



PROJET RENFORCEMENT DES CAPACITÉS INSTITUTIONNELLES DES ACTIVITÉS
D'IMMERSION EN MER DES DÉCHETS "

MANUEL TUNISIEN



PROCÉDURES NATIONALES
DE CONTRÔLE
DE L'ACTIVITÉ D'IMMERSION
EN MER

Première édition mai 2023

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	2
LISTE DES FIGURES.....	9
LISTE DES TABLEAUX.....	10
OBJECTIF	11
I. CADRE REGLEMENTAIRE	11
I.1. La convention de Barcelone de 1995.....	11
I.2. Le Protocole de Londres de 1996.....	12
I.3. La réglementation Tunisienne	15
I.4. Octroi d'autorisation pour l'immersion de déchets ou autres matières en mer	16
II. MATERIAUX DE DRAGAGE.....	18
II.1. Besoin de dragage et d'élimination	18
II.2. Caractérisation des matériaux de dragage	20
II.2.1. Caractérisation physique	20
II.2.2 Caractérisation chimique	21
II.2.3. Caractérisation biologique.....	22
II.2.4. Structure des sédiments de dragage	23
II.3. Méthodes d'analyse	23
IV. EVALUATION DE LA QUALITE (liste et niveaux d'actions).....	28
V. EVALUATION ET CONTROLE DES SOURCES DE CONTAMINANTS.....	32
VI. ÉVALUATION DES OPTIONS D'ELIMINATION	33
VII. SÉLECTION DU SITE D'IMMERSION	35
VIII. DÉFINITION D'UNE ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET D'UN PROGRAMME DE SURVEILLANCE	37
IX. GESTION DE L'OPERATION D'IMMERSION	39
X. PROGRAMME DE SURVEILLANCE.....	41
XI. DELIVRANCE DES PERMIS	42
XI.1. Mise en œuvre du projet et contrôle de conformité : Application des MPE.....	43
XI.2. Rétroaction.....	44
XI.3. Notification.....	44
XI.4. Pour un suivi régulier et efficace.....	44
XI.4.1. Publications des permis.....	45
XI.4.2. Exemples de permis.....	45

1. Permis pour les déblais de dragage	45
2. Renouvellement(s) du permis.....	47
3. Permis pour les déchets de poisson.....	50
XII. OUTILS RÉGLEMENTAIRES	52
XIII. PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL.....	53
XIV. TECHNIQUES D'IMMERSION	54
XV. EFFETS DES OPERATIONS DE DRAGAGES SUR L'ENVIRONNEMENT	55
XVI. EFFETS DES OPERATIONS D'IMMERSIONS SUR L'ENVIRONNEMENT.....	56
XVI.1. Cas des émissaires en Mer	58
XVI.1.1. Principes méthodologiques	58
1. Réglementations régissant le traitement des eaux usées, leur rejet dans le milieu naturel et la réutilisation des EUT	59
2. Réglementations relatives aux eaux de baignade	59
3. Lignes directrices de l'OMS relatives aux eaux de baignade (OMS 2004)	59
4. Norme Tunisienne NT 09.11 (1983) relative à la qualité des eaux de baignade.....	60
5. Contrôle et suivi des indicateurs.....	61
XVI.2. Etablissement ayant obligation de mettre en place un suivi régulier pour les rejets non domestiques.....	62
XVI.3. Détermination de la fréquence de constitution d'échantillons journaliers pour les établissements soumis au suivi régulier non domestiques	63
XVI.4. Etablissement n'ayant pas obligation de mettre en place un suivi régulier pour les rejets non domestiques.....	63
XVI.5. Programme de suivi et de surveillance	64
XVI.6. Arrêté fixant les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur (Protection de l'environnement).....	65
1. Matières en suspensions (M.E.S), Demande Chimique en Oxygène (DCO) et Demande Biochimique en Oxygène (DBO).....	65
2. Azote et phosphore	66
3. Autres paramètres	67
4. Paramètres microbiologiques	68
XVII. MATERIEL DE SUIVI ET CONTROLE	71
XVII.1. Bathymétrie – Topographie.....	71
XVII.1.1. Stratégie d'échantillonnage.....	71
1. Période d'échantillonnage	71
2. Fréquence d'échantillonnage.....	71
3. Répartition spatiale et précision des levés.....	71

