



GRUPE D'ETUDES ET D'OBSERVATION
SUR LES DRAGAGES ET L'ENVIRONNEMENT



avec la collaboration du MEDDE

Suivis environnementaux des opérations de dragage et d'immersion

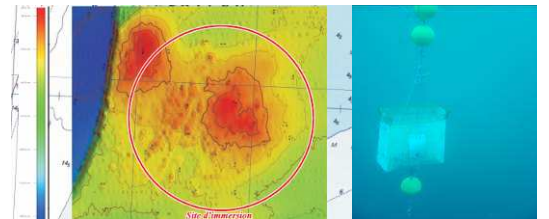
Annexe 2 : Effets et impacts des opérations de dragage et d'immersion sur l'environnement

Décembre 2012





GEODE



Guide rédigé par

 **egis eau**

En association avec

COPRAMEX


Sommaire

Chapitre 1 - Principes méthodologiques	6
1 Les différents types d'effets	7
2 La caractérisation des impacts	8
Chapitre 2 - Effets et impacts sur le milieu physique	9
1 Effets potentiels	9
1.1 Effets sur la nature des fonds et des berges	9
1.1.1 Effets directs du dragage.....	9
1.1.2 Effets directs de l'immersion.....	9
1.1.3 Effets potentiels liés à la remise en suspension de matériaux	9
1.2 Effets sur l'hydro-morphologie	11
2 Eléments de sensibilité.....	11
2.1 Particularités des façades maritimes	11
2.1.1 Manche.....	11
2.1.2 Atlantique	13
2.1.3 Méditerranée	15
2.2 Cas spécifique des estuaires	16
Chapitre 3 - Effets et impacts sur la qualité physico-chimique et bactériologique du milieu	17
1 Qualité des sédiments	17
1.1 Effets potentiels des dragages.....	17
1.2 Effets potentiels des immersions	17
1.3 Eléments de sensibilité	17
2 Qualité des eaux.....	18
2.1 Effets potentiels.....	18
2.2 Eléments de sensibilité	22
Chapitre 4 - Effets et impacts sur le milieu vivant	23
1 Benthos.....	23
1.1 Effets potentiels.....	23
1.1.1 Effets directs des dragages	23
1.1.2 Effets directs des immersions.....	23
1.1.3 Processus de recolonisation.....	24
1.1.4 Effets indirects liés à la qualité des eaux.....	25
1.1.5 Effets indirects liés à la sédimentation des particules remises en suspension	25
1.1.6 Altération liée à la modification des paramètres hydrosédimentaires.....	25
1.1.7 Altération liée à la toxicité des sédiments.....	26
1.2 Eléments de sensibilité	26
1.2.1 Sensibilité aux actions mécaniques.....	26
1.2.2 Sensibilité aux contaminants	26
2 Plancton	27
2.1 Effets potentiels sur le plancton	27
2.2 Eléments de sensibilité	27
3 Algues et herbiers	29
3.1 Effets potentiels sur les algues et la flore aquatique	29
3.2 Eléments de sensibilité	29



4	Ichtyofaune	30
4.1	Effets potentiels sur l'ichtyofaune	30
4.1.1	Effets mécaniques directs	30
4.1.2	Effets de dérangement	30
4.1.3	Effets d'ordre biosédimentaire	31
4.2	Eléments de sensibilité	31
5	Avifaune	32
5.1	Effets potentiels sur l'avifaune	32
5.2	Eléments de sensibilité	33
6	Mammifères marins	35
6.1	Effets potentiels sur les mammifères marins	35
6.1.1	Effets du bruit	35
6.1.2	Effets liés à la présence des navires : risque de collision	37
6.1.3	Risque de contamination	37
6.2	Eléments de sensibilité	37
6.2.1	Fréquentation des sites	37
6.2.2	Rapport au bruit	37
6.2.3	Biodisponibilité des contaminants	38
Chapitre 5 - Effets et impacts sur les habitats		39
1	Définition et référentiels	39
1.1	Les référentiels existants	39
2	Effets potentiels sur les habitats	40
3	Eléments de sensibilité	40
3.1	Méthodes d'évaluation	41
3.2	Cas spécifique des habitats Natura 2000	41
3.2.1	Patrimonialité	41
3.2.2	Etat de conservation	43
3.2.3	Critères d'évaluation de la sensibilité	44
3.2.4	Sensibilité des principaux habitats d'intérêt communautaire	44
Chapitre 6 - Effets et impacts sur les activités		52
1	Cultures marines	53
1.1	Effets potentiels sur les cultures marines	53
1.2	Eléments de sensibilité	54
2	Pêche	54
2.1	Effets potentiels sur la pêche	54
2.2	Eléments de sensibilité	55
3	Baignade	57
3.1	Effets potentiels sur la baignade	57
3.2	Eléments de sensibilité	57
4	Ressources minières	57
4.1	Effets potentiels sur la ressource	57
4.2	Eléments de sensibilité	58

Liste des figures

Figure 1 : Schéma de la méthodologie d'évaluation des impacts	1
Figure 2 : Le <i>Samuel de Champlain</i> (© Mer et Marine– V. Groizeleau).....	10
Figure 3 : Illustration de la chute des matériaux lors d'une immersion par clapage.....	18
Figure 4 : Schéma simplifié de l'évolution du nombre d'individus, du nombre d'espèces et de la biomasse lors du processus de recolonisation, extrait de Toupin 2004 (d'après Newell et al. 1998, et basé sur Pearson et Rosenberg, 1978 ; Roads et al., 1978).....	24
Figure 5 : Exemple d'espèces de phytoplancton vues au microscope.....	27
Figure 6 : Exemple d'espèces du zooplancton : a) Radiolaire : zooplancton microscopique www.radiolaria.org . b) <i>Euphausiaca</i> (Krill) source NOAA. C) <i>Pelagia noctiluca</i> espèce de méduse. Source FFESSM.	28
Figure 7 : Oiseaux marins se nourrissant dans le panache turbide provoqué par la surverse d'une drague hydraulique (Crédit photo : Egis eau).....	32
Figure 8 : Zones d'influence théoriques du bruit (<i>inspiré de Richardson et al. 1995</i>)	36

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau des habitats Natura 2000 marins et estuariens, déclinaisons et correspondance avec les autres référentiels.....	42
Tableau 2: Répartition des espèces des herbiers marins et estuariens.....	46
Tableau 3 : Synthèse de la sensibilité des principaux usages littoraux et estuariens aux effets négatifs et positifs potentiels des opérations de dragage et d'immersion	52
Tableau 4 : Synthèse des principales sensibilités de la pêche	56

Chapitre 1 - Principes méthodologiques

Qu'il s'agisse d'un dragage et/ou d'une immersion, toute opération interagit inévitablement avec son environnement et peut modifier certains paramètres environnementaux plus ou moins temporairement, sur une emprise géographique variable.

- L'**effet** décrit la conséquence objective de cette interaction sur l'environnement. Par exemple, un dragage entraîne un abaissement des fonds de plusieurs dizaines de centimètres à plusieurs mètres par prélèvement du substrat.
- L'**impact** est la transposition de cette conséquence sur les différents compartiments de l'environnement (écosystème, paysage et patrimoine, usages) selon une échelle de **sensibilité**. Par exemple, le prélèvement des matériaux lors d'un dragage entraîne une forte altération voire la destruction de l'habitat sur la zone draguée.

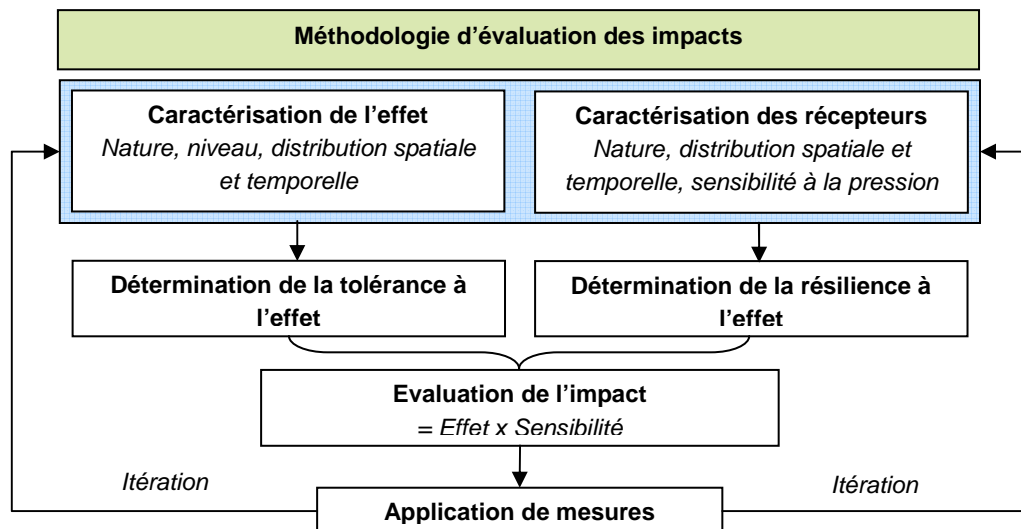


Figure 1 : Schéma de la méthodologie d'évaluation des impacts

Si le cœur de ce guide ne porte pas sur les effets et les impacts des opérations de dragage et d'immersion mais sur les suivis de ces impacts, il est nécessaire d'en faire une présentation même succincte. La présente annexe technique rappelle pour chaque composante de l'environnement au sens large (milieu naturel et humain) :

- les **effets potentiels** que peuvent avoir les dragages et les immersions sur ces composantes ;
- les **éléments de sensibilité** de ces composantes susceptibles d'influencer l'ampleur des impacts associés à ces effets.

A noter que plusieurs critères de projet (volume et qualité des matériaux notamment) contribuent à définir cette sensibilité. Ces critères sont présentés en détail dans l'annexe technique n°3.



1 Les différents types d'effets

Au-delà de leurs caractéristiques techniques, les effets peuvent être qualifiés selon plusieurs critères.

Effets directs et indirects

L'étude des impacts ne doit pas se limiter aux seuls effets directement attribuables aux travaux et aux aménagements projetés. Elle doit aussi tenir compte des effets indirects, notamment liés aux modifications en « cascade » des caractéristiques du milieu.

Effets temporaires et permanents

Les effets **temporaires** disparaissent dans le temps et concernent, dans le cas d'opérations de dragage et d'immersions, la majorité des effets liés aux travaux.

Les effets **permanents** sont les effets susceptibles de persister au-delà de la vie des opérations.

Effets cumulés

Ces effets sont définis par la Commission européenne (*cumulative effects*) comme des « *changements subis par l'environnement en raison d'une action combinée avec d'autres actions humaines passées, présentes et futures* ».

Le terme « cumulé » fait donc référence à l'évaluation de la somme des effets d'au moins deux projets différents. Il est ainsi nécessaire de distinguer les effets d'un même projet qui peuvent s'ajouter et les effets cumulés liés à l'interaction entre deux projets distincts.

On notera que la réforme des études d'impact précise le champ d'investigation réglementaire associé à l'analyse des effets cumulés. Cette étude doit porter sur les autres projets connus, à savoir les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements qui se situent dans la zone susceptible d'être affectée par le projet, et qui ont fait l'objet d'une étude d'impact et sont autorisés ou en cours d'instruction.

2 La caractérisation des impacts

Suite à la détermination des effets, les impacts doivent être hiérarchisés sur la base d'une appréciation de la **sensibilité** des composantes de l'environnement atteintes. Qu'il s'agisse d'un élément d'un écosystème, de patrimoine ou d'un usage, cette notion de sensibilité est un élément central de l'évaluation d'un impact. De manière générale, elle peut être définie à partir de la **tolérance** à l'effet considéré, et de la **résilience** à cet effet. Ces deux qualificatifs intègrent les questions clés à se poser pour la hiérarchisation des impacts.

Tolérance

La tolérance d'un élément à un effet peut être définie comme sa susceptibilité d'être affectée par cet effet. Pour un élément d'un écosystème par exemple un habitat ou une espèce, elle décrit le potentiel de destruction, dégradation, de réduction ou d'amélioration de la viabilité qu'a l'effet sur cet élément.

La réflexion portant sur cette tolérance se pose nécessairement à l'échelle de l'individu ou de l'unité mais doit également être replacée dans son caractère global :

- L'espèce benthique considérée est susceptible d'être détruite par le dragage ou le dépôt de matériaux, mais quelle est la conséquence sur le peuplement ? S'agit-il d'une espèce rare ou au contraire abondamment représentée sur ce territoire ?
- L'immersion de matériaux est susceptible d'affecter les ressources halieutiques, mais à quelle échelle ? Raisonne-t-on à l'échelle de l'individu, du stock local, du peuplement ?

Résilience

La résilience d'un élément à une perturbation peut être définie comme sa capacité à retrouver un état proche à celui prévalant avant la perturbation. La résilience intègre une notion de temporalité qui doit être adaptée à chaque élément considéré. On ne raisonnera pas nécessairement sur les mêmes échelles de temps entre des éléments écosystémiques, géomorphologiques ou d'usages.

La réflexion portant sur cette résilience soulève des notions de réversibilité, d'occurrence, d'adaptabilité...

- L'état prévalant avant effet peut-il être retrouvé ?
- Quelle résilience espérer par rapport à un effet permanent ou un effet temporaire mais d'occurrence régulière ?

Chapitre 2 - Effets et impacts sur le milieu physique

1 Effets potentiels

1.1 Effets sur la nature des fonds et des berges

1.1.1 Effets directs du dragage

Les dragages modifient la structure des fonds marins par prélèvement des matériaux superficiels. La bathymétrie est augmentée, objectif de l'opération, et la morphologie globale est modifiée par l'extraction des matériaux. L'ampleur de ces perturbations dépend des objectifs de dragage, des outils utilisés et des surfaces concernées par les extractions.

On considère que les dragages d'entretien, en maintenant une profondeur constante, ne modifient pas significativement la bathymétrie des zones draguées et n'entraînent pas de changement notable de la nature des fonds à long terme. Les dragages liés à des travaux neufs, ont par contre un effet beaucoup plus marqué sur ces composantes du milieu.

Les volumes dragués en France le sont aujourd'hui essentiellement par dragues aspiratrices en marche. Le bec d'élinde utilisé lors de ce type de dragage provoque la formation de sillons d'une profondeur pluri-décimétrique et d'une largeur de 1 à 2 m. Le passage répété de la drague au même endroit abaisse les fonds jusqu'à la profondeur souhaitée.

1.1.2 Effets directs de l'immersion

Le dépôt des matériaux de dragage sur le site d'immersion provoque une élévation locale immédiate des fonds marins. Une fois sur le fond, les sédiments subissent des phénomènes de tassement et de consolidation. Ils peuvent également être repris par les courants ambiants et par l'agitation. Les variations bathymétriques induites sont donc soit temporaires (milieu dispersif) soit permanentes (milieu conservatif).

L'ampleur et la résilience de cette modification bathymétrique dans le temps dépendent des volumes immergés, de la nature des sédiments et des conditions hydrodynamiques locales susceptibles de remobiliser ces sédiments.

On considère généralement qu'à volumes égaux, la persistance d'un dépôt de sédiments fins est plus faible qu'un dépôt de sédiments grossiers voire de blocs, étant donné l'aptitude plus importante de ces matériaux fins à être remobilisés par les mécanismes hydrodynamiques in situ. Cette remobilisation est susceptible d'induire à son tour une remise en suspension des matériaux dans la colonne d'eau et ce à plus ou moins courte échéance.

A l'inverse, l'immersion de matériaux plus grossiers pourra avoir un impact plus significatif, notamment sur les processus locaux d'érosion ou d'accrétion.

1.1.3 Effets potentiels liés à la remise en suspension de matériaux

En sédimentant, les particules constitutives des panaches turbides que peuvent générer les opérations de dragage et d'immersion sont susceptibles de modifier la nature sédimentaire des fonds au-delà des stricts périmètres de dragage ou de dépôt.

Dans le cadre de dragage, l'importance potentielle de ce phénomène est essentiellement marquée pour les opérations de dragage hydraulique mettant en œuvre de la surverse. On distingue le processus de surverse de densification et la technique de dragage à l'américaine :

- La technique de densification consiste à prolonger le dragage une fois le puits rempli de manière à améliorer la densité des matériaux dans le puits de la drague, par évacuation sous le navire par l'intermédiaire d'un déversoir d'une partie de l'eau excédante chargée de sédiments non décantés.
- La technique de dragage à l'américaine consiste à remplir le puits de l'engin puis à poursuivre le dragage en rejetant à l'extérieur de la drague les sédiments pompés par l'intermédiaire d'un déversoir. L'eau chargée est rejetée dans le milieu, au-dessous du navire).

Essentiellement utilisée lors de dragages hydrauliques, cette technique provoque une forte remise en suspension de matériel particulaire dont les incidences varient en fonction de la sensibilité des milieux.

En termes d'incidences hydrauliques et sédimentaires en milieu estuarien, cette remise en suspension a pour conséquences potentielles :

- le comblement de chenaux annexes à l'estuaire,
- la déconnexion d'annexes hydrauliques par comblement des canaux,
- l'exhaussement de vasières par sédimentation,
- la modification locale de la nature sédimentaire des fonds.

A titre d'exemple, le GPMNSN a arrêté la surverse de densification en 2005. Cela concernait un volume annuel moyen proche de 2,5 Mm³ qui était remis en suspension dans le milieu. Cette avancée a été permise par l'utilisation de la drague aspiratrice en marche *Samuel de Champlain* qui est équipée d'un puits de grande capacité (8 500 m³).



