale - Zone C	Calvados	MMN	Sables et graviers siliceux	ECI		50	18
Ouistreham	Calvados	MMN	Sables et graviers siliceux	ECI	100 000	50	0,03
Astrolabe	Loire-Atlantique	GDG	Sables et graviers siliceux	ECI	2 000 000 d	30	12,10 d
Cairnstrath A	Loire-Atlantique	GDG	Sables et graviers siliceux	ECI	900 000e	20	3,60 e
Cairnstrath SN2	Loire-Atlantique	GDG	Sables et graviers siliceux	ECI	1 400 000e	20	5,60 e
Payré	Vendée	GDG	Sables et graviers siliceux	ECI	350 000f	18	1 f
				Total national :	**12 825 000**		**141,3**
				Total Manche - mer du Nord :	**8 175 000**		**120**
				Total golfe de Gascogne :	**4 650 000**		**21,3**

(ECI : en cours d'instruction ; a : volume annuel moyen demandé de 1 125 000 m^3 et plafond de 1 800 000 m^3 ; b : volume annuel demandé de 225 000 m^3 en substitution des 72 000 m^3 actuellement autorisé sur le même site, 2,36 km^2 demandés dont 0,54 km^2 déjà autorisé sur le site, soit un accroissement de la surface de 1,82 km^2 par rapport à la situation actuelle ; c : la zone tampon de 11 km^2 n'est pas exploitable et n'est donc pas comptabilisée dans les totaux de surface ; d : volume annuel moyen demandé de 1 667 000 m^3 et plafond de 2 000 000 m^3, depuis mai 2011 la surface demandée est de 12,10 km^2 ; e : modification officielle des volumes et surfaces suite à la fusion des 3 sites initialement demandés (Cairnstrath A, B et SN2) en deux sites mitoyens ; f : volume annuel moyen demandé de 230 000 m^3 et plafond de 350 000 m^3, la surface de 1 km^2 n'est pas prise en compte dans les totaux de surfaces car elle est superposée avec le site des Sables d'Olonne actuellement exploité).

Tableau 4 : Sites d'extraction de matériaux siliceux actuellement en cours d'instruction pour les sous-régions marines Manche – mer du Nord et golfe de Gascogne.