XVII.1.2. Méthodes d'acquisition.....	71
XVII.1.3. Méthodes d'analyses	72
XVII.1.4. Interprétation des résultats	72
XVII.2. Morpho-sédimentologie	73
XVII.2.1. Paramètres à mesurer	73
XVII.2.2. Stratégie d'échantillonnage.....	73
1. Période	73
2. Fréquence d'échantillonnage	73
3. Répartition géographique des levés	73
XVII.2.3. Méthodes d'acquisition et analyses	74
XVII.2.4. Interprétation des résultats.....	74
XVII.3. Courantologie.....	74
XVII.3.1. Paramètres à mesurer	74
XVII.3.2. Stratégie d'échantillonnage.....	74
1. Période d'échantillonnage	74
2. Fréquence d'échantillonnage	75
3. Choix des stations de mesure	75
XVII.3.3. Méthodes d'acquisition et analyses	75
XVII.3.4. Interprétation des résultats.....	75
XVII.4. Erosion – Engraissement / Géomorphologie	76
XVII.4.1. Paramètres à mesurer	76
XVII.4.2. Stratégie d'échantillonnage.....	76
1. Période d'échantillonnage	76
2. Fréquence d'échantillonnage	76
3. Durée d'échantillonnage.....	76
4. Choix des stations de prélèvement.....	76
XVII.4.3. Méthode d'acquisition	76
XVII.4.4. Méthode d'analyse.....	76
XVII.4.5. Interprétation des résultats.....	76
XVII.5. Qualité des sédiments	77
XVII.5.1. Objectifs	77
XVII.5.2. Paramètres à mesurer	77
XVII.5.3. Stratégie d'échantillonnage	77
XVII.5.4. Méthodes de prélèvement.....	77

XVII.5.5. Interprétation des résultats.....	78
XVII.6. Qualité des eaux.....	78
XVII.6.1. Paramètres à mesurer.....	78
XVII.6.2. Stratégie d'échantillonnage	79
1. Stratégie sur les sites de dragage	79
2. Stratégie sur les sites d'immersion	79
3. Fréquence d'échantillonnage	79
XVII.6.3. Méthode de prélèvement	79
XVII.6.4. Interprétation des résultats.....	80
XVII.7. Bio-indicateurs	80
XVII.7.1. Paramètres à mesurer	80
XVII.7.2. Stratégie d'échantillonnage.....	81
1. Durée de suivi	81
2. Période de suivi.....	81
3. Fréquence de suivi	81
4. Localisation et nombre de stations	81
2. Méthodes de mise en œuvre	82
3. Interprétation des résultats	83
XVII.8. Organismes phytoplanctoniques.....	83
XVII.8.1. Paramètres à mesurer	83
XVII.8.2. Stratégie d'échantillonnage.....	84
1. Plan d'échantillonnage	84
2. Fréquence d'échantillonnage	84
XVII.8.3. Méthodes de prélèvement et d'analyse.....	84
1. Chlorophylle a.....	84
2. Kystes phytoplanctoniques.....	84
XVII.8.4. Interprétation des résultats.....	85
XVII.9. Organismes benthiques.....	85
XVII.9.1. Paramètres à mesurer	85
XVII.9.2. Stratégie d'échantillonnage.....	85
1. Nombre de stations	85
2. Durée et fréquence des suivis.....	86
XVII.9.3. Méthodes de prélèvement.....	86
1. Prélèvements.....	86
2. Tamisage.....	87

XVII.9.4. Méthodes d'analyses	87
XVII.9.5. Interprétation des résultats	88
XVII.10. Flore aquatique	88
XVII.10.1. Paramètres à mesurer	88
XVII.10.2. Stratégie d'échantillonnage.....	89
XVII.10.3. Méthodes d'acquisition et d'analyse.....	89
1. Photographie aérienne	89
2. Sonar latéral	90
3. Cartographie.....	90
4. Plongée sous-marine	90
5. Microcartographie par télémétrie acoustique	90
6. Prélèvements.....	90
7. Observation assistée.....	91
XVII.10.4. Interprétation des résultats.....	91
1. Densité.....	91
2. Déchaussement des rhizomes	91
3. Pourcentages de rhizomes plagiotropes.....	91
4. Recouvrement de l'herbier	91
5. Dynamique de l'herbier	92
6. Faune et flore associée	92
XVII.11. Algues.....	92
XVII.11.1 Paramètres à mesurer	92
XVII.11.2. Stratégie d'échantillonnage.....	94
1. Stratégie d'échantillonnage	94
2. Coordonnées géographiques	94
3. Fréquence de suivi	94
XVII.11.3. Méthodes d'acquisition et d'analyses	94
1. Sonar latéral.....	94
2. Photographie aérienne	94
3. Cartographie	95
4. Plongée sous-marine	95
5. Microcartographie ,par télémétrie acoustique.....	95
6. Prélèvements.....	96
XVII.11.4. Interprétation des résultats	96
XVII.12. Ichtyofaune et espèces d'intérêt halieutique.....	96