Figure 2 : Le *Samuel de Champlain*
 (© Mer et Marine– V. Groizeleau)

En milieu marin, les perturbations indirectes engendrées par les panaches turbides sur le compartiment sédimentaire peuvent être associées :

- au dépôt de fines lié à la diffusion d'un panache turbide,
- au dépôt de sédiments plus fins provoqué par une diminution localisée des vitesses des courants de fond liée à la création de souilles.

La qualité des sédiments subissent davantage l'impact que les processus sédimentaires eux-mêmes.

1.2 Effets sur l'hydro-morphologie

Les modifications morphologiques et sédimentaires des fonds marins ou estuariens sont susceptibles d'influencer les paramètres hydrodynamiques qui régissent l'écoulement des eaux et l'agitation ainsi que les processus sédimentaires. Les effets sur le milieu peuvent ainsi s'étendre au-delà du simple périmètre des opérations, en affectant le régime du système hydro-sédimentaire dans lesquels elles s'insèrent.

Les dragages d'entretien, en maintenant une profondeur constante, ne modifient pas significativement la bathymétrie des zones draguées et n'entraînent donc pas de modification notable de l'hydrodynamisme ou de la sédimentologie à court terme. Les dragages d'approfondissement par contre sont plus largement susceptibles de modifier l'hydrodynamisme local. Les excavations peuvent en effet rompre l'équilibre des processus de transit sédimentaire. Les caractéristiques des souilles telles que leurs dimensions ou leur orientation, la profondeur d'eau sur le site de dragage ou encore la proximité des dragages par rapport aux côtes ou aux rives fluviales, sont des facteurs à prendre en compte lors de l'évaluation des risques d'incidence des dragages sur la sédimentologie.

Sur les sites d'immersion, le dépôt de sédiments entraîne une modification de la bathymétrie susceptible de générer des phénomènes locaux (accélération du courant, gonflement ou déferlement de la houle). On estime généralement que ces impacts sont très localisés et négligeables à l'échelle des masses d'eau considérées. L'ampleur de l'engraissement du site par dépôt de matériaux sera directement fonction des conditions hydrodynamiques locales (voir ci-avant).

2 Eléments de sensibilité

2.1 Particularités des façades maritimes

2.1.1 Manche

Géomorphologie

La partie orientale de la Manche se caractérise par une alternance de grandes plages sableuses et de falaises. La remontée du niveau de la mer suite aux dernières glaciations a provoqué l'inondation des basses vallées littorales créant notamment les estuaires en partie inférieure (Seine, Somme, Authie, Canche, etc.). Sur la partie occidentale, les côtes rocheuses dominent le littoral breton.

Les grands ensembles géomorphologiques suivants se distinguent de l'Est vers l'Ouest :

- **La Flandre maritime** : côte basse dunaire à estran étendu (1 km de large) prolongé en mer par des petits fonds (- 10 à - 20 m) de sable, gravier et débris coquilliers. Les terres sont drainées par un réseau dense de canaux.
- **Le Boulonnais** : côte à falaises marquée par la succession du cap Blanc-Nez, le Cap Gris-Nez et le Cap d'Alprech. Des fonds de moins de 10 m se retrouvent jusqu'à 1 000 m de la côte.



- **Le Marquenterre** : côte basse dunaire remblayée ponctuée des petits estuaires de Canche, d'Authie et de Somme. Les fonds atteignent 10 m de profondeur à 10 km de la côte et 20 m à 20 km. Un transit littoral développé régit d'importants remaniements sédimentaires.
- **La côte du Pays de Caux** : côte à hautes falaises dont les fonds sont marqués par une faible pente (1 %), la présence de cailloutis en zone centrale et de sédiments fins aux extrémités.
- **La côte de la baie de Seine** : côte marquée à l'est par l'estuaire de la Seine et des fonds de sable limoneux et de vase, et les falaises de Lieuvain et du Pays d'Auge à l'ouest qui alternent avec les vallées comblées de la Touques, de la Dives et de l'Orne. Les fonds présentent une faible pente (entre 0,2 et 0,3 %) et se caractérisent par des dépôts vaseux associés à la décantation des eaux de la Seine. Les falaises et les fonds sableux du Bessin marquent la transition avec la pointe du Cotentin.
- **La côte Nord du Cotentin** : côte granitique aux fonds alternants entre galets, cailloutis et blocs.
- **La côte ouest du Cotentin** : côte dunaire délimitant des marais maritimes, entourée de pointements rocheux au Nord et au Sud.
- **Le Golfe de Saint-Malo** : côte marquée de trois baies dont la baie du Mont Saint-Michel qui constitue une importante zone de sédimentation littorale et qui abrite d'immenses estrans calcaro-sableux. A l'Ouest s'observent la baie Malouine et la baie de Saint-Brieuc.
- **Les côtes du Trégor et du Léon** : côte granitique peu élevée à larges platiers rocheux prolongée au large par de nombreux écueils et îlots.

De manière générale, le gradient de courants de marée conditionne les séquences sédimentaires depuis les fonds caillouteux balayés par de très forts courants jusqu'aux sédiments fins confinés dans les baies et estuaires. La plus grande étendue de la Manche est constituée de fonds de cailloutis et de sédiments grossiers.

Hydrodynamisme

L'amplitude des marées est considérable : 5 m devant les côtes de Flandres, 8 m le long des côtes de Picardie (baie de Somme), et 5 m au nord du Cotentin, 12 m dans la baie du Mont Saint-Michel et autour des îles anglo-normandes et 6 m dans la rade de Brest aux abords de la pointe de la Bretagne.

La marée y est un élément déterminant de la circulation générale des eaux, avec une progression globale de l'Atlantique vers la mer du Nord. La dérive Nord-Atlantique induit un courant général portant vers l'Est et qui atteint 2,7 milles par jour.

En Manche, la vitesse des courants dépasse fréquemment 3 nœuds et peut atteindre 10 nœuds en vive eau d'équinoxe dans le Raz Blanchard entre la Hague et l'île d'Aurigny. Dans les baies, comme celles de Saint-Brieuc et de la baie du Mont Saint-Michel, les vitesses diminuent et permettent aux éléments fins de se déposer.

Entre Dieppe et la frontière belge, la hauteur de la houle croît du sud vers le nord pour atteindre un maximum de 4,7 m au large de Dunkerque.

Hydrologie

Dans la partie occidentale de la Manche, les eaux sont sous influence de l'Atlantique. Dans la partie orientale, les eaux côtières sont directement influencées par les apports fluviaux d'eau douce de la Seine et d'autres fleuves comme la Somme qui provoquent leur dessalure et l'augmentation de leur turbidité au niveau des estuaires. Il existe un gradient thermique bien marqué entre les eaux occidentales sous la dépendance des eaux atlantiques (faible amplitude thermique : 8°C en hiver et 16°C en été) et les eaux orientales avec un gradient thermique plus prononcé : 4°C en hiver et supérieur à 20 °C en été .

La Seine draine un bassin versant d'environ 78 000 km² où l'on considère que se concentre 40 % de la production industrielle française et que l'agriculture intensive occupe 60 % du territoire. D'un débit moyen de 400 m³/s, les apports en matières en suspension sont modérés et voisins d'environ 5. 10⁵ t.

2.1.2 Atlantique

Géomorphologie

La diversité géomorphologique des côtes atlantiques se retrouve dans la nature des substrats et dans les reliefs : baies, golfes, rias, abers, estuaires. On considère que le littoral se compose de 30 % de côtes rocheuses, 40 % de côtes sableuses et 30 % de marais et de vasières. Les côtes atlantiques sont plus diversifiées dans leur partie nord où alternent côtes rocheuses et sableuses, pointes, baies alors que le sud de la Gironde se caractérise par une côte basse et sableuse. La région bretonne comprend une dorsale rocheuse qui porte les îles de Glénan, Groix, Quiberon, Houat, Hoëdic et Belle Ile. Derrière cette dorsale, se succèdent une série de vasières pré-littorales alimentées par les estuaires et les petites mers intérieures (rivières de Pont l'Abbé, Odet, rade de Lorient, Morbihan, baie de Vilaine).

Entre Loire et Gironde, les massifs rocheux portent les îles de Noirmoutier, d'Yeu, de Ré, d'Oléron et permettent la formation des vasières littorales (Baie de Bourgneuf et Pertuis charentais). Face aux sables dunaires de la Gironde, les éléments fins viennent sédimenter en plusieurs vasières au sud d'Oléron, par exemple.

Sur la région aquitaine, la côte se caractérise par des dunes qui se prolongent en mer par un sable moyen dunaire limité vers le large par un axe de sables grossiers et de graviers vers 50 m.

Les grands ensembles géomorphologiques suivants se distinguent du Nord au Sud :

- **La mer d'Iroise** : délimitée au Nord et au Sud par les pointes de Corsen et du Raz entre lesquelles débouche la rade de Brest.
- **La pointe du Raz à l'Archipel des Glénans** : composée du raz de Sein pleinement exposé aux houles d'Ouest et de la côte granitique basse entre la pointe de Penmarc'h et des Glénans.
- **Des Glénans à Quiberon et Belle-Ile** : la côte s'ouvre au Sud et est le plus souvent abrupte. A l'Est l'ensemble dunaire est marqué de hauts fonds jusqu'à Quiberon qui marque la principale frontière physique du littoral de la Bretagne Sud.

- **La ligne Quiberon – Houat – Hoëdic – Plateau du Four – Pointe du Croisic** : région de vastes baies bien protégées aux fonds souvent inférieurs à -20 m dominés de matériaux fins (sables, vases) et détritiques laissant place à la roche et les matériaux grossiers au-delà.
- **Les pays de La Loire** : marqués par l'estuaire de la Loire qui s'étend entre le pointe du Croisic et la pointe de Saint-Gildas. L'estuaire externe entre Saint-Nazaire et Saint-Gildas est occupé par un vaste banc de sable (Charpentier) dans lequel est creusé le chenal de navigation. La baie de Bourgneuf, ouverte au nord sur l'embouchure de la Loire constitue une zone de sédimentation et de vasières. La côte vendéenne est dominée de schistes.
- **Les pertuis Charentais** : grande étendue entre la Vendée et la Gironde, caractérisée de zones humides, de fonds de faible profondeur et d'un compartimentage dû aux îles (Ré, Oléron, etc.) qui favorise une situation d'abri et de sédimentation à la côte.
- **L'estuaire de la Gironde** : marqué d'un puissant système alluvial, oppose une rive droite où alternent falaises calcaires et marais à une rive gauche moins élevée.
- **La côte aquitaine** : cordon littoral dunaire soumis à un transit sédimentaire globalement dirigé vers le Sud encombrant le delta de marée du bassin d'Arcachon et prenant fin au niveau d'Anglet. Subissant un hydrodynamisme particulièrement important, les fonds sont constamment remaniés.
- **La côte basque** : marquée de falaises de Biarritz jusqu'à Hendaye, interrompues par les baies de Saint-Jean de Luz et de Fontarabie. Les fonds y sont presque uniquement sableux.

Hydrodynamisme

En Atlantique, l'amplitude des marées est bien plus limitée qu'en Manche et atteint 4 à 5 m à l'embouchure de la Loire, 4,5 m à la pointe de Grave et se réduit entre 3,8 m à 4 m près de Saint-Jean-de Luz. Au Sud de la Bretagne, les courants de marée sont relativement faibles (1,5 nœuds maximum en général), et l'action du vent est fréquemment dominante sur la marée dans la détermination de la circulation des eaux.

Vers la pointe de la Bretagne, on retrouve les houles fortes de l'Atlantique jusqu'à 7,5 m. Les houles sont cependant les plus importantes des côtes françaises se retrouvent dans le Golfe de Gascogne avec une hauteur maximale de 9,5 m.

Hydrologie

Les eaux de l'Atlantique peuvent globalement se caractériser par trois grands types de masses d'eau : les eaux continentales estivales et hivernales qui baignent l'ensemble côtier et les masses d'eau du large.

Deux grands estuaires influencent fortement les eaux côtières : au sud, la Gironde avec un bassin versant de 85 000 km² (débit moyen de 800 m³/s) et la Loire au nord avec un bassin versant de 122 000 km² (débit moyen de 840 m³/s).

Les cinq plus grands fleuves du littoral atlantique (Vilaine, Loire, Charente, Gironde, Adour) apportent environ 2,4.10⁶ t/an de matériel en suspension à l'océan et la Gironde contribue à environ 70 % de ce bilan annuel.

2.1.3 Méditerranée

Géomorphologie

Deux grands ensembles se distinguent sur les côtes méditerranéennes françaises.

Essentiellement rocheux à l'Est, avec des petites baies, le plateau continental y est étroit et entaillé de canyons. Des ensembles plus hétérogènes de sables, sables grossiers, cailloutis et blocs se succèdent jusqu'à la frontière italienne laissant place aux vases pélagiques sur les fonds les plus profonds et au large.

Davantage sédimentaire à l'Ouest, dans le golfe du Lion, où s'étalent les sédiments du Rhône, le plateau continental y est plus large. Les faciès sableux dominent les fonds de faible à moyenne profondeur et font place à des sédiments fins et des vases sur les zones plus profondes.

Les grands ensembles géomorphologiques suivants se distinguent du Nord au Sud :

- **Le littoral du Languedoc-Roussillon** : linéaire côtier essentiellement sableux, d'environ 200 km, interrompu par quelques caps rocheux : Sète, cap d'Agde, massif de la Clape, cap Leucate et cap Béar.
- **La Provence rhodanienne** : double convexité formant le Nord du golfe du Lion au niveau du delta du petit Rhône et du delta du grand Rhône.
- **La côte d'Azur** : dominée par un littoral rocheux recouvert de sables, de vases et de graviers en certaines zones abritées.
- **La Corse** : « montagne dans la mer » présentant à l'Ouest des côtes rocheuses très découpées creusées de golfes, et à l'Est des schistes encadrant une plaine alluviale lagunaire à cordons littoraux.

Hydrodynamisme

En Méditerranée, les phénomènes de marée sont quasi nuls et atteignent en moyenne une amplitude de 20 à 30 cm.

Les vents dominants sont le mistral et la tramontane. Le mistral (135 à 150 jours par an) repousse, en été, les eaux chaudes de surface vers le sud et provoque la remontée d'eau profonde froide. Les vents de secteurs est, sud-est et ouest sont moins importants pour l'hydrodynamique générale. Les vents d'est et de sud-ouest fonctionnent comme des vents de mer et provoquent un relèvement du niveau du plan d'eau.

Hydrologie

Le renouvellement des eaux en Méditerranée est très faible (de l'ordre de 1 %). Les entrées d'eau de l'Atlantique sont à l'origine du courant général à caractère cyclonique qui longe les côtes d'Afrique du Nord et qui retourne vers Gibraltar le long des côtes d'Italie et de France constituant le courant « ligure ».

Le linéaire de côte présentant une altération de la qualité des eaux est de l'ordre de 20 %. Ces altérations sont principalement constatées au niveau des grandes agglomérations, des zones industrialo-portuaires et des secteurs confinés.

On considère par ailleurs que le Rhône représente à lui seul plus de 90 % des apports de MES à la mer.

2.2 Cas spécifique des estuaires

Les estuaires constituent des zones complexes, dans lesquelles l'action des eaux continentales interfère avec celle des eaux marines. Axes de transport privilégiés entre la mer et l'intérieur des terres, ils abritent de nombreux ports supports d'une activité d'échange maritime intense sur les façades d'Atlantique et de Manche.

Les estuaires se caractérisent par un chenal central façonné par les courants de marée et ceux du fleuve, dont le calibre s'élargit de l'amont vers l'aval. Systèmes sédimentaires particulièrement instables, appelés à terme à se combler, ils sont facilement perturbés par de petites interventions qui peuvent engendrer de grandes modifications.

L'évolution de l'estuaire est régie par les interactions entre le milieu marin et les apports continentaux. Les eaux salées pénètrent dans l'estuaire au rythme des marées et y déposent des sédiments plus ou moins grossiers. Les eaux douces, chargées en sédiments fins, tendent à rester en surface en les déposant sur les berges. Lorsque les sédiments sont sous forme vaseuse, ils tendent à former un bouchon vaseux se déplaçant au gré des marées. Lors des crues du fleuve, les sédiments marins et fluviatiles accumulés dans l'estuaire sont mobilisés et expulsés de l'estuaire, provoquant un panache turbide plus ou moins étendu.

Face au comblement progressif des estuaires, les dragages sont nécessaires pour maintenir un tirant d'eau suffisant de navigation jusqu'aux aménagements portuaires en amont.

Cette particularité d'interface entre le milieu marin et le milieu continental se traduit par des écosystèmes spécifiques et une fréquentation d'espèces bien particulières. Réceptacles et vecteurs des eaux de bassins versants souvent considérables vers le milieu marin, ils se caractérisent par une hydrologie spécifique (qualité des eaux altérée, turbidité forte, températures variables, etc) qui conditionne directement la sensibilité des milieux à des perturbations de type dragage et immersion.

La prise en compte de leurs spécificités est indispensable pour évaluer les impacts de travaux de dragage et d'immersion avec pertinence, et pour définir des objectifs de suivi en cohérence avec leur sensibilité propre.

Chapitre 3 - Effets et impacts sur la qualité physico-chimique et bactériologique du milieu

1 Qualité des sédiments

1.1 Effets potentiels des dragages

Pour les **dragages d'entretien**, les incidences directes sont généralement limitées. Les sédiments retirés sont généralement de même nature que ceux qui restent en place ou que ceux qui sont amenés à s'y redéposer.

Pour les **dragages d'approfondissement**, les opérations sont susceptibles de mettre à nu des couches de granulométrie différente. Ce risque est facilement vérifiable par analyse des sédiments à extraire, étape systématiquement réalisée au préalable des opérations.

Le dragage n'engendre pas en soi de contamination des sédiments, mais provoque une remobilisation de particules contaminées par les flux du bassin versant et des activités maritimes et portuaires.

La qualité des sédiments peut éventuellement être affectée dès lors que le dragage porte sur des matériaux contaminés et que ceux-ci sont dispersés hors de la zone de dragage, sur une zone non ou plus faiblement contaminée. Cette dispersion peut être causée par l'action directe de l'outil de dragage sur le fond et/ou par diffusion du panache turbide si les techniques employées en forment un (dragage à l'américaine, surverse sur dragage hydraulique).

1.2 Effets potentiels des immersions

Pour les **immersions**, l'étendue des incidences est directement corrélée à la différence entre la nature des matériaux immergés et la nature des matériaux en place. En effet, la nature des fonds est directement modifiée par les dépôts de dragage qui recouvrent immédiatement la couche de surface. Cet effet se produit sur la zone destinée aux dépôts. Il peut néanmoins s'étendre à plus long terme hors des limites des sites de dépôt, aux zones de dispersion des matériaux (si le milieu est dispersif) et en moindre mesure, aux zones sur lesquelles les particules du panache turbide généré par l'immersion se redéposent.

L'impact doit être évalué en tenant compte de la surface recouverte et de la nature des matériaux immergés au regard de la nature des matériaux en place. Lorsque la nature des sédiments immergés diffère de celle du site, les perturbations induites seront plus importantes (texture, granulométrie, contamination, etc). C'est généralement le cas pour des sites vierges de tout dépôt. Lorsque les sédiments sont de même nature cependant, on peut considérer que ces perturbations physico-chimiques sont limitées. C'est plus généralement le cas sur des sites d'immersion régulièrement utilisés.

1.3 Eléments de sensibilité

La sensibilité du compartiment sédimentaire à ces opérations, dépend de trois critères essentiels, étroitement dépendant du projet considéré :

- La qualité des matériaux ;
- La quantité de matériaux prélevés ;
- Les conditions hydro-sédimentaires locales ;

Un descriptif approfondi de ces critères spécifiques est disponible dans l'annexe technique « Critères d'évaluation ».

2 Qualité des eaux

2.1 Effets potentiels

La remise en suspension de matériel particulaire et des contaminants qui lui sont potentiellement associés représente un des principaux vecteurs d'altération de la qualité des eaux lors d'une opération de dragage et d'immersion.

Pour les **dragages**, cette remise en suspension peut s'effectuer de trois manières principales :

- par action de l'outil de dragage sur les fonds (tête d'élinde pour un dragage hydraulique, fuite du godet pour un dragage mécanique à godet, projection ou injection d'eau à la surface, etc.),
- par rejet d'eau chargée en particules fines (voir principe de surverse décrit ci-avant par exemple),
- par remobilisation ultérieure des fines déposées sous des conditions hydrodynamiques spécifiques (cruée pour les cours d'eau ou les fleuves, houle pour le milieu marin).

Pour les **immersions**, cette altération est directement reliée au rejet des matériaux en mer et au potentiel de remobilisation ultérieure des fines du dépôt. L'étendue de ce phénomène sera fonction de la technique employée, de la densité des particules, des conditions hydrodynamiques et de la profondeur des fonds.

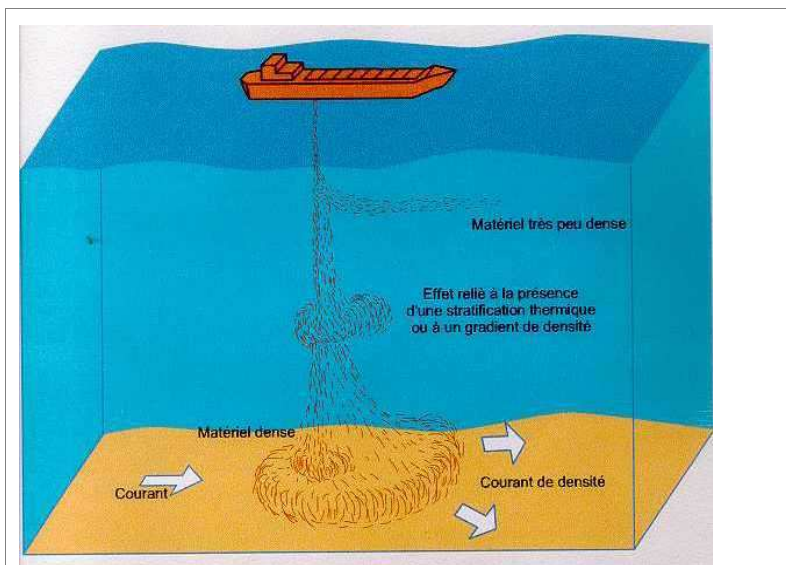


Figure 3 : Illustration de la chute des matériaux lors d'une immersion par clapage



La qualité de l'eau est ainsi directement modifiée par augmentation de la charge particulaire et l'accroissement de la turbidité. Les principales incidences potentielles associées à ce phénomène sont :

- la réduction de la transparence de l'eau et de la visibilité dans l'eau ;
- la mobilisation potentielle de contaminants physico-chimiques, lorsque les sédiments sont contaminés ;
- l'accroissement de la demande en oxygène.

Réduction de la teneur en oxygène

La teneur de l'eau en oxygène dissous est déterminée par la respiration des organismes aquatiques, l'oxydation et la dégradation des matières organiques, l'activité photosynthétique de la flore et les échanges avec l'atmosphère.

Lorsque le matériel particulaire remis en suspension dans la colonne d'eau possède un fort potentiel de demande en oxygène, la teneur en oxygène de l'eau peut localement être modifiée, perturbant ainsi les composantes en équilibre dans le milieu décrites précédemment.

La quantité d'oxygène consommé va ainsi essentiellement dépendre de la nature des éléments remis en suspension (matière organique, composés chimiques réducteurs spécifiques), et de la vitesse de chute du panache turbide.

D'autres processus de consommation de l'oxygène dans l'eau, naturels (consommation par la matière organique des bouchons vaseux des estuaires par exemple) ou anthropiques (rejets) doivent être pris en compte lors de l'évaluation de la sensibilité du milieu aux phénomènes d'anoxie lors des opérations de dragage.

**Relargage de sels nutritifs**

La flore microbienne des fonds marins ou de cours d'eau dégrade et minéralise la matière organique morte qui s'y accumule, enrichissant ainsi les sédiments en éléments nutritifs. Ces sels nutritifs peuvent être relargués au moment du dragage venant enrichir les eaux de surface lorsque les techniques de dragage remobilisent des matériaux dans l'eau (surverse par exemple).

L'incidence de ce processus doit être évaluée au regard des teneurs ambiantes en sels nutritifs dans la colonne d'eau. Elles sont généralement élevées dans les estuaires qui sont déjà des milieux déséquilibrés et eutrophes, du fait des apports importants de sels nutritifs d'origine urbaine, industrielle et agricole. Les milieux marins, plus ouverts, sont des milieux où ces teneurs seront vraisemblablement plus réduites.

Il n'y a aujourd'hui pas de connaissances de cas avérés de blooms phytoplanctoniques ou de marées vertes en lien avec des opérations de dragages. Les travaux d'Ifremer montrent que les phénomènes de prolifération d'algues vertes comme ceux qui se produisent de façon récurrente sur certaines plages bretonnes requièrent 3 éléments :

- Des apports excessifs d'éléments nutritifs et plus précisément de nitrates ;
- Des conditions d'éclairement : les algues vertes ne se développent que par très faible fond ou sur l'estran dans des conditions optimales d'éclairement ;
- Des conditions hydrodynamiques qui limitent la circulation des masses d'eau (confinement des eaux enrichies en éléments nutritifs d'origine terrigène à la frange côtière de faible profondeur et bien éclairée).

Si on peut effectivement penser que les opérations de dragages peuvent entraîner un enrichissement de la colonne d'eau par des éléments nutritifs piégés dans le sédiment et l'eau interstitielle, les autres facteurs qui entretiennent la prolifération algale ne sont par contre pas satisfaits du fait de hauteurs d'eau importantes, de turbidité plus élevée y compris du fait même des dragages, et de l'hydrodynamisme local. Au vu de ces éléments, les opérations de dragages n'apparaissent pas devoir entretenir des phénomènes de marées vertes.

**Diffusion de micropolluants**

Les remises en suspension de particules fines lors du dragage peuvent potentiellement s'accompagner d'une diffusion des micropolluants. En effet, ces particules fines, souvent formées en partie d'argiles et de matières organiques, captent très facilement les polluants en solution dans l'eau (éléments traces métalliques, hydrocarbures...). Ceux-ci se retrouvent alors piégés à l'intérieur du sédiment et peuvent être remobilisés dans la colonne d'eau :

- en profondeur sous l'action des outils de dragage sur les fonds,
- en profondeur et en surface si les techniques de dragage impliquent un rejet d'eau et de sédiments.

Dans un contexte où les propriétés physiques des eaux ne changent pas (pH et salinité identiques), les micropolluants piégés ne se remettent en solution que très difficilement, et ce même dans le cas d'un fort brassage. Ils restent le plus souvent associés aux particules sédimentaires et se redéposent sur les fonds.

Altération de la qualité bactériologique et sanitaire

Les ports et estuaires reçoivent des eaux usées d'origines urbaine et agricole et intègrent ainsi les bactéries et les virus de ces rejets plus ou moins épurés.

Si la période de survie de ces organismes pathogènes est limitée dans l'eau de mer, elle peut s'étendre jusqu'à plusieurs semaines dans les matrices sédimentaires des fonds marins ou fluviaux. Il est admis que les sédiments constitués de particules fines contiennent les plus grands nombres de bactéries et de virus.

Le risque associé à la remobilisation de ce matériel sédimentaire en période de dragage doit être évalué en tenant compte des organismes pathogènes présents dans les vases, des conditions hydrodynamiques locales et des secteurs sensibles situés à proximité (zones de baignade, zones conchylicoles, etc.)

Les dragages peuvent également entraîner la mobilisation des kystes dormants d'espèces phytoplanctoniques depuis le sédiment où ils sont enfouis, vers les eaux profondes ou vers les eaux de surface. Il peut en résulter une dispersion et/ou une germination de ces kystes pour les espèces dont le cycle de vie comprend une phase enkystée (c'est-à-dire pour *Alexandrium* sp. et probablement pour *Gyrodinium spirale* ; pour les autres espèces, la production de kystes dormants reste encore à démontrer).

Le risque de dispersion doit être considéré quelle que soit la période de dragage, tandis que le risque lié à la germination doit être considéré principalement lorsque les conditions sont favorables au développement des espèces-cibles, c'est-à-dire au printemps et en été.

Le risque sanitaire doit être apprécié au regard des substances produites par ces espèces phytoplanctoniques (phytoplancton toxique).



On retiendra que l'impact des dragages sur la qualité de l'eau est limité :

- dans le temps, aux périodes de travail de la drague,
- durant ces périodes, à une zone restreinte autour de celle-ci,
- par le taux généralement faible de relargage des contaminants.

L'incidence sur la turbidité de l'eau et sa teneur en particules en suspension doit être évaluée au regard de la turbidité et de la teneur en matière en suspension ambiantes du milieu.

2.2 Eléments de sensibilité

Comme pour la qualité des sédiments, la sensibilité de la colonne d'eau à ces opérations, dépend de trois critères essentiels, étroitement dépendants du projet considéré :

- La qualité des matériaux ;
- La quantité de matériaux prélevés ;
- Les conditions hydro-sédimentaires locales ;

Un descriptif approfondi de ces critères spécifiques est disponible dans l'annexe technique n°3.

Chapitre 4 - Effets et impacts sur le milieu vivant

1 Benthos

1.1 Effets potentiels

1.1.1 Effets directs des dragages

Au niveau biologique, les dragages entraînent le prélèvement de la majorité de la faune benthique de façon immédiate avec les matériaux visés par l'extraction. Seules les espèces mobiles peuvent éventuellement prendre la fuite. Les espèces sessiles arrachées de leur support, les crustacés et les vers sont détruits en quasi totalité. Certains petits bivalves à coquilles épaisses peuvent éventuellement résister et s'enfouir à nouveau après rejet par la drague. On retiendra que les proportions d'épifaune et d'endofaune détruites lors des dragages dépendent de l'intensité du dragage, du type d'habitat et de la nature des communautés benthiques en place.

1.1.2 Effets directs des immersions

L'ensevelissement des peuplements benthiques pendant la phase d'immersion est considéré comme le principal impact direct de l'opération. En effet, les organismes benthiques non ou peu mobiles meurent par asphyxie s'ils n'ont pas la capacité de se creuser un passage au travers des matériaux fraîchement déposés. La capacité de survie des organismes est ainsi essentiellement liée à l'épaisseur des dépôts et à la mobilité des organismes. Les plus petits individus sont les plus vulnérables du fait de leur incapacité à atteindre la surface du sédiment tandis certains invertébrés benthiques peuvent résister à des enfouissements de plusieurs centimètres d'épaisseur, jusqu'à 30 cm (Maurer *et al.*, 1982, Maurer *et al.*, 1986, Roberts *et al.*, 1986, Wilber et Clarke, 1998, Essink, 1999, Schratzberger *et al.*, 2000).

Les zones d'immersion se caractérisent ainsi par une certaine pauvreté benthique, avant que ne débute le processus de recolonisation. Les immersions régulières sur un même site entretiennent cet effet d'enfouissement et d'altération des communautés. Les effets sont maximaux sur les sites vierges de toute immersion préalable ou sur les sites laissés au repos suffisamment longtemps pour avoir été recolonisés de manière significative.

1.1.3 Processus de recolonisation

Le processus de recolonisation s'effectue de manière progressive, et un schéma général en trois étapes semble se dégager de la littérature (Kenny et Rees 1996, Desprez 2000, Toupin 2004, Boyd et *al.* 2005) :

- Une **première phase de recolonisation rapide par des espèces opportunistes** adaptées aux sédiments dragués ou immergés parfois instables. La recolonisation se fait soit par des espèces vagiles issues de populations voisines du site soit par recrutement larvaire depuis la colonne d'eau. Elles présentent généralement un taux de reproduction ainsi qu'une abondance élevés. La richesse spécifique du peuplement est faible en raison de la prédominance de ou des espèces opportunistes. La combinaison de la faible taille des animaux et de la forte abondance se traduit par une biomasse moyenne. Leur cycle de vie et leur vitesse de croissance déterminent le rythme de cette première phase de recolonisation.
- Une **phase de transition est ensuite observée lorsque des espèces initiales ou d'autres espèces non-opportunistes commencent à recoloniser le milieu**, et entrent en compétition avec les espèces opportunistes de départ. Le nombre d'espèces des populations est alors maximal, mais la réduction du nombre d'individus opportunistes se traduit par une nette baisse de l'abondance.
- Un **équilibre est enfin atteint au bout d'un temps qui varie en fonction des conditions locales**. Il est caractérisé par une communauté benthique qui présente une richesse spécifique et une abondance caractéristique du type d'habitat, et une biomasse restaurée liée à la croissance des individus qui composent la communauté.

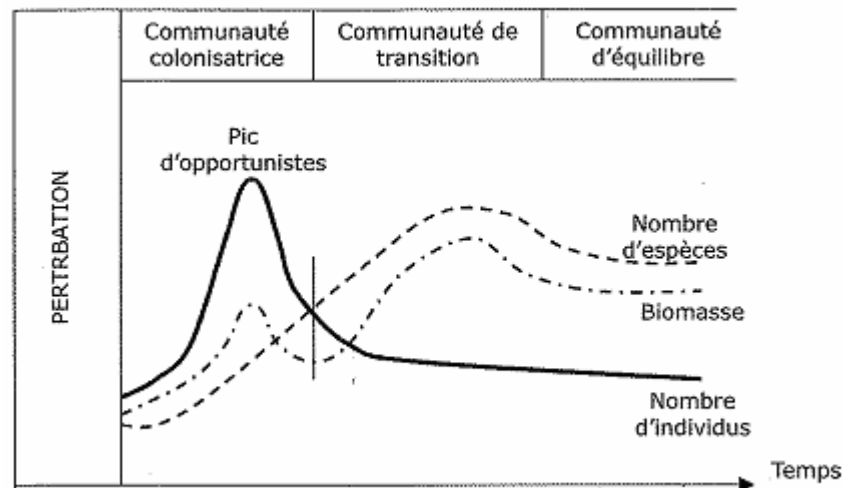


Figure 4 : Schéma simplifié de l'évolution du nombre d'individus, du nombre d'espèces et de la biomasse lors du processus de recolonisation, extrait de Toupin 2004 (d'après Newell et *al.* 1998, et basé sur Pearson et Rosenberg, 1978 ; Roads et *al.*, 1978)

On notera que sur les zones d'immersion, un apport de matériaux exogènes peut provoquer un ensemencement par des espèces exogènes caractéristiques des sites d'extraction. Ce processus reste assez rare étant donné que les espèces du site d'extraction doivent avoir survécu et que les conditions de milieu (hydrodynamisme, substrat, hydrologie) des sites de clapage ne sont pas nécessairement aptes au développement de l'espèce à moyen ou long terme. Les espèces d'estran ou d'estuaire supportent par exemple très mal les fortes salinités de la pleine mer.