XVII.12.1. Paramètres à mesurer	96
XVII.12.2. Stratégie d'échantillonnage.....	96
1. Localisation des stations	96
2. Période et fréquence d'échantillonnage.....	97
3. Durée de suivi	97
XVII.12.3. Méthodes de prélèvement.....	97
XVII.12.4. Méthodes d'analyses.....	98
XVII.12.5. Interprétation des résultats.....	98
XVII.13. Mammifères marins	99
XVII.13.1. Stratégie de suivi	99
XVII.13.2. Méthodes d'observation	99
XVII.13.3. Méthodes d'analyses des données.....	100
XVII.13.4. Interprétation des résultats.....	100
XVII.14. Qualité microbiologique de bivalves	101
XVII.14.1 Paramètres à mesurer	101
XVII.14.2. Stratégie d'échantillonnage.....	101
1. Période d'échantillonnage	101
2. Fréquence d'échantillonnage	101
3. Répartition spatiale des points de suivis.....	101
XVII.14.3. Méthodes d'acquisition.....	102
XVII.14.4. Méthodes d'analyses.....	102
XVII.14.5. Interprétation des résultats.....	102
XVII.15. Qualité chimique de bivalves.....	102
XVII.15.1. Paramètres à mesurer	102
XVII.15.2. Stratégie d'échantillonnage.....	102
1. Période d'échantillonnage	102
2. Fréquence d'échantillonnage	103
3. Répartition spatiale des points de suivis.....	103
XVII.15.3. Méthodes d'acquisition.....	103
XVII.15.4. Interprétation des résultats.....	104
XVIII. ASPECTS JURIDIQUES DE L'IMMERSION DES NAVIRES	104
XVIII. 1. Caractérisation des déchets : Propriétés chimiques/physiques.....	105
XVIII. 2. Evacuation en mer : Meilleures pratiques pour l'environnement (liste d'intervention)	107
XIX. CONCLUSION GENERALE	110

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Synthèse des effets potentiels des dragages sur l'environnement	20
Figure 2. Exemple des déchets de poisson	50
Figure 3. Dragage aspiratrice refouleuse stationnaire (a), drague aspiratrice en marche (b), drague à pelle (c), drague aspiratrice en marche (d)	53
Figure 4. Drague à charrue (a), drague rotrodévasage (b)	54
Figure 5. Dragage à injection d'eau	54
Figure 6. Clapage par drague fendable	55
Figure 7. Stratégie typique de détermination des paramètres des sédiments marins	56
Figure 8. Fiche Bilan	57
Figure 9. Schéma d'un système de suivi d'un projet	59
Figure 10. Campagne d'échantillonnages et d'analyses	60
Figure 11. Situation des points de prélèvement	61
Figure 12. Dragage aspiratrice et ses types d'activités pour la mise en place de l'émissaire	62
Figure 13. Sondeurs bathymétriques mono-faisceaux et multifaisceaux	72
Figure 14. Le sonar à balayage latéral	74
Figure 15. Benne « Van Veen »	78
Figure 16. Illustration du principe méthodologique du RINBIO	81

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Indicateurs sur le nombre de sites d'échantillonnage par rapport au volume de la zone draguée	22
Tableau 2. Paramètres physiques mesurables et leur utilité	24
Tableau 3. Seuils de pollution des contaminants minéraux (en mg/kg de MS).....	29
Tableau 4. Contaminants minéraux et seuils de pollution (en mg/kg de MS).....	30
Tableau 5. Niveaux relatifs aux métaux lourds (en mg/kg de MS < 2 mm)	30
Tableau 6. Contamination minérale et seuils de pollution (mg/kg de MS)	30
Tableau 7. Contaminants organiques et autres (mg/kg de MS).....	30
Tableau 8. Synthèse des modes de gestion des sédiments de dragage	34
Tableau 9. Résumé des effets des opérations de dragages sur l'environnement	55
Tableau 10. Résumé des effets des opérations d'immersions sur l'environnement.....	56
Tableau 11. Résultats à communiquer	58
Tableau 12. Valeurs guides pour la qualité microbienne des eaux de baignade.....	59
Tableau 13. Normes relatives à la qualité des eaux de baignade	60
Tableau 14. Fréquence d'analyse en fonction du niveau théorique de pollution (NTP).....	63
Tableau 15. Fréquence d'analyse en fonction du niveau théorique de pollution (NTP).....	63
Tableau 16. Programme de suivi et surveillance.....	64
Tableau 17. Valeurs limites pour les matières en suspensions (M.E.S).....	66
Tableau 18. Valeurs limites pour Azote et phosphore	66
Tableau 19. Valeurs limites pour les autres paramètres.....	67
Tableau 20. Valeurs limites pour les paramètres microbiologiques	68
Tableau 21. Critères d'évaluation de la couverture des herbiers basés sur la position des limites et leur interprétation.....	92
Tableau 22. Exemple de descripteurs de l'état des peuplements halieutiques	98

OBJECTIF

L'immersion de déchets et autres substances en mer sans surveillance et sans contrôle pourrait :

- causer des effets néfastes sur biota (animaux et plantes)
- détruire des habitats marins
- avoir des effets indésirables sur les pêches
- contaminer les poissons, les mollusques et les crustacés comestibles
- nuire aux autres utilisateurs de la mer (plaisanciers, pêcheurs, bateaux de croisière, etc.)

Raisons pour lesquelles des substances sont immergées :

- Pour garantir la sécurité des voies de navigation, il est essentiel de draguer les ports et les canaux.
 - Dans le domaine de la construction, la gestion terrestre des matériaux d'excavation n'est pas possible ou beaucoup moins optimale que l'immersion.
- Loin des centres urbains, certaines usines de transformation du poisson ne disposent d'aucun moyen pratique pour gérer les déchets de poisson qu'ils produisent.
- La construction d'infrastructures portuaires engendre des volumes significatifs de déblais de dragage.

On doit Prévenir la pollution en mer, causée par le rejet des déchets et autres matières, qui peut représenter un risque pour la santé humaine, les organismes vivants ou la vie marine, de nuire aux agréments ou d'interférer avec les autres utilisations légitimes de la mer. Ainsi, afin de mieux protéger les milieux marins, on contrôle l'immersion en mer de substances non dangereuses à l'aide d'un système de permis et par l'élaboration des procédures nationales efficaces et fiable de contrôle et de suivi.

I. CADRE REGLEMENTAIRE

I.1. La convention de Barcelone de 1995

« Le Protocole de la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution » engage les parties signataires à prendre, individuellement ou conjointement, toutes les mesures nécessaires pour protéger et améliorer le milieu marin dans la zone de la mer Méditerranée en vue de contribuer à son développement durable, et pour prévenir, réduire et combattre et dans toute la mesure du possible éliminer la pollution dans cette zone. Aux termes de l'article 4.1 du Protocole de Barcelone, l'immersion de déchets et d'autres matières est interdite. Néanmoins, en vertu de l'article 4.2 a) du même Protocole, l'immersion de matériaux de dragage peut déroger à cette règle et être autorisée sous certaines conditions. L'article 5 établit que l'immersion nécessite un permis spécial

préalable par les autorités nationales compétentes. En outre, aux termes de l'article 6 du Protocole, les permis visés à l'article 5 ne sont délivrés qu'après un examen minutieux de tous les facteurs énumérés à l'annexe du Protocole. L'article 6.2 prévoit que les Parties contractantes élaborent et adoptent des critères, des Lignes directrices et des procédures pour l'immersion des déchets ou autres matières énumérées à l'article 4.2 dans le but de prévenir, de réduire et d'éliminer la pollution. De plus, le Protocole reconnaît l'importance des utilisations bénéfiques terrestres et des MPE comme étapes importantes préalables à la délivrance d'un permis d'immersion par les autorités compétentes. Conformément au paragraphe 8 de l'article 9 du Plan régional sur la gestion des déchets marins en Méditerranée, les Parties contractantes doivent appliquer les mesures rentables visant à prévenir les déchets marins résultant des activités de dragage en tenant compte des Lignes directrices pertinentes adoptées dans le cadre du Protocole Immersions de la Convention de Barcelone. Dans ce contexte, les Lignes directrices actualisées pour la gestion des matériaux de dragage servent de guide aux Parties contractantes pour l'accomplissement de leurs obligations quant aux points suivants :