1.1.4 Effets indirects liés à la qualité des eaux

Lorsque les activités de dragage et d'immersion génèrent un panache turbide, certains organismes ne tolérant pas les eaux troubles ou les niveaux de matière en suspension trop élevés sont susceptibles d'être affectés. Par exemple, pour des organismes filtreurs comme les hydraires, les bryozoaires ou certains mollusques, une trop forte concentration en matières en suspension peut entraîner le blocage de l'appareil digestif.

L'incidence est généralement moindre sur les espèces mobiles comme les poissons puisqu'ils peuvent éviter les zones trop troubles et revenir une fois que les conditions sont plus favorables. On notera que l'accroissement de la turbidité de l'eau associé au dragage étant temporaire, les effets sur les organismes sont généralement limités.

1.1.5 Effets indirects liés à la sédimentation des particules remises en suspension

L'incidence du dépôt des matériaux remis en suspension (en phase dragage ou immersion) dépend de la vitesse de sédimentation, de la nature de la communauté et de l'augmentation relative de la turbidité. Les mécanismes d'incidences sont :

- **L'asphyxie** : l'épaisseur du dépôt et la vitesse de sédimentation sont trop élevées par rapport aux capacités de mobilité des espèces de la macrofaune benthique qui sont ensevelies ;
- **La modification de l'habitat** : la nature sédimentaire est modifiée ce qui peut perturber les fonctionnalités de l'habitat initial et donc les peuplements qui le constituent ;
- **L'accroissement des ressources alimentaires** : lorsque les individus prélevés et détruits par le dragage sont rejetés dans la colonne d'eau avec l'eau excédentaire (processus de surverse par exemple), ils constituent une ressource alimentaire supplémentaire pour les espèces environnantes. Ils peuvent alors contribuer à l'accroissement de la richesse spécifique et de l'abondance en dehors du périmètre de dragage.

1.1.6 Altération liée à la modification des paramètres hydrosédimentaires

La nature des communautés benthiques est étroitement liée, entre autres facteurs, aux caractéristiques sédimentaires et aux conditions hydrodynamiques locales. La modification de ces composantes peut entraîner des modifications dans la composition des communautés en place.

La stabilité d'un sédiment est un paramètre important dans la détermination de la structure des communautés. Les dragages peuvent, dans certains cas, perturber cette stabilité, que ce soit par modification du régime hydrodynamique ou encore par interruption du transit sédimentaire.

1.1.7 Altération liée à la toxicité des sédiments

L'effet potentiel des contaminants des sédiments immergés sur les communautés benthiques doit également être considéré. Les polluants sont susceptibles de perturber la structure des communautés en place en fonction de la sensibilité physiologique et biologique des espèces qui les constituent.

1.2 Eléments de sensibilité

La sensibilité des communautés benthiques à ces divers effets peut être appréciée à partir de l'étude leurs caractéristiques propres d'une part, et à partir de certaines caractéristiques du projet d'autre part.

1.2.1 Sensibilité aux actions mécaniques

La faune benthique est concentrée dans les dix premiers centimètres de la couche sédimentaire. Quelle que soit la méthode de dragage utilisée et l'épaisseur de matériaux enlevée, cette opération détruit inévitablement l'habitat par les contraintes mécaniques qu'elle induit, ce qui conduit à une destruction totale de la faune sur zone.

L'immersion, sauf dans quelques cas particuliers (immersions en couches extra fines) enterre la faune plus rapidement que la capacité de remontée des animaux et conduit également à l'éradication complète de la faune du site d'immersion. Cet impact peut être minimisé par une optimisation des immersions.

Les organismes benthiques constituent donc le compartiment le plus sensible aux opérations de dragages et d'immersions.

Si on peut s'accorder pour dire que la sensibilité des individus aux deux types d'effets directs associés aux opérations de dragage et d'immersion (prélèvements ou enfouissement) est globalement forte, quelle que soit l'espèce benthique considérée, la connaissance de la biologie des espèces et des conditions nécessaires à leur développement est néanmoins essentielle pour apprécier leur sensibilité aux actions mécaniques indirectes et leur potentiel de recolonisation.

De nombreux retours d'expériences et publications scientifiques peuvent être mis à profit de cet exercice d'évaluation. Si le présent document n'a pas pour objectif de traiter de la sensibilité de l'ensemble des espèces benthiques des côtes françaises, la sensibilité des grands habitats qu'ils constituent est abordée dans le Chapitre 5 -.

Pour information, le site du Marine Life Network (*MarLIN*) héberge une base de données qui synthétise la sensibilité d'un important nombre d'espèces benthiques de Manche, de mer du Nord et d'Atlantique pour diverses perturbations à partir d'un ensemble relativement exhaustif de publications scientifiques.

1.2.2 Sensibilité aux contaminants

Le chapitre précédent fournit un ensemble de données relatives à la toxicité de différents contaminants.

2 Plancton

2.1 Effets potentiels sur le plancton

Les principaux effets potentiels sur le plancton sont liés à l'altération de la qualité des eaux d'une part et au remaniement des fonds d'autre part.

L'altération des eaux est ainsi susceptible d'avoir deux effets antagonistes sur le phytoplancton :

- l'accroissement de la turbidité qui aura tendance à inhiber son développement, et
- le relargage des sels nutritifs contenus dans les sédiments qui pourra au contraire le stimuler.

La diminution éventuelle de l'activité photosynthétique peut donc être compensée partiellement, voire totalement par le relargage dans la colonne d'eau de sels minéraux bio stimulants.

Les remaniements des fonds peuvent entraîner la mobilisation de stades de résistance benthiques depuis le sédiment ou les vases où ils sont enfouis, vers les eaux profondes ou vers les eaux de surface. Il peut en résulter une dispersion et/ou une germination des kystes dormants pour les espèces dont le cycle de vie comprend une phase enkystée (cas d'*Alexandrium* sp. et probablement de *Gyrodinium spirale* ; pour les autres espèces, la production de kystes dormants reste encore à démontrer).

2.2 Eléments de sensibilité

Les organismes planctoniques sont définis par le fait qu'ils vivent dans la colonne d'eau et que leurs déplacements sont directement dépendants, au moins à grande échelle, des mouvements des masses d'eau. On distingue dans cette catégorie, le phytoplancton, qui regroupe les espèces végétales (diatomées, dinoflagellés,...), et le zooplancton, qui regroupent les espèces animales (méduses, krill, larves d'espèces benthiques...). Le plancton, végétal ou animal, constitue les premiers maillons des réseaux trophiques pélagiques

Le phytoplancton est constitué d'espèces de taille microscopique et vit dans la couche éclairée de la colonne d'eau (zone photique), élément essentiel à la réalisation de la photosynthèse.

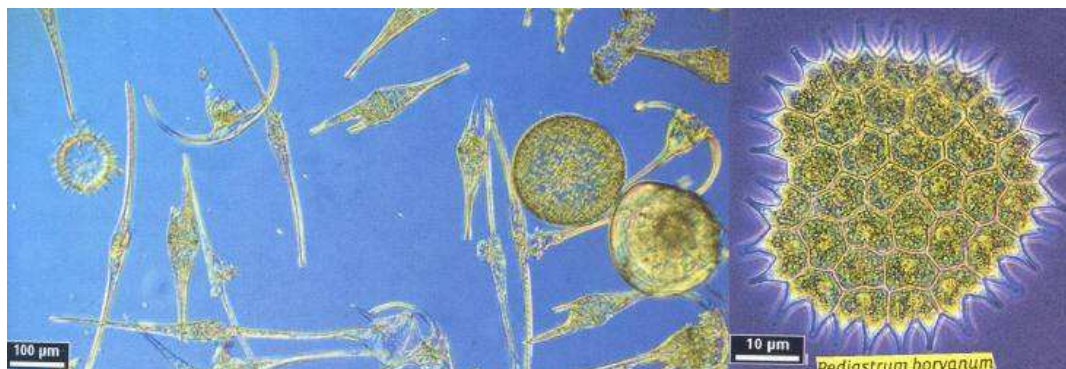


Figure 5 : Exemple d'espèces de phytoplancton vues au microscope

(Source : http://www.incertae-sedis.fr/gl/docu2137_06_plancton-vegetal.htm)

Le zooplancton est constitué d'animaux dont la taille peut varier de quelques μm à plusieurs dizaines de centimètres voire plusieurs mètres (Figure 6). Une partie du zooplancton, le méroplancton est constitué par les œufs et les larves d'animaux benthiques : la durée de la phase de vie planctonique est limitée à quelques stades du cycle de vie.

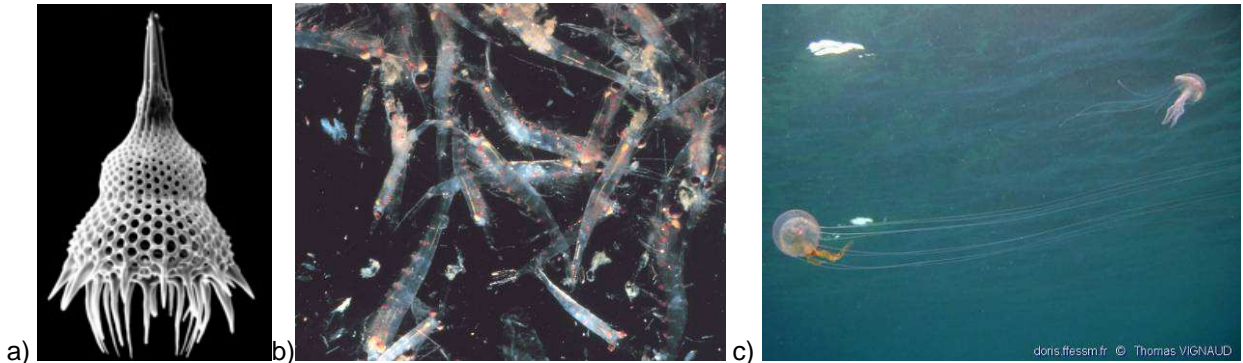


Figure 6 : Exemple d'espèces du zooplancton : a) Radiolaire : zooplancton microscopique www.radiolaria.org. b) *Euphausiidae* (Krill) source NOAA. c) *Pelagia noctiluca* espèce de méduse. Source FFESSM.

Tolérance des individus et étendue des effets

On notera que l'incidence principale sur les organismes planctoniques est liée à la phase d'immersion des matériaux. La hausse brutale de la turbidité n'entraînerait pas de mortalité dans ces populations. Par contre, la remise en suspension de la matière organique induirait une diminution de la teneur en oxygène préjudiciable à la vie planctonique. Cependant, sur les sites d'immersion, souvent fortement brassés par les courants et les houles, la quantité d'oxygène disponible est toujours suffisante et les effets de l'immersion ne se font pratiquement pas sentir sur la population planctonique. Ils sont à la fois limités dans le temps et circonscrits à une zone géographique très restreinte autour du lieu d'immersion.

Période d'opération

Le phytoplancton et le zooplancton montrent des cycles annuels marqués. Sur le littoral, la période où les abondances sont les plus élevées se situe généralement au printemps, avec les apports d'eaux douces à la côte les plus élevés. Le « bloom » phytoplanctonique de printemps est suivi, quelques semaines plus tard, par le « bloom » du zooplancton, constitué surtout de copépodes pélagiques et herbivores.

La période de l'année à laquelle sont effectuées les opérations sont ainsi susceptibles d'affecter la sensibilité des peuplements.

Toxicité phytoplanctonique

La remobilisation de kystes de phytoplancton toxique représente davantage un risque pour la santé humaine que pour l'équilibre des populations phytoplanctoniques. Le risque de dispersion doit être considéré quelle que soit la période de dragage, tandis que le risque lié à la germination doit être considéré principalement lorsque les conditions sont favorables au développement des espèces-cibles, c'est-à-dire au printemps et en été.

3 Algues et herbiers

3.1 Effets potentiels sur les algues et la flore aquatique

Le principal risque d'incidence des opérations de dragage et d'immersion sur les algues et les herbiers est associé aux effets mécaniques directs sur les fonds conduisant à l'arrachage en phase de dragage ou à l'ensevelissement pendant l'immersion. Néanmoins pour les habitats patrimoniaux et les espèces remarquables, ces interactions directes sont généralement évitées. **Le principal risque pour ces peuplements est alors lié à l'effet d'altération de la qualité des eaux et de sédimentation de particules remises en suspension.**

La mise en suspension de matériel fin qui accompagne les opérations de dragage et d'immersion de sable ou de vase implique la génération de panaches de turbidité plus ou moins importante dans la colonne d'eau sur une étendue dépendant essentiellement de la profondeur d'eau, de la granulométrie des particules (vitesse de chute) et des conditions hydrodynamiques (transport latéral). La turbidité produit deux effets complémentaires :

- d'une part la diminution de la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau entraînant une baisse de la photosynthèse préjudiciable aux algues et aux herbiers de phanérogames marines,
- le dépôt de particules fines qui, soit directement (lors de l'immersion), soit indirectement en fonction de la courantologie locale, peuvent se déposer sur les thalles d'algues ou les feuilles d'herbiers. Selon les quantités en jeu, les effets peuvent conduire à une baisse de la vitalité, voire à leur mortalité.

La modification des conditions hydrosédimentaires locales peut également engendrer des incidences indirectes sur certaines espèces floristiques :

- la perturbation du transit sédimentaire peut modifier l'aire de répartition d'espèces étroitement associées au régime sédimentaire des fonds marins telles que l'herbier de posidonies ;
- la modification de l'hydrodynamisme sur les rives peut modifier les cortèges floristiques en place ;
- l'érosion des berges ou des rives peut enfin entraîner la perte d'un substrat nécessaire à l'implantation d'une flore spécifique en place.

3.2 Eléments de sensibilité

Le mot « algue » est un terme générique qui désigne une grande diversité d'espèces macro ou microscopiques dont l'habitat est le milieu aquatique ou humide. Ce sont des végétaux qui réalisent la photosynthèse, contribuant à la production de 50 à 70 % de la production d'oxygène sur terre et qui possèdent la capacité de fixer le dioxyde de carbone. Leur système de reproduction est différent des autres végétaux car les algues ne possèdent pas de fleurs. Il peut être sexué ou s'effectuer par multiplication végétative.

On distingue quatre principaux groupes d'algues, les rouges, les vertes, les brunes, et les bleues :

- Algues rouges (Rhodophytes) : sexuées, zones profondes ou sombres, de petite taille ;
- Algues vertes (Chlorophytes) : près de la surface, sexuées ;
- Algues brunes (Phéophycées) : grands individus, jusqu'à 40 m ;

- Algues bleues (Cyanophytes) : ce sont des algues microscopiques non visibles par le plongeur.

Les herbiers marins sont des prairies sous-marines composées de plantes à fleurs appartenant à l'une des quatre familles de plantes suivantes : *Zosteraceae*, *Posidoniaceae*, *Cymodoceaceae* et *Hydrocharitaceae*. Ces herbiers poussent dans la plupart des mers du globe, en environnement strictement salin.

Les prairies d'algues et les herbiers jouent un rôle essentiel dans les écosystèmes marins et continentaux. Ils constituent pour les milieux marins et estuariens un habitat et un abri pour de nombreuses espèces marines (poissons juvéniles, crustacés, gastéropodes, éponges, anémones, ascidies, vers, etc). Leur présence contribue également à lutter contre l'érosion côtière car elles ralentissent la vitesse des vagues sur le rivage et stabilisent le substrat marin.

Leur sensibilité aux interactions mécaniques directes est forte tandis que leur sensibilité aux phénomènes d'altération de la qualité des eaux et de remise en suspension de matériaux doit être évaluée au regard des conditions ambiantes du milieu et de la biologie de l'espèce.

Si le présent document n'a pas pour objectif de traiter de la sensibilité de l'ensemble des espèces floristiques des côtes françaises, la sensibilité des grands habitats qu'ils constituent est abordée dans le chapitre 5.

Pour information, le site du Marine Life Network (*MarLIN*) héberge une base de données qui synthétise la sensibilité d'un important nombre d'espèces benthiques de Manche, de mer du Nord et d'Atlantique pour diverses perturbations à partir d'un ensemble relativement exhaustif de publications scientifiques.

4 Ichtyofaune

4.1 Effets potentiels sur l'ichtyofaune

4.1.1 Effets mécaniques directs

Les poissons peuvent être détruits ou blessés par l'outil de dragage (aspiration par la tête d'élinde par exemple). Cet effet peut être jugé quantitativement négligeable à l'échelle des populations, excepté s'il s'exerce sur une zone spécifique de nourricerie ou de frayère. On considérera qu'il concerne essentiellement les poissons épibenthiques (type poissons plats) et que la capacité de fuite des poissons limite en général ce risque d'aspiration.

4.1.2 Effets de dérangement

Le dérangement lié à la présence de la drague est sûrement le principal effet des opérations de dragage et d'immersion sur l'ichtyofaune. L'effet s'exprime au travers d'une interaction sonore ou mécanique avec les poissons le long du trajet de la drague et aux abords du navire. Cet effet est très ponctuel dans l'espace et dans le temps. On notera par ailleurs que la remise en suspension de débris d'organismes benthiques constitue une source alimentaire temporaire que les poissons semblent exploiter.

4.1.3 Effets d'ordre biosédimentaire

Des effets indirects d'ordre biosédimentaire peuvent par ailleurs altérer les populations de poissons de manière plus importante par :

- **Un appauvrissement de l'intérêt trophique d'une zone** : les peuplements benthiques ou épibenthiques représentant une source d'alimentation sont détruits,
- **Une modification des fonds sédimentaires supports de fonctions clés pour les espèces** : des zones de frayère ou de nurricerie peuvent être détruites.

On notera que la destruction des communautés benthiques dont se nourrissent les poissons représente un risque de perturbation de la distribution des peuplements sur la zone affectée. Sur les zones où les communautés se rétablissent rapidement, on peut imaginer que cet effet sera limité dans le temps. Les poissons pourraient par contre avoir tendance à désertier les zones où la fréquence d'altération réduit sensiblement les possibilités de colonisation.

Les habitats clés tels que les zones de frayères ou de nurriceries sont systématiquement évités lorsqu'ils sont connus. La connaissance précise de ces zones est cependant encore très limitée, notamment pour les zones de frayère. De plus, la richesse potentielle de certains fonds souvent peu considérés doit également être prise en compte, notamment par rapport au risque de destruction de certaines fonctionnalités.

Au niveau des sites d'immersion, un effet supplémentaire à considérer est le risque de bio-accumulation de contaminants à travers la chaîne alimentaire, si les matériaux immergés présentent des taux de contamination tels que ces risques sont avérés. On considérera que cet effet concerne avant tout les espèces halieutiques à faible mobilité amenées à se nourrir essentiellement sur ou à proximité du site de dépôt.

4.2 Eléments de sensibilité

Le littoral et les estuaires en particulier, sont des habitats essentiels pour les poissons. Ils représentent non seulement une source abondante d'aliments car ils sont par nature des milieux riches en plancton mais ce sont également des sites de reproduction. Par ailleurs, les poissons forment un des éléments les plus importants de la faune marine et constituent également un maillon fondamental de la chaîne alimentaire.

Le littoral atlantique compte plus de 1 000 espèces et certaines présentent un fort intérêt commercial. On citera par exemple la sole, le hareng, la sardine, etc. Entre la surface et 50 m de profondeur, entre 500 et 600 espèces de poissons ont été recensées en Méditerranée. La plupart, issues du plateau continental, se dirigent vers les zones côtières pour s'y reproduire. Les larves évoluent jusqu'au stade juvénile et vivent dans un milieu où les courants permettent leur sédimentation.

Les vasières intertidales et les baies adjacentes sont les zones de nurricerie des principales espèces de poissons. Concrètement, il s'agit des zones où les larves viennent se déposer et se disperser. Les fonds doivent connaître des conditions idéales telles que le maintien des faciès sédimentaires, une même qualité d'eau constante et l'existence d'une certaine faune trophique. Ces milieux présentent une sensibilité particulière.

5 Avifaune

5.1 Effets potentiels sur l'avifaune

Les travaux de dragage peuvent avoir des incidences plus ou moins directes sur les populations d'oiseaux. De manière générale, l'évolution des populations d'oiseaux marins ou estuariens est liée à la qualité des eaux, au maintien des habitats qu'ils fréquentent et de leurs fonctionnalités (reproduction, alimentation).

Plusieurs effets potentiels sur l'avifaune peuvent être définis :

- L'altération voire la destruction directe ou indirecte d'habitats par les activités de dragage ;
- Le dérangement des espèces par le bruit ou par la présence d'engins ;
- La modification directe ou indirecte de la ressource alimentaire :
 - remise en suspension de débris d'organismes benthiques conduisant temporairement à une ressource alimentaire directe ou indirecte par effets d'attraction de poissons pélagiques ;
 - réduction de la fréquentation de la zone par les poissons associée à la destruction du benthos ;
 - dissémination éventuelle dans le milieu de micropolluants à l'origine de bioaccumulations dans la ressource alimentaire.

Les retours d'expérience sur le lien de causalité entre les dragages et la réduction des habitats des oiseaux ainsi que la modification de leurs ressources alimentaires sont extrêmement limités. Des études complémentaires seraient nécessaires pour y parvenir. En revanche, le dérangement d'espèces est un effet à prendre en compte, mais à relativiser au regard de l'intensité du trafic maritime.



Figure 7 : Oiseaux marins se nourrissant dans le panache turbide provoqué par la surverse d'une drague hydraulique (Crédit photo : Egis eau)



5.2 Eléments de sensibilité

La sensibilité doit être évaluée au regard de la superposition des habitats avec les emprises des différents effets du projet. Pour l'essentiel des cas de figure, les risques d'impact concerne des interactions limitées aux masses d'eau et donc à des effets sur l'alimentation ou le déplacement.

Les zones estuariennes présentent une sensibilité particulière puisqu'elles sont des lieux de fortes fréquentations des oiseaux. Dans l'estuaire de Gironde par exemple, 130 espèces nicheuses ont été recensées depuis 1970 (Conservatoire de l'estuaire de Gironde : <http://estuairegironde.net/ceg/ceg-a.html>). Comme autre exemple, la baie de Somme est un des rares sites estuariens à être protégée au titre de la convention RAMSAR.

Le tableau suivant fait état du statut de conservation et de l'évolution démographique des oiseaux marins nicheurs de France durant la dernière décennie du 20^{ème} siècle.



Espèces	DO	SC	SC	Rép. géogr.	Effectifs	Effectifs	Effectifs	Tendance	
Nom vernaculaire		EU	FR		1987-1989	1997-2001	2009-2010	1998-2010	
	<i>Nom scientifique</i>								
Fulmar boréal	<i>Fulmarus glacialis</i>	-	S	LC	Atl.	1 000	1 160	825	↘
Puffin cendré	<i>Calonectris diomedea</i>	OI	(V)	VU	Méd.	1 065	1 170	> 900	→ (?)
Puffin des Anglais	<i>Puffinus puffinus</i>	-	(L)	VU	Atl.	120	190	220	→
Puffin yellouan	<i>Puffinus yellouan</i>	OI	S	VU	Méd.	300	350	885	↗↗↗ ⁽¹⁾
Océanite tempête	<i>Hydrobates pelagicus</i>	OI	(L)	NT	Atl., Méd.	(500 ?)	(1 030 ?)	(900 ?)	→ (?)
Fou de Bassan	<i>Morus bassanus</i>	-	L	NT	Atl., Méd.	6 500	15 125	21 890	↗
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	-	S	LC	Atl., Méd., Int.	1 660	3 430	> 5 095	↗↗
Cormoran huppé	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	OI*	S	LC	Atl., Méd.	4 870	6 890	> 8 200	↗ (?)
Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephalus</i>	OI	S	LC	Atl., Méd., Int.	130	2 200	6 535	↗↗↗
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	OII	S	LC	Atl., Méd., Int.	37 000	38 945	> 12 170	?
Goéland railleur	<i>Larus genei</i>	OI	(S)	EN	Méd.	285	850	720	→
Goéland d'Audouin	<i>Larus audouinii</i>	OI	L	EN	Méd.	90	75	55	↘
Goéland cendré	<i>Larus canus</i>	OII	D	VU	Atl., Int.	30	30	50	↗↗
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	OII	S	LC	Atl., Int.	23 065	22 655	> 19 305	→ (?)
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	OII	S	LC	Atl., Int.	88 110	78 540	> 38 490	↘↘
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>	OII	(S)	LC	Atl., Méd., Int.	32 000	41 590	> 29 010	→ (?)
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>	OII	S	LC	Atl.	2 230	4 110	> 5 700	↗
Mouette tridactyle	<i>Rissa tridactyla</i>	-	S	NT	Atl.	3 440	5 695	5 000	→
Sterne hansel	<i>Gelochelidon nilotica</i>	OI	(E)	VU	Méd.	410	275	495	↗↗
Sterne caugek	<i>Sterna sandvicensis</i>	OI	D	VU	Atl., Méd.	6 620	6 900	6 350	→
Sterne de Dougall	<i>Sterna dougallii</i>	OI	E	CR	Atl.	110	80	50	↘
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	OI	S	LC	Atl., Méd., Int.	4 650	4 865	> 5 285	→
Sterne naine	<i>Stemula albigrons</i>	OI	D	LC	Atl., Méd., Int.	1 135	1 775	> 1 725	→
Guifette moustac	<i>Chlidonias hybrida</i>	OI	A	NT	Méd., Int.	1 150	2 455	3 465	↗
Guifette noire	<i>Chlidonias niger</i>	OI	(A)	VU	Atl., Int.	170	250	270	→
Guillemot de Troil	<i>Uria aalge</i>	-	S	EN	Atl.	345	250	320	↗
Pingouin torda	<i>Alca torda</i>	-	S	CR	Atl.	40	25	45	↗↗
Macareux moine	<i>Fratercula arctica</i>	-	V	CR	Atl.	245	240	180	↘
total France						217 270	241 150	> 174 135	

Directive Oiseaux (DO) : OI = espèce inscrite à l'annexe I, OII = espèce inscrite à l'annexe II ; pour le cormoran huppé, seule la sous-espèce méditerranéenne (*Phalacrocorax aristotelis desmaretii*) est inscrite à l'annexe I.

Statut de conservation en Europe (SC EU) : E = En danger, V = Vulnérable, D = en Déclin, A = Affaibli (diminué / « depleted ») ; R = Rare, L = Localisé, AS = A Surveiller, S = Statut non défavorable, () = statut provisoire en raison de la faible fiabilité des données existantes (d'après BirdLife International 2004).

Statut de conservation en France (SC FR) : CR = En danger critique, EN = En danger, VU = Vulnérable, NT = quasi-menacée, LC = préoccupation mineure, c'est-à-dire statut non défavorable (d'après Liste rouge des espèces menacées en France UICN-MNHN 2008).

Effectifs d'après Cadiou, Pons & Yésou 2004 ; les valeurs présentées dans le tableau ont été arrondies.

Rép. géogr. = répartition géographique en France, Atl. = littoral Manche-Atlantique, Méd. = littoral méditerranéen, Int. = intérieur des terres.

Tendance durant la dernière décennie : ↗↗↗ = très forte croissance, d'au moins 100 % ; ↗↗ = forte croissance, entre 50 et 100 % ; ↗ = croissance modérée, entre 20 et 50 % ; → = stabilité, ou variation comprise entre +20 et -20 % ; ↘ = diminution modérée, entre 20 et 50 % ; ↘↘ = forte diminution, d'au moins 50 % ; (x ?) = incertitude liée à l'absence de données exhaustives.

⁽¹⁾ puffin yellouan = l'apparente très forte augmentation est liée à une amélioration des prospections ;

6 Mammifères marins

6.1 Effets potentiels sur les mammifères marins

6.1.1 Effets du bruit

Les opérations de dragage et d'immersion produisent différents bruits qui se dispersent dans le milieu marin à des distances et à des intensités variables en fonction de leurs caractéristiques propres et des conditions physiques du milieu. Ils peuvent provenir du navire et de ses moteurs, de la rotation de ses hélices, etc. Les caractéristiques de ces bruits sont *a priori* les mêmes que ceux provoqués par d'autres navires de même taille. Les bruits plus spécifiques aux opérations de dragage ou d'immersion tels que le système de pompage ou le raclage des fonds, doivent être identifiés et quantifiés afin de pouvoir évaluer la sensibilité potentielle des mammifères marins à cette activité sonore spécifique.

Quelques ordres de grandeur sont fournis par OSPAR¹ :

- **Navires de petite taille (< 50 m) :** 160-175 dB ; la fréquence est plus haute que les navires de plus grande taille avec une fréquence se situant généralement entre 1 kHz pour les machines et 10 kHz pour la cavitation.
- **Dragages :** le bruit généré par l'aspiration des matériaux, par le choc de la tête d'élince sur les fonds, par les vibrations des machines et du navire atteint généralement des niveaux de pression acoustique de 168 à 186 dBrms re 1 μPa ² pour une bande de fréquence de 30 Hz à plus de 20 kHz

¹ Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment, OSPAR COMMISSION, 2009

² Niveau de pression acoustique calculé sur la base de la valeur quadratique moyenne de l'onde pour valeur de pression de référence de 1 micro-Pascal.

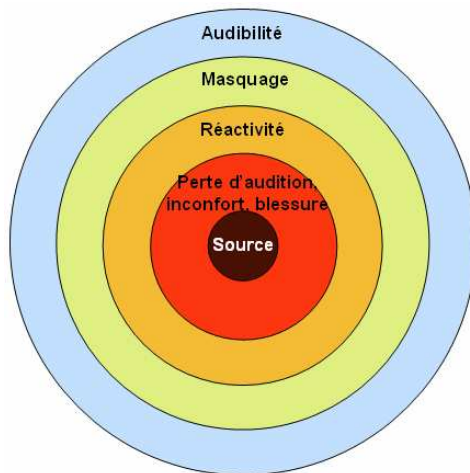


Figure 8 : Zones d'influence théoriques du bruit (inspiré de Richardson et al. 1995)

Il est possible de scinder les niveaux de bruit sous-marins sur les vertébrés en quatre grandes catégories d'effets (Richardson et al. 1995 in Thomsen et al. 2006) :

- La **zone d'audibilité** : il s'agit de l'espace au sein duquel l'animal détecte le bruit. Au-delà de cette limite, on considère que le risque d'impact est nul ;
- La **zone de réactivité** : il s'agit de l'espace au sein duquel l'animal réagit physiologiquement ou par son comportement ;
- La **zone de masquage** : il s'agit de l'espace au sein duquel les niveaux de bruit sont suffisamment élevés pour nuire à la détection de bruits naturels tels que des signaux de communication entre espèces. La limite de cet espace est susceptible de varier fortement d'une espèce à une autre mais se situe le plus souvent entre la limite d'audibilité et la limite de réactivité ;
- La **zone de perte d'audition** : il s'agit de l'espace le plus restreint autour de la source de bruit au sein duquel les niveaux sonores sont tels, qu'ils engendrent des blessures du système auditif résultant en une perte temporaire ou permanente de facultés auditives.

Il est possible de distinguer un cinquième seuil d'impact, au plus proche de la source, au-dessus duquel les blessures provoquées entraînent la mort de l'individu.

Deux types d'impacts peuvent donc être définis par rapport au bruit pour les vertébrés :

- la **blessure** voire la mortalité parmi lesquels il est possible de distinguer les blessures de l'appareil auditif, des blessures d'autres types d'organes ;
- le **dérangement** lié au masquage bio-acoustique ou à la perturbation d'autres fonctionnalités éco-physiologiques.

6.1.2 Effets liés à la présence des navires : risque de collision

La connaissance du risque de collision des cétacés avec les grands navires a surtout fait l'objet d'observations et d'études en Méditerranée (Mayol P., 2007) où la circulation des navires est importante. Les études menées en Atlantique et dans d'autres régions du globe (Laist W. et *al.* 2001) montrent que les collisions entre les navires et les cétacés peuvent être très préoccupantes pour les petites populations de cétacés comme les baleines noires de l'Atlantique Nord dont la survie est menacée.

La probabilité d'une collision physique entre une drague et un mammifère marin reste très faible pour plusieurs raisons : la drague travaille en stationnaire ou en déplacement très lent lorsqu'elle est en opération de dragage, donc à des vitesses très faibles. La période la plus risquée est le trajet entre le site d'immersion et le site de dragage ou le port (navire léger) et dans l'autre sens lorsque le navire est chargé de matériaux dragués. Par rapport au trafic commercial constaté sur les façades maritimes françaises, le trafic des dragues entre les différents sites d'opération représente une proportion extrêmement faible du trafic maritime.

6.1.3 Risque de contamination

Un risque supplémentaire à considérer pour les mammifères est le risque de contamination par bio-accumulation de contaminants au travers de la chaîne alimentaire. Situés en bout de chaîne, ils sont indirectement sensibles à tout rejet de contaminants dans le milieu marin susceptibles de s'intégrer dans la chaîne trophique. Il apparaît complexe de déterminer le risque que peuvent représenter des matériaux de dragage contaminés au regard de la pollution anthropique globale du milieu marin et la part de la ressource alimentaire des mammifères qu'ils sont susceptibles de contaminer (en considérant les effets d'intégration dans la chaîne trophique et les zones d'alimentation des mammifères). On retiendra néanmoins que ce type de matériaux est susceptible de contribuer à ce risque de contamination des mammifères marins en participant à la contamination globale du milieu.

6.2 Eléments de sensibilité

6.2.1 Fréquentation des sites

Le premier élément à considérer pour évaluer la sensibilité de mammifères marins par rapport à des opérations de dragages et d'immersions est leur **fréquentation des zones d'effets du projet**. Hormis la présence physique de la drague, ces zones d'effets s'étendent au-delà du strict périmètre de projet. Les ondes basses fréquences de certains bruits par exemple peuvent être perçus jusqu'à plusieurs kilomètres de leur source. Etant donné l'étendue relativement vaste des habitats des mammifères marins, l'appréciation précise du potentiel de fréquentation des zones d'effet est complexe.

6.2.2 Rapport au bruit

Les différentes études comportementales menées sur les mammifères marins ont permis d'identifier la place cruciale du bruit dans leur comportement et le soutien de certaines fonctions vitales : socialisation, communication, alimentation et orientation. Ils peuvent être divisés en cinq groupes distincts en fonction de leur gamme de fréquences auditive : trois groupes de cétacés (« à basse fréquence », « à moyenne fréquence » et « à haute fréquence »), et les pinnipèdes (dans l'eau et dans l'air) (Southall et *al.*, 2007).