1. La délivrance de permis d'immersion de matériaux de dragage conformément aux dispositions du Protocole et au paragraphe 8 de l'article 9 du Plan régional sur la gestion des déchets marins en Méditerranée ;
2. Des méthodes de surveillance, d'échantillonnage et d'évaluation conformes à la décision IMAP ;
3. La transmission au Secrétariat de données fiables sur les apports de contaminants par l'immersion de matériaux de dragage et sur d'autres effets néfastes sur les écosystèmes marins et côtiers, conformément aux rapports au titre de la Convention de Barcelone/PAM ;
4. Un bon dragage, les meilleures pratiques disponibles et les meilleurs équipements ;
5. Les données concernant les seuils et les concentrations de contaminants dans les matières de dragage

Adoption : 13 novembre 1972 ; entrée en vigueur : 30 août 1975 ; Protocole de 1996 : adoption : 7 novembre 1996 ; entrée en vigueur : 24 mars 2006

I.2. Le Protocole de Londres de 1996

Le [17 novembre 1996](#), une réunion spéciale des parties contractantes a adopté le Protocole de 1996 à la Convention de 1972 sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets (dit Protocole de 1996) communément appelée Convention de Londres ou LC72

«Le Protocole de la Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et autres matières » est un traité international sur le contrôle de la pollution des mers par immersion de déchets, encourageant les accords régionaux en complément du texte de base. Elle porte sur l'élimination des déchets et autres matériaux en mer, depuis les navires, aéronefs et plateformes.

"Immersion" désigne :

1. toute élimination délibérée dans la mer de déchets ou autres matières à partir de navires, aéronefs, plates-formes ou autres ouvrages artificiels en mer ;
2. tout sabordage en mer de navires, aéronefs, plates-formes ou autres ouvrages artificiels en mer ;
3. tout entreposage de déchets ou autres matières sur le fond des mers, ainsi que dans leur sous-sol, à partir de navires, aéronefs, plates-formes ou autres ouvrages artificiels en mer ; et
4. tout abandon ou renversement sur place de plates-formes ou autres ouvrages artificiels en mer, dans le seul but de leur élimination délibérée.

Le terme "immersion" ne vise pas :

1. l'élimination dans la mer de déchets ou autres matières résultant ou provenant de l'exploitation normale de navires, aéronefs, plates-formes ou autres ouvrages artificiels en mer ainsi que leur équipement, à l'exception des déchets ou autres matières transportés par ou transbordés sur des navires, aéronefs, plates-formes ou autres ouvrages artificiels en mer qui sont utilisés pour l'élimination de ces matières, ou provenant du traitement de tels déchets ou autres matières à bord desdits navires, aéronefs, plates-formes ou autres ouvrages artificiels;
2. le dépôt de matières à des fins autres que leur simple élimination sous réserve qu'un tel dépôt ne soit pas incompatible avec l'objet du présent Protocole ; et
3. nonobstant les dispositions du paragraphe 4, l'abandon dans la mer de matières (par exemple des câbles, des pipelines ou des appareils de recherche marine) déposées à des fins autres que leur simple élimination.
4. L'élimination ou l'entreposage de déchets ou autres matières résultant directement ou indirectement de l'exploration, de l'exploitation et du traitement offshore des ressources minérales du fond des mers ne relève pas des dispositions du présent Protocole.

Selon l'Article 9 pour la Délivrance des permis et notification stipule :

1. Chaque Partie contractante désigne une ou plusieurs autorités compétentes pour :
 - 1.1 délivrer des permis conformément au présent Protocole ;
 - 1.2 enregistrer la nature et les quantités de tous les déchets ou autres matières pour lesquels des permis d'immersion ont été délivrés et, lorsque cela est possible dans la pratique, les quantités qui ont été effectivement immergées, ainsi que le lieu, la date et la méthode d'immersion ; et
 - 1.3 surveiller individuellement ou en collaboration avec d'autres Parties contractantes et les organisations internationales compétentes l'état des mers aux fins du présent Protocole.
2. La ou les autorités compétentes d'une Partie contractante délivrent des permis conformément au présent Protocole pour les déchets ou autres matières destinés à l'immersion ou, comme il est prévu à l'article 8.2, à l'incinération en mer :

2.1 chargés sur son territoire ;

2.2 chargés