Les cétacés utilisent les sons pour³ :

- communiquer entre eux au moyen de vocalisations, plutôt à basse fréquence mais de spectre très variable selon les espèces ;
- reconnaître et exploiter l'environnement naturel ou artificiel, à la manière d'un sonar passif : bruit de déferlement et proximité de la côte, interception de signaux des prédateurs et des proies, bruit de banquise, etc.;
- détecter activement proies et obstacles, à la manière d'un sonar actif avec détection, localisation, identification par émission de clicks d'écholocalisation à très haute fréquence : cette fonction semble n'exister que chez les odontocètes.

Les niveaux d'émission peuvent être très élevés : 190 dBre 1 μ Pa à 1 m en vocalisation très basse fréquence, 220 dBre 1 μ Pa à 1 m pour des « clics » d'écholocalisation⁴.

Les signaux émis par les mammifères marins ont beaucoup été enregistrés et étudiés. Les caractéristiques objectives en sont répertoriées dans les grandes lignes. En revanche, la connaissance de leur traitement est embryonnaire et ne peut guère s'effectuer que par analogie, soit avec des systèmes sonars artificiels, soit avec les fonctions auditives humaines.

Les pinnipèdes, s'ils ne pratiquent pas l'écholocalisation, produisent eux aussi une importante diversité de bruits, à la fois sous l'eau et en surface, mais dans des gammes de fréquences généralement plus restreintes et plus basses. Les bruits sont le plus souvent produits lors d'interactions sociales et reproductives critiques.

Les mammifères marins ont une gamme d'audition fonctionnelle qui va de 10 Hz à 200 kHz, avec les seuils les plus sensibles autour de 40 dB re 1 μ Pa. En fonction de la gamme de fréquence utilisée, Ketten (1998), distingue trois groupes, qui recourent le classement taxinomique :

- Infrasonique - soniques (mysticètes) : gamme de 15 Hz à 20 kHz ; bonne sensibilité entre 20 Hz et 2 kHz ; seuil d'audibilité inconnu, sans doute 60-80 dB re 1 μ Pa ;
- Sonique - ultrasonique (pinnipèdes) : gamme de 1 kHz à 20 kHz ; gamme optimale de réception très variable ; seuil typiquement de 50 dB re 1 μ Pa. Seul l'éléphant de mer présente une sensibilité notable en dessous de 1 kHz. Les pinnipèdes sont adaptés à entendre à la fois dans l'air et dans l'eau ;
- Ultrasonique (odontocètes) : gamme de 200 Hz à 200 kHz ; pic entre 16 et 120 kHz, seuil typiquement 40 dB re 1 μ Pa.

6.2.3 Biodisponibilité des contaminants

La sensibilité aux contaminants peut être évaluée au regard de leur toxicité, de leur capacité à être dissociés du matériel particulaire et intégrée au sein d'organismes de la chaîne trophique, et des flux globaux apportés au milieu marin.

³ Lurton X. et L. Antoine. Avril 2007 Analyse des risques pour les mammifères marins liés à l'emploi des méthodes acoustiques en océanographie. *Rapport Final – DOP/CB/NSE/AS/07-07*.

⁴ La référence de pression sous-marine est le microPascal (1 μ Pa = 10⁻⁶ N/m²). La pression acoustique absolue est donc exprimée en dB re. 1 μ Pa.

Chapitre 5 - Effets et impacts sur les habitats

1 Définition et référentiels

Au niveau international et communautaire, plusieurs référentiels d'habitats ont été élaborés. Une définition commune peut être proposée :

« *Un habitat naturel correspond à un milieu de vie d'un organisme, d'un écosystème terrestre ou aquatique qui se distingue par ses caractéristiques géographiques, abiotiques qu'elles soient entièrement naturelles ou semi-naturelles.* »

Selon les Cahiers d'habitats côtiers Natura 2000 (tome 2 : Bensettiti et al. (coord.), 2004), un habitat est décrit par :

- ses caractéristiques stationnelles (climatiques, physico-chimiques, édaphiques) relatives au biotope et leurs variabilités spatiales et temporelles ;
- les organismes vivants inféodés à cet habitat, relatifs à la biocénose et qui par leur caractère intégrateur définissent l'habitat.

1.1 Les référentiels existants

Plusieurs référentiels d'habitat existent aujourd'hui pour décrire les milieux marins, estuariens et terrestres pouvant être affectés par les opérations de dragage et d'immersion.

En 1991 a été publiée la typologie **CORINE Biotopes**. L'objectif était de proposer une classification basée sur la description de la végétation des habitats « naturels » (où l'action de l'homme est censée être relativement faible) mais aussi les habitats dits « semi-naturels » voire artificiels (milieux dont l'existence et la pérennité sont essentiellement dues à l'action des activités humaines : friches agricoles, pâturages extensifs, carrières, etc.).

Pour l'Europe, la classification de référence actuelle est **EUNIS Habitats** (*European Nature Information System*). Ce système a été développé afin de faciliter l'harmonisation des descriptions et des collectes de données à travers l'Europe grâce à l'utilisation de critères d'identification. Il s'agit d'un système de classification pan-européen compréhensible, prenant en compte tous les types d'habitats : de l'habitat naturel à l'habitat artificiel, de l'habitat terrestre aux types d'habitats d'eau douce et marins. Si cette classification possède une grande finesse de définition, elle reste incomplète et complexe à mettre en œuvre.

Parallèlement la directive « Habitats » a instauré la typologie **Natura 2000**, composée d'habitats rares, menacés ou représentatifs qui doivent être préservés au sein de l'Union européenne. Les Cahiers d'habitats en constituent sa déclinaison française. Un habitat naturel est dit « **d'intérêt communautaire** » lorsqu'il figure à l'annexe I de la directive « Habitats ». L'habitat d'intérêt communautaire répond aux critères suivants : habitats en danger de disparition dans leur aire de répartition naturelle ou qui possèdent une aire de répartition naturelle réduite par suite de leur régression ou en raison de leur aire intrinsèquement restreinte ou qui constituent des exemples remarquables de caractéristiques propres à l'une ou à plusieurs régions biogéographiques. Un habitat naturel d'intérêt communautaire est dit « **prioritaire** » lorsqu'il est en danger de disparition sur le territoire européen où le traité s'applique et pour la conservation duquel la Communauté porte une responsabilité particulière, compte tenu de l'importance de la part de leur aire de répartition naturelle comprise dans ce territoire (article 1.) Les herbiers de Posidonies et les lagunes côtières font partie des habitats naturels marins prioritaires. Cette classification ne vise ainsi qu'une partie restreinte d'habitats vulnérables qui est souvent insuffisante pour décrire des sites marins.

En plus de ces référentiels qui traitent d'habitats terrestres et marins, différentes typologies ont été développées spécifiquement pour le milieu marin. Au niveau français, deux classifications des biocénoses marines ont été élaborées dans le cadre du programme **ZNIEFF-Mer** : pour la France métropolitaine (1993) et pour l'Outre-mer français (1997). La **Convention de Barcelone** a mené à une classification des biocénoses benthiques marines de Méditerranée en 2006. La **Convention OSPAR** a mené à la description des habitats et espèces de l'Atlantique Nord-Est. Ces référentiels présentent des limites similaires à ceux décrits précédemment.

On notera que de nombreux habitats naturels terrestres d'intérêt patrimonial peuvent exister en équilibre avec certains de ces habitats aquatiques (en particulier les habitats estuariens, et les habitats supralittoraux). A ce titre ils peuvent également être indirectement affectés par les opérations de dragage et doivent être considérés.

On citera à ce titre les autres types d'habitats côtiers que sont les marais et prés-salés atlantiques, les marais et prés-salés méditerranéens et thermo-atlantiques et les steppes salées méditerranéennes. La prise en compte de la sensibilité d'autres habitats type dunes maritimes, habitats d'eaux douces ou encore certaines forêts pourra s'avérer nécessaire en fonction du degré de connexion avec les milieux maritimes ou estuariens visés par les opérations.

2 Effets potentiels sur les habitats

Les **effets** des opérations de dragage et d'immersion à considérer sur les habitats sont les effets combinés sur leurs composantes physiques et biologiques (voir le chapitre précédent).

3 Eléments de sensibilité

La **sensibilité** des habitats peut être considérée à deux niveaux :

- au sein des périmètres immédiats de dragage et de dépôt : les habitats sont détruits ou très fortement altérés par les opérations, et la sensibilité doit être évaluée au regard de leur aptitude à se régénérer ;

- dans la zone d'influence indirecte des opérations (zone d'altération de la qualité des eaux, modification de l'hydrodynamisme, etc) : les habitats peuvent être soumis à des pressions indirectes du projet dont l'impact est directement lié à leur sensibilité.

3.1 Méthodes d'évaluation

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour la sensibilité d'un habitat à un effet et donc l'impact potentiel d'une opération.

Les plus courantes consistent à évaluer cette sensibilité à partir de la sensibilité des espèces constitutives de l'habitat. Les espèces choisies pour indiquer la sensibilité de l'habitat sont les espèces qui influencent l'écologie de cet habitat de manière significative. L'évaluation des impacts d'un projet sur un habitat se fait alors par exemple par étude des communautés benthiques et par suivi de leur évolution suite à la perturbation par le projet.

Dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire d'accorder plus de poids aux composantes abiotiques des habitats pour décrire leur état. C'est par exemple le cas pour les habitats Natura 2000 (voir ci-après).

3.2 Cas spécifique des habitats Natura 2000

3.2.1 Patrimonialité

Les suivis d'habitats à proprement parler, lorsqu'ils sont réalisés dans le cadre d'opérations de dragage et d'immersion, sont souvent réservés aux habitats présentant une forte valeur patrimoniale. Ils s'inscrivent à ce titre le plus souvent dans une démarche d'évaluation d'incidences Natura 2000, reposant ainsi sur la typologie des habitats d'intérêt communautaire définie par la directive « Habitats ». On rappelle que les grandes catégories d'habitats aquatiques de ce référentiel sont :

- 1110 Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine
- 1120 *Herbiers à Posidonies (*Posidonion oceanicae*)
- 1130 Estuaires
- 1140 Replat boueux ou sableux exondés à marée basse
- 1150 Lagunes côtières*
- 1160 Grandes Criques et Baies peu profondes
- 1170 Récifs
- 8330 Grottes marines submergées ou semi-submergées

Le tableau suivant présente la déclinaison complète de ces habitats et propose une correspondance entre ce référentiel et le référentiel CORINE Biotopes et EUNIS Habitats. Un travail de correspondance entre le référentiel Natura 2000 et un ensemble plus complet d'autres référentiels existants est en cours. Il pourra être consulté sur le site de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) à l'adresse suivante : <http://inpn.mnhn.fr/isb/download/fr/refHabitatsCorresp.jsp>

Tableau 1 : Tableau des habitats Natura 2000 marins et estuariens, déclinaisons et correspondance avec les autres référentiels

Code N2000	Code CORINE Biotope	Code EUNIS
1110 Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	11.125, 11.22, 11.31	
1110-1 Sables fins propres et légèrement envasés, herbiers à <i>Zostera marina</i> (façade atlantique)	11	A4.2, A4.5
1110-2 Sables moyens dunaires (façade atlantique)	11	
1110-3 Sables grossiers et graviers, bancs de maërl (façade atlantique)	11	A4.1
1110-4 Sables mal triés (façade atlantique)	11	A4.2
1110-5 Sables fins de haut niveau (Méditerranée)	11	A4.2
1110-6 Sables fins bien calibrés (Méditerranée)	11.22	A4.2, A4.5
1110-7 Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fonds (Méditerranée)	11.22	A4.1
1110-8 Sables grossiers et fins graviers brassés par les vagues (Méditerranée)	11.23	A4.1
1110-9 Galets infralittoraux (Méditerranée)	11.23	A4.1
1120 *Herbiers à Posidonies (<i>Posidonium oceanicae</i>)	11.34	
1120-1*Herbiers à Posidonies (<i>Posidonium oceanicae</i>)	11.34	A4.6
1130 Estuaires	11.2, 13.2	
1130-1 Slikke en mer à marées (façade atlantique)	13.2	A2.7
1130-2 Sables vaseux et vases lagunaires et estuariennes (Méditerranée)	13.4	A2.7
1140 Replat boueux ou sableux exondés à marée basse	14	
1140-1 Sables des hauts de plage à Talitres (façade atlantique)	14	A2.5
1140-2 Galets et cailloutis des hauts de plage à <i>Orchestia</i> (façade atlantique)	14	A2.5
1140-3 Estrans de sable fin (façade atlantique)	14	A2.2
1140-4 Sables dunaires (façade atlantique)	14	
1140-5 Estrans de sables grossiers et graviers (façade atlantique)	14	A2.1
1140-6 Sédiments hétérogènes envasés (façade atlantique)	14	A2.4
1140-7 Sables supralittoraux avec ou sans lasses à dessiccation rapide (Méditerranée)	14	A2.5
1140-8 Lasses à dessiccation lente dans l'étage supralittoral (Méditerranée)	14	A2.1
1140-9 Sables médiolittoraux (Méditerranée)	14	A2.2
1140-10 Sédiments détritiques médiolittoraux (Méditerranée)	14	A2.4
1150 Lagunes côtières*	21	
1150-1 *Lagunes en mer à marées (façade atlantique)	21	A2.6
1150-2 *Lagunes méditerranéennes	21	A2.6
1160 Grandes Criques et Baies peu profondes	12	
1160-1 Vasières infralittorales (façade atlantique)	12	A4.3
1160-2 Sables hétérogènes envasés infralittoraux Bancs de maërl (façade atlantique)	12	A4.4
1160-3 Sables vaseux de mode calme (Méditerranée)	11.23	A4.3
1170 Récifs	11.24, 11.25	
1170-1 La roche supralittorale (façade atlantique)	11.24	B3.1
1170-2 La roche médiolittorale en mode abrité (façade atlantique)	11.24	A1.2, A1.3
1170-3 La roche médiolittorale en mode exposé (façade atlantique)	11.24	A1.1
1170-4 Les récifs d'Hermelles (façade atlantique)	11.24	
1170-5 La roche infralittorale en mode exposé (façade atlantique)	11.24	A3.1
1170-6 La roche infralittorale en mode abrité (façade atlantique)	11.24	A3.2
1170-7 La roche infralittorale en mode très abrité (façade atlantique)	11.24	A3.3
1170-8 Les cuvettes ou mares permanentes (façade atlantique)	11.24	A1.5
1170-9 Les champs de blocs (façade atlantique)	11.24	
1170-10 La roche supralittorale (Méditerranée)	11.24	B3.1
1170-11 La roche médiolittorale supérieure (Méditerranée)	11.24	A1.4
1170-12 La roche médiolittorale inférieure (Méditerranée)	11.24, 11.25	A1.4
1170-13 La roche infralittorale à algues photophiles (Méditerranée)	11.24, 11.25	A3.2
117-14 Le Coralligène (Méditerranée)	11.251	A3.6
8330 Grottes marines submergées ou semi-submergées	11.26	
8330-1 Grottes en mer à marées	11.26	
8330-2 Biocénoses à grottes méridionales	11.26	
8330-3 Biocénose des grottes semi-obscur (Méditerranée)	11.26	
8330-4 Biocénose des grottes obscures (Méditerranée)	11.26	

3.2.2 Etat de conservation

L'évaluation de l'état des habitats d'intérêt communautaire fait appel à la notion d'état de conservation. L'état de conservation d'un habitat est considéré comme favorable lorsque :

- son aire de répartition naturelle ainsi que les superficies qu'il couvre au sein de cette aire sont stables ou en extension,
- la structure et les fonctions spécifiques nécessaires à son maintien existent et sont susceptibles de perdurer dans un avenir prévisible,
- l'état de conservation des espèces qui lui sont typiques est favorable.

Néanmoins ces définitions génériques sont appliquées à l'échelle d'un domaine biogéographique mais ne sont pas directement applicables à une échelle plus locale (celle d'un site Natura 2000 par exemple). C'est pourquoi une notion plus appliquée du bon état de conservation d'un habitat marin à l'échelle du site est à considérer :

- ses structures caractéristiques sont présentes et les fonctions spécifiques et nécessaires à son maintien sont assurées ;
- il ne subit aucune atteinte susceptible de nuire à sa pérennité ;
- les espèces qui lui sont typiques peuvent s'exprimer et assurer leur cycle biologique.

Dans ce contexte, le MNHN a proposé en février 2011, une méthodologie pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000⁵.

La méthodologie retenue consiste à évaluer l'état de conservation d'un habitat naturel marin en renseignant des critères d'évaluation à l'aide de descripteurs (avec des variables qualitatives ou quantitatives à « mesurer »). Les valeurs obtenues doivent ensuite être confrontées à des valeurs de référence pour juger de l'état de conservation de l'habitat. Afin de pouvoir juger de cet état à l'échelle d'un site Natura 2000, deux paramètres ont été retenus :

- la structure et la fonctionnalité de l'habitat ;
- les menaces et pressions portées à l'habitat.

Un objectif de cohérence et d'harmonisation a été recherché avec les paramètres et les indicateurs des divers suivis existants (REBENT, DCE, Réseau de surveillance Posidonies, Réseau de suivi lagunaire).

Si ces méthodes ont été conçues pour être appliquées à l'échelle d'un site Natura 2000 et pour un suivi général, la reprise de l'approche et notamment des paramètres et descripteurs de l'état de conservation les plus adaptés semble constituer une démarche pertinente pour l'évaluation des incidences d'un projet sur les habitats d'intérêt communautaire marins.

⁵ Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000 – Guide Méthodologique V1 - Service du Patrimoine Naturel - Muséum national d'Histoire naturelle – Février 2011 (<http://www.mnhn.fr/spn/rapports.html>)

3.2.3 Critères d'évaluation de la sensibilité

La sensibilité des habitats aux opérations de dragage et d'immersion peut donc être évaluée en analysant l'influence potentielle que peuvent avoir les opérations sur :

- Les caractéristiques de l'habitat (substrat, morphologie, faciès, etc.) ;
- La superficie de l'habitat (enveloppe surfacique, degré de fragmentation, etc.) ;
- Les paramètres de conservation de l'habitat :
 - Structure et fonctionnalité (aspect du sédiment, composition floristique, composition faunistique, indices spécifiques, etc.),
 - Menaces et pressions (perturbations physiques, perturbations biologiques, pollutions).

Le guide du MNHN propose pour chaque habitat marin et estuarien un ensemble de critères et de descripteurs spécifiques. On notera que ce guide est évolutif et que les critères en particulier peuvent être amenés à évoluer par la suite. Dans un souci de pertinence et d'harmonisation, l'évaluation générale développée ici devra donc être actualisée en fonction de l'évolution des critères du guide du MNHN.

S'il est possible d'effectuer une évaluation « généraliste » de la sensibilité des habitats sur la base de critères généraux et de pressions théoriques d'opérations de dragage ou d'immersion, seule une évaluation au cas par cas, tenant compte des spécificités de chaque projet (état des habitats et localisation par rapport aux opérations, nature des opérations, etc.) est réellement pertinente. L'exercice réalisé ici l'est donc essentiellement à titre indicatif.

Notons enfin que les critères d'évaluation peuvent être difficiles à renseigner, notamment en raison des connaissances parfois limitées dont on dispose aujourd'hui sur les milieux marins et les interactions entre leurs différentes composantes.

3.2.4 Sensibilité des principaux habitats d'intérêt communautaire

Bancs de sables à faible couverture permanente d'eau marine (Code Natura 2000 1110)

Cet habitat correspond à l'étage infralittoral des zones ouvertes soumises à un fort hydrodynamisme. Il s'agit de milieux dispersifs à très haute énergie où les dépôts de particules fines sont limités.

Ces avant-plages submergées forment le prolongement sous-marin des côtes rectilignes sableuses (Aquitaine). Elles constituent également des cordons littoraux ancrés à leurs extrémités sur des massifs rocheux, c'est le cas des tombolos (Quiberon, Hyères). Elles sont ainsi étroitement associées aux replats boueux et sableux (1140) dont elles ne sont que le prolongement naturel en milieu non exondable.

Cet habitat se présente en Atlantique et Mer du Nord et Manche sous quatre aspects, qui reflètent la granulométrie du sédiment :

- Sables fins propres et légèrement envasés, herbiers de *Zostera marina*,
- Sables moyens dunaires,
- Sables grossiers et graviers, bancs de maërl,
- Sables mal triés.



En Méditerranée, les sables fins, les sables grossiers et les fins graviers se présentent sous divers aspects :

- Sables fins de haut niveau,
- Sables fins bien calibrés,
- Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond,
- Sables grossiers et fins graviers brassés par les vagues,
- Galets infralittoraux.

Lorsque l'hydrodynamisme le permet, des formations végétales (herbiers de zostères et de maërl) s'y installent. De nombreuses espèces trouvent là abri, refuge et ressources trophiques, notamment des espèces d'invertébrés (amphipodes, mollusque bivalves, etc.).

Dans ces milieux très ouverts et brassés, la qualité de l'eau ne constitue que très rarement une menace potentielle pour le bon fonctionnement de l'écosystème.

Cet habitat est essentiellement concerné par les opérations d'immersion dont il peut subir les pressions directes de modification des fonds ou les pressions indirectes liées aux perturbations hydrosédimentaires. Des interactions indirectes d'opérations de dragage sont imaginables, voire directes dans certains cas de dragages de travaux neufs sur la bande côtière.

Si l'ensemble des sous-habitats partagent une sensibilité forte aux atteintes directes, certains d'entre eux s'avèrent plus sensibles aux impacts indirects les plus courants :

- Les herbiers (voir ci-après) à l'altération de la qualité de l'eau (turbidité) et à la sédimentation des particules remises en suspension ;
- Le maërl à la sédimentation des particules remises en suspension.

Sensibilité de la flore aquatique

Les herbiers marins ou estuariens sont constitués de phanérogames, qui se caractérisent à la différence des algues, par la production de fleurs et de graines permettant la dissémination des espèces.

On distinguera les prairies de Zostères (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) de Posidonies (*Posidonia oceanica*), de Cymodocées (*Cymodocea nodosa*) et à *Halophila stipulaecea*.

Les herbiers constituent des écosystèmes très riches et complexes caractérisés par une faune diversifiée et productive dont les principaux représentants sont les poissons. Ils servent d'abris pour de nombreux poissons adultes et de nurseries pour de nombreuses espèces. On y trouve une diversité d'organismes importants, des algues épiphytes, macroscopiques ou microscopiques, des mollusques, des vers polychètes, des nématodes, des échinodermes, etc. Les herbiers ne représentent pas directement une source d'alimentation car leur contenu nutritionnel est relativement faible. Les espèces herbivores qui broutent les plantes marines sont rares : on connaît la Saupe en Méditerranée par exemple, qui broute la Posidonie. Une espèce d'oiseau, la bernache cravant, s'alimente de feuilles de Zostères.

La présence d'herbiers entraîne le ralentissement des courants par les feuilles, une augmentation de la sédimentation par les racines et les rhizomes qui stabilisent le substrat marin. Ils contribuent donc à limiter l'érosion côtière.



On distingue plusieurs espèces de plantes marines constitutives des herbiers, les Cymodocées, la Posidonie et les Zostères. Hormis, la Posidonie, endémique de Méditerranée, elles sont toutes présentes sur l'ensemble des littoraux de France métropolitaine (Tableau 2)

Tableau 2: Répartition des espèces des herbiers marins et estuariens

Océan Atlantique	Mer Méditerranée
. <i>Zostera marina</i> . <i>Zostera noltii</i>	. <i>Posidonia oceanica</i> . <i>Cymodocea nodosa</i> . <i>Halophila stipulacea</i> . <i>Zostera marina</i> . <i>Zostera noltii</i>

La présence d'herbiers marins ne concerne pas seulement le littoral de France métropolitaine mais également les Départements et Territoires d'Outre-mer (DOM-TOM).

Cas spécifique de l'herbier à Posidonies (Code N2000 1120)

Posidonia oceanica est une plante phanérogame endémique stricte de la Méditerranée, où elle constitue des herbiers caractéristiques de l'étage infralittoral (profondeur : de quelques dizaines de centimètres jusqu'à 30 à 40 m, c'est cette forme que l'on appelle « Herbier »). Ils tolèrent des variations d'amplitude relativement grandes en ce qui concerne la température et l'hydrodynamisme. Ils craignent par contre la dessalure ; il leur faut généralement une salinité comprise entre 36 et 39 PSU. On ne les rencontre jamais ni dans les lagunes ni à l'ouverture des estuaires.

Grâce à la densité des feuilles de posidonie, l'herbier piège une grande quantité de sédiment. Sa croissance peut être altérée par l'hydrodynamisme, les courants creusant alors des chenaux « intermattes » dont le peuplement est particulier et correspond à un aspect de la biocénose des sables grossiers et fins graviers sous influence de courants de fond. Lorsque les eaux sont trop chargées en polluants ou en sédiments, la Posidonie meurt et seule la matte reste en place.

L'herbier à Posidonie fait généralement suite en profondeur à la biocénose des sables vaseux de mode calme ou à la biocénose des sables fins de haut niveau. Ces biocénoses peuvent présenter des faciès d'épiflore à *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii*, *Caulerpa prolifera*.

Un dragage sur un herbier entraînerait inévitablement son élimination tout comme l'immersion qui provoquerait un enfouissement et une asphyxie des plantes. Dans le cas de la Posidonie (*Posidonia oceanica*) par exemple, la croissance verticale de la plante ne permet pas un apport sédimentaire de plus de 5 à 7 cm par an.

Les plantes constitutives des herbiers et les herbiers eux-mêmes font cependant l'objet d'une réglementation nationale et internationale qui leur assure une protection intégrale en raison de leur intérêt écologique et de leur fragilité. De ce fait, les dragages et les immersions sont généralement réalisés en dehors des herbiers.

Ce sont essentiellement des impacts indirects qui peuvent être induits par le dragage et l'immersion et qui impactent les herbiers à proximité des zones de travaux. Il s'agit de la dispersion par les effets hydrodynamiques 1) des sédiments ; 2) de contaminants ; 3) de sels nutritifs. L'augmentation de la turbidité de l'eau affecte la diffusion de la lumière et entraîne une diminution de la photosynthèse des plantes. Un apport de contaminants dans l'écosystème « herbier » peut entraîner d'importantes modifications (mortalité excessive, augmentation parasitisme, malformations...). L'augmentation de sels nutritifs peut entraîner une modification des communautés végétales et favoriser la prolifération d'algues.

Estuaires (Code N2000 1130)

La définition d'un « estuaire » inclut la notion de masse d'eau côtière en libre communication avec la mer et dans laquelle l'eau de mer est diluée par de l'eau douce d'origine terrestre.

Cet habitat a subi de profondes perturbations depuis que l'urbanisation et l'industrialisation de type portuaire se sont développées le long des zones estuariennes. Les peuplements sont le plus souvent très dégradés et il semble parfois difficile de reconstituer les peuplements originaux. Au mieux, il ne reste plus que la fraction la plus résistante des peuplements résidents. Ces milieux constituent aussi des zones de passage, de transition entre la mer et l'eau douce, et de nombreuses écophases d'espèces marines ou amphihalines s'y déroulent. La qualité des eaux estuariennes repose sur la bonne gestion des bassins-versants.

Toutefois, il est important de signaler que les estuaires constituent une zone d'alimentation importante pour les oiseaux.

Ce type d'habitat se rencontre sur l'ensemble de la façade Manche-Atlantique soumise aux actions hydrodynamiques d'ordre marégraphique où il revêt la typologie de « Slikke en mer à marées ». Ce sont de grands estuaires (Seine, Loire, Gironde...), des estuaires de taille restreinte aboutissant dans une baie (Somme, Veys, Morlaix, Brest, Lorient, Vilaine...) ou de petits estuaires (comme les abers bretons).

A noter qu'en Méditerranée, où les phénomènes marégraphiques sont très atténués, cet habitat est très limité. Il y porte la dénomination de « Sables vaseux et vases lagunaires et estuariennes ».

Ces habitats, et en particulier ceux d'Atlantique et de Manche, sont directement concernés par les opérations de dragage qui y sont effectuées pour assurer leur navigabilité et l'accessibilité aux ports estuariens. A ce titre ils subissent les pressions directes d'enlèvements des fonds et indirectes liées aux perturbations hydrosédimentaires et de la qualité des eaux. Lorsque des zones de dépôts intermédiaires sont établies dans ces estuaires, ils subissent également les pressions directes et indirectes des opérations d'immersion.

On notera que cet habitat s'établit souvent dans un réseau complexe d'habitats terrestres et d'habitats d'eau douce dont il est également nécessaire d'évaluer la sensibilité.

Replats Boueux ou sableux exondés à marée basse (Code N2000 1140)

Cet habitat correspond à la zone de balancement des marées c'est-à-dire aux étages supralittoral (zone de sable sec) et médiolittoral (zone de rétention et de résurgence).

Sa variabilité est liée à l'amplitude des marées, aux profils topographiques qui traduisent le mode d'exposition (exposition aux forces hydrodynamiques, vagues et houles...). Selon le mode d'exposition (battu ou abrité), la taille du sédiment est très variable. Cet habitat est largement distribué sous ses différentes formes sur l'ensemble des côtes françaises. Les déclinaisons de cet habitat sont présentées ci-dessous :

- Sables des hauts de plage à Talitres,
- Galets et les cailloutis des hauts de plage à Orchestia,
- Estran de sable fin,
- Sables dunaires,
- Estrans de sables grossiers et graviers,
- Sédiments hétérogènes envasés,
- Sables supralittoraux avec ou sans laisses à dessiccation rapide,
- Laisses à dessiccation lente,
- Sables médiolittoraux,
- Sédiments détritiques médiolittoraux.

Parmi les menaces qui affectent cet habitat, on retiendra que les apports croissants de matière organique sur le littoral (eutrophisation) se traduisent non seulement par des proliférations suivies d'échouages massifs d'algues macrophytes (« marées vertes »), mais aussi par des modifications qualitatives des peuplements. Les effluents, traités ou non, les eaux usées, etc., participent aussi à ce type de modifications.

Ces habitats sont *a priori* moins fréquemment concernés par les opérations de dragage et d'immersion. Des pressions indirectes liées aux deux types d'opérations sont à apprécier en fonction de leur étendue et des contextes locaux. Des pressions directes de dragage peuvent être envisagées dans le cadre de travaux neufs.



Lagunes côtières (Code N2000 1150)

Cet habitat constitue des étendues d'eaux salées, peu profondes, de salinité et de volume d'eau variables, séparées de la mer par une barrière de sable, de galets ou plus rarement par une barrière rocheuse.

La salinité peut varier, allant de l'eau saumâtre à l'hyper salinité selon la pluviosité, l'évaporation et les apports d'eau marine. De la végétation peut s'y développer.

Face à l'hétérogénéité des conditions physiques, il existe une grande variabilité des ensembles faunistiques, malgré leur faible richesse spécifique. Ainsi, cet habitat constitue une source d'alimentation importante pour les poissons et les oiseaux.

Les lagunes sont naturellement des milieux menacés d'eutrophisation tant en Méditerranée qu'en mer à marées et elles souffrent de plus en plus de crises dystrophiques. Celles-ci sont souvent caractérisées par un développement anarchique de macrophytes et/ou de microphytes. Les fréquentes crises d'anoxie peuvent entraîner la mortalité du benthos et des jeunes poissons.

Quelle que soit la diversité des situations que recouvre ce terme de lagunes, il est possible de se limiter à deux habitats élémentaires :

- Lagunes en mer à marées (façade atlantique) ;
- Lagunes méditerranéennes.

Comme pour les replats boueux ou sableux, la vulnérabilité de ces habitats est a priori le plus fréquemment faible en considérant que peu d'opérations de dragage sont réalisées en étang. Des pressions indirectes associées à la perturbation de la qualité de l'eau ou à des perturbations sédimentaires fragilisant l'équilibre des cordons les séparant de la mer sont envisageables.

A noter la sensibilité accrue dans certains cas de figure méditerranéens : dragages de ports en étang ou dragages des graus reliant la mer aux étangs en Languedoc-Roussillon.

Grandes criques et baies peu profondes (Code N2000 1160)

Grandes échancrures de la côte où, contrairement aux estuaires, l'apport en eau douce est faible. Ces zones peu profondes sont généralement abritées de l'action des vagues et offrent une large gamme de substrats et sédiments et une stratification variée d'espèces benthiques, abritant souvent une grande diversité biologique. La limite supérieure correspond parfois aux limites stationnelles des communautés végétales des *Zosteretea* et *Potametea*.

Cet habitat est très mal représenté en Manche et mer du Nord où les courants de marée sont toujours forts. Il est caractéristique de la partie nord du golfe de Gascogne où les apports telluriques sont importants et les courants de marée plus faibles. Même en Méditerranée, il est restreint aux zones de mode calme.

En Manche et en Atlantique, cet habitat existe sous deux aspects :

- Vasières infralittorales ;
- Sables hétérogènes envasés infralittoraux. Bancs de maërl ;



En Méditerranée, il s'agit des sables vaseux de mode calme.

Cette typologie d'habitats regroupe des substrats meubles infra et médiolittoraux, des bancs de maërl et des herbiers. Sa sensibilité est proche de celle de l'habitat 1110. Son caractère abrité et calme est susceptible d'accroître sa sensibilité à des altérations de qualité des eaux, celles-ci étant moins brassées et présentent un potentiel de dilution et de dispersion moindre.

Récifs (Code N2000 1170)

Les récifs sont des substrats rocheux ou de concrétions biogéniques sous-marins ou exposés à marée basse, s'élevant du fond marin de la zone sublittorale, mais pouvant s'étendre jusqu'à la zone littorale. Cet habitat se présente sous forme d'une mosaïque de biotopes variés et juxtaposés au gré de la géomorphologie.

Dans les mers à marée, le facteur essentiel qui régit la vie est la longueur du temps d'émersion, aussi les communautés s'organisent-elles en bandes horizontales ou ceintures.

En Méditerranée, cet habitat est essentiellement soumis au facteur lumière qui conditionne la distribution des différentes espèces d'algues (perforantes, constructrices). Celles-ci constituent d'importants revêtements et servent d'abris, de source d'alimentation et de supports

Ces milieux et micro-milieux offrent des biotopes protégés (crevasses, surplombs, dessous de blocs, cuvettes permanentes...) favorables à l'installation d'une flore et d'une faune sessile (épibioses), ainsi que des abris pour la faune vagile.

En Mer du Nord, Manche et Atlantique, il est possible de distinguer :

- La roche supralittorale,
- La roche médiolittorale en mode abrité,
- La roche médiolittorale en mode exposé,
- Les récifs d'Hermelles,
- La roche infralittorale en mode abrité,
- La roche infralittorale en mode très abrité,
- Les cuvettes ou mares permanentes,
- Les champs de blocs.

En Méditerranée :

- La roche supralittorale,
- La roche médiolittoral supérieure,
- La roche médiolittorale inférieure,
- La roche infralittorale à algues photophiles,
- Le coralligène.

Les récifs supralittoraux ne sont *a priori* pas vulnérables aux opérations de dragage et d'immersion excepté les espèces d'oiseaux marins qu'ils peuvent abriter. Pour les récifs au contact permanent ou semi-permanent de la mer, leur vulnérabilité est essentiellement associée aux pressions indirectes des opérations de dragage et d'immersion liées à l'altération de la qualité des eaux et à la sédimentation des particules remises en suspension.

Grottes submergées et semi-submergées (Code N2000 8330)

Ces grottes sont situées sous la mer ou ouvertes à la mer au moins pendant la marée haute y compris les grottes partiellement submergées. Leur fonds et parois hébergent des communautés marines d'invertébrés et d'algues.

Le passage du milieu extérieur à l'intérieur d'une grotte ou d'une quelconque cavité se traduit par des modifications importantes de l'environnement physique : variabilité de la quantité de lumière, diminution de la circulation de l'eau induisant des modifications thermiques et trophiques. La décroissance brutale de la lumière, pouvant aller jusqu'à son extinction totale, limite, voire supprime, toute possibilité de survie des végétaux. La réduction de la circulation de l'eau provoque une forte diminution des apports trophiques. De ce fait, ces milieux comportent des espèces de grande valeur patrimoniale (rares, endémiques, profondes)

Ainsi, cet habitat est principalement soumis aux facteurs lumière et dynamique de l'eau, et se décline en quatre habitats élémentaires. Dans les mers à marées (façade atlantique), un seul ensemble a été décrit : grottes en mer à marées. En Méditerranée, où le facteur lumière présente un gradient plus étendu, on distingue trois ensembles correspondant à trois biocénoses :

- Biocénoses des grottes médiolittorales,
- Biocénoses des grottes semi-obscurées,
- Biocénoses des grottes obscures.

La vulnérabilité de cet habitat tient essentiellement à la pression indirecte des opérations de dragage et d'immersion liée à la qualité de l'eau. *A priori* limitée, elle est évaluée au regard de la proximité de cet habitat aux sites de travaux et à l'étendue des interactions potentielles.

Chapitre 6 - Effets et impacts sur les activités

Les mers et les estuaires soutiennent une activité économique et sociale forte répartie entre de nombreuses filières professionnelles ou récréatives : pêche, cultures marines, navigation de commerce ou de plaisance, énergies renouvelables en mer, extraction de granulats, baignade et sports nautiques, etc.

La prise en compte des usages socio-économiques d'un territoire est essentielle pour une opération de dragage et d'immersion. Si le dragage est souvent compris et perçu comme indispensable par les différents usagers des ports ou des estuaires, l'image négative des opérations d'immersion pose souvent un problème d'acceptation sociétale des opérations.

Au vu des différentes effets pouvant être exercés par les opérations de dragage et d'immersion, il est indispensable d'évaluer si et comment ces effets peuvent se répercuter sur les usages locaux et ainsi générer des impacts sanitaires ou économiques.

Le tableau suivant propose une synthèse des principaux mécanismes d'effets générés par les opérations de dragage et d'immersion sur les usages et activités en milieu marin.

Tableau 3 : Synthèse de la sensibilité des principaux usages littoraux et estuariens aux effets négatifs et positifs potentiels des opérations de dragage et d'immersion

	Prélèvements de matériaux	Dépôts d'immersion	Altération de la qualité des eaux	Occupation du plan d'eau
Pêche	Dégradation potentielle des ressources ou de leurs fonctions supports Entretien de la sécurité de navigation des navires	Dégradation potentielle des ressources ou de leurs fonctions supports Dégradation potentielle du matériel de pêche par altération de la morphologie	Dégradation des ressources ou de leurs fonctions supports Augmentation temporaire des ressources alimentaires dans la colonne d'eau	Gêne à la navigation
Cultures marines			Dégradation des produits d'élevage marins	Gêne à la navigation
Commerce maritime	Entretien de la sécurité de navigation des navires			Gêne à la navigation
Energies renouvelables en mer	Entretien de la sécurité de navigation des navires Aménagement de nouveaux espaces pour le développement des filières	Concurrence pour l'utilisation de l'espace (concession)		Gêne à la navigation
Extraction de granulats	Altération des ressources minières par contamination en particules fines (zones d'immersion)	Concurrence pour l'utilisation de l'espace (concession) Altération de ressources futures potentielles		Gêne à la navigation
Baignade, sports nautiques	Entretien de la sécurité de navigation des navires		Risques sanitaires	Gêne à la navigation

1 Cultures marines

1.1 Effets potentiels sur les cultures marines

La vulnérabilité des zones de culture marine tient essentiellement à l'altération de la qualité des eaux pouvant dégrader les produits ou altérer leur qualité sanitaire.

L'activité de cultures marines est dominée en France par la conchyliculture (moules et huîtres). Si des élevages de poissons en mer existent en Méditerranée, la majorité de ce type d'élevage sur les côtes françaises est réalisé à terre dans des bassins alimentés par des prises d'eau en mer. Pour les activités conchylicoles, on distingue ainsi les principaux effets suivants :

- **Intégration et accumulation de contaminants microbiologiques**

C'est la principale crainte d'impact vis-à-vis de l'altération de la qualité des eaux pendant les opérations de dragage et d'immersion pour les animaux filtreurs. On peut distinguer les risques bactériologiques et les risques phytoplanctoniques.

Le relargage de bactéries (type *E. Coli*) et leur intégration dans les coquillages par filtration constituent un risque sanitaire qui peut les rendre impropres à la consommation et donc à la commercialisation.

Le relargage de kystes de phytoplancton toxiques, leur efflorescence puis l'accumulation des toxines phytoplanctoniques par filtration constituent un autre risque sanitaire qui peut également conduire à l'interdiction de leur commercialisation.

- **Exposition à des teneurs en matière en suspension excessives**

En réduisant l'activité de photosynthèse, l'accroissement de la turbidité peut altérer les ressources trophiques des coquillages et ainsi limiter leur potentiel de croissance.

S'ils sont exposés à des teneurs en matières en suspension trop importantes, des phénomènes d'étouffement peuvent également être occasionnés. Dans la mesure où les prescriptions nécessaires sont généralement prises en amont pour éviter la création de panaches turbides trop importants sur les parcs conchylicoles (aquaculture dominante sur les côtes françaises), et que les coquillages ont une tolérance relativement élevée aux eaux turbides (à nuancer en fonction du temps d'exposition), cette considération est souvent limitée.

- **Intégration et accumulation de contaminants physico-chimiques**

Ce risque est associé à une exposition des animaux au panache turbide et aux matériaux en suspension.

On pourra enfin ajouter que l'altération à long terme des conditions du milieu (désoxygénation du milieu, manque de ressources alimentaires, etc.) tend à affaiblir les animaux et à les rendre plus sensibles à des organismes pathogènes.

1.2 Eléments de sensibilité

L'évaluation de la sensibilité de cette activité aux opérations de dragage et d'immersion passe donc par l'évaluation du risque d'altération de la qualité des eaux sur les zones de cultures marines. L'évaluation de ce risque est complexe et doit tenir compte entre autres paramètres :

- des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des matériaux remis en suspension qui définissent leur potentiel de transport au-delà des zones de dragage et d'immersion et le risque sanitaire ou écotoxicologique qu'ils représentent ;
- des conditions hydrodynamiques locales et des techniques de dragage ou d'immersion qui définissent le potentiel de dispersion et de mobilisation des matériaux jusqu'aux zones de cultures marines.

Au vu de la variabilité de ces différents paramètres il paraît difficile d'établir un critère de sensibilité universel permettant de définir la nécessité ou non de mettre un suivi en place ; par exemple un seuil de distance des opérations aux zones de culture.

Les suivis de dispersion du panache turbide à proximité des zones de cultures marines traduisent d'ailleurs bien cette incertitude. L'objectif n'est généralement pas de suivre les effets de l'altération de la colonne d'eau sur les produits d'élevage mais d'abord de voir si l'eau est bien altérée au-delà d'un certain seuil, les opérations pouvant être arrêtées le temps d'un retour à des valeurs acceptables. Ce choix de suivi opérationnel privilégie la non dégradation du milieu et ne s'accompagne pas nécessairement d'un suivi *a posteriori* de l'évolution de la qualité des produits. Des suivis de la qualité des eaux sur le long terme par le biais de bio-intégrateurs sont également mis en œuvre pour apprécier l'impact sur la contamination physico-chimique des eaux d'élevage.

On rappellera que le code de l'environnement fournit une première appréciation de la sensibilité de ces zones au travers de la rubrique de la nomenclature 4.1.3.0 associée aux dragages et/ou rejets y afférant en milieu marin. Celle-ci prend en compte la distance du rejet aux zones de cultures marines dans la détermination des procédures de déclaration ou d'autorisation, en complément d'autres paramètres que sont les volumes dragués et la teneur en polluants (cf. partie réglementaire du rapport de phase 1).

Sous réserve d'éléments montrant formellement que ce type de suivi n'est pas pertinent, les différents seuils de cette rubrique peuvent être proposés pour le déclenchement de suivis dans une logique de base minimale.

2 Pêche

2.1 Effets potentiels sur la pêche

La principale vulnérabilité de l'activité de pêche réside dans le risque d'altération des ressources. Deux types de phénomènes peuvent être distingués :

- **L'altération directe** de la ressource par destruction d'espèces : les individus sont prélevés pendant les dragages ou étouffés par enfouissement lors des immersions ;
- **L'altération indirecte** de la ressource par dégradation ou destruction de certaines « fonctions » supports telles que les habitats spécifiques nécessaires à la reproduction ou à l'alimentation, ou par contamination par apports de matériaux pollués au niveau des zones d'immersion.

2.2 Eléments de sensibilité

Afin d'évaluer de manière plus détaillée la sensibilité de cette activité, il semble nécessaire de faire deux distinctions majeures entre les différents types d'espèces commerciales :

- La sensibilité au prélèvement ou à l'enfouissement est liée à la **mobilité** : il faut distinguer les espèces benthiques ou necto-benthiques dont les capacités de déplacement horizontal sont faibles ou nulles et les capacités de déplacement vertical au travers du sédiment variables, et les espèces pélagiques et autres espèces démersales à plus forte mobilité horizontale.
- La sensibilité à la contamination toxique est par ailleurs directement liée à la **physiologie** des espèces considérées, et à la biodisponibilité et la toxicité des contaminants : l'accumulation directe de toxiques sera supérieure à court terme chez les coquillages filtreurs (coquilles Saint-Jacques, palourdes, moules, huitres).

Le tableau page suivante propose une synthèse de ces différents enjeux sur la ressource.

On notera par ailleurs qu'en modifiant la topographie ou la nature des fonds, les opérations d'immersion peuvent s'avérer néfastes pour certaines pratiques de pêche aux arts traïnants. L'apport de blocs (liés à des dragages de travaux neufs) sur des fonds à dominante sableuse, ou encore la création de reliefs trop prononcés (type buttes) sur des fonds à pente uniforme, constituent des obstacles susceptibles d'endommager les outils de pêche trainés sur les fonds marins.

Tableau 4 : Synthèse des principales sensibilités de la pêche

	Espèces benthiques à faible mobilité <i>(Exemple : coquillages, crustacés)</i>	Espèces pélagiques ou épibenthiques mobiles <i>(Exemple : Ichtyofaune à valeur commerciale)</i>
Altération directe de la ressource par prélèvement d'individus lors du dragage ou par recouvrement lors de l'immersion	Les risques d'altération sont forts mais la connaissance des gisements par les professionnels de la pêche peut permettre de cibler les opérations sur des zones de moindre sensibilité.	Les espèces conservent une certaine capacité de fuite et sont a priori peu concernées par cet effet. Des prélèvements par la drague restent possibles.
Risque d'altération par contamination des individus	Les risques d'altération concernent essentiellement les espèces filtreuses sur les sites d'immersion. Comme pour les zones de culture marine, l'appréciation du risque de contamination des individus repose sur la prise en compte de différents critères (distance, dispersivité du site, teneur en toxiques des matériaux, etc.). Les zones de pêche à pied (professionnelles ou de loisir) doivent également être considérées, notamment pour les opérations de dragage réalisées près des côtes.	La physiologie de ces espèces limite le risque de contamination directe. Le risque de contamination par le biais de la chaîne trophique doit être considéré mais reste complexe à évaluer et à suivre. La mobilité des espèces suppose une alimentation dans une aire géographique dépassant le site de dépôt. L'interprétation qui peut être faite d'une analyse de chair est alors difficile : comment attribuer les teneurs en toxiques de ces espèces aux opérations de dragage ou d'immersion en ne connaissant pas leur fréquentation des zones d'influence des opérations ou d'autres sources de contamination potentielle ?
Risque d'altération de la ressource par dégradation ou destruction d'habitats fonctionnels	Les espèces peu mobiles sont constitutives des habitats qu'elles fréquentent. Dès lors que l'habitat est altéré ou détruit, elles le sont aussi. Dans la mesure où les zones de plus forte sensibilité sont connues et évitées, ce risque d'effet est limité.	Le risque d'altération de zones de frayères et nourriceries reste complexe à évaluer du fait d'une connaissance relativement limitée de la répartition de ces milieux spécifiques. Les habitats clés type herbier, maërl, etc. sont évités. Le suivi de ces zones ne fait pas l'objet de protocoles standardisés mais des pistes de réflexion sont évoquées dans la partie protocole de ce guide.

On notera par ailleurs que les opérations de dragage ou d'immersion peuvent attirer de nombreux individus pélagiques en période de travaux, qui viennent se nourrir dans la colonne d'eau chargée en débris d'animaux benthiques. Il est fréquent de voir ces ressources halieutiques temporaires exploitées par des pêcheurs professionnels ou de loisir.

3 Baignade

3.1 Effets potentiels sur la baignade

Le risque principal réside dans l'effet d'altération de la qualité des eaux et plus particulièrement de contamination microbiologique des eaux de baignade par remobilisation d'agents pathogènes enfouis dans les sédiments de dragage.

Les opérations de dragage sont généralement réalisées hors de cette période balnéaire. Néanmoins certains besoins urgents peuvent contraindre à procéder à des opérations de dragage malgré la proximité de telles zones de loisirs et à des périodes moins propices.

3.2 Eléments de sensibilité

Comme pour les zones de cultures marines, la vulnérabilité est à évaluer vis-à-vis du risque de dispersion du panache turbide depuis les sites de dragage ou d'immersion jusqu'aux zones de baignade d'une part, et vis-à-vis de la qualité microbiologique des matériaux, d'autre part.

La qualité des eaux de baignade est régulièrement contrôlée par les agences régionales de santé pendant les saisons balnéaires (4 analyses au minimum entre mai et septembre). Ces prélèvements sont effectués de manière ponctuelle et non tous les jours et livrent leur résultat après 36 heures. Face à ce constat, de nombreuses communes se dotent aujourd'hui de systèmes de surveillance basés sur des analyses de fréquence quotidienne et pouvant fournir l'état de contamination bactériologique en quelques heures seulement.

Les données sur la qualité des eaux de baignade et les procédures de surveillance s'obtiennent sur la plateforme d'information du ministère de la santé (<http://baignades.sante.gouv.fr/>), auprès des Agences Régionales de Santé (ARS) en charge de la surveillance en période balnéaire, et auprès des collectivités si ces dernières ont mis en œuvre un dispositif de surveillance renforcée.

4 Ressources minières

4.1 Effets potentiels sur la ressource

L'effet principal à considérer est celui de l'altération de gisements potentiels sous l'apport de matériaux de nature différente lors des immersions. Ce risque d'incidence concerne aujourd'hui exclusivement les côtes de l'Atlantique et de la Manche et se manifeste essentiellement pour les phases d'immersion de matériaux au large.

On notera que les extractions de granulats génèrent également des panaches turbides, par le biais de leurs rejets de surverse ou de déverse. Les particules remises en suspension peuvent alors être à l'origine d'un affinement limité des matériaux sur l'horizon superficiel des sites de dépôt. Dans ce contexte, le risque d'altération des ressources par sédimentation du panache turbide généré par une immersion semble très limité et c'est davantage la sensibilité à la dispersion des dépôts sur les fonds à plus long terme qu'il paraît judicieux d'évaluer.



4.2 Eléments de sensibilité

La sensibilité est liée au potentiel d'extraction des fonds visés par les immersions. Les informations sur l'existence et la localisation de concessions minières en mer peuvent être obtenues auprès des Direction Régionales des Affaires Maritimes et des Directions Départementales des Territoires et de la Mer. Les caractéristiques des gisements peuvent être obtenues auprès des exploitants eux-mêmes.

geode

Nous contacter

courriel : ***geode@nantes.port.fr***
téléphone contact : **02 40 44 20 99**

Site internet : **<http://www.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/club-geode-r65.html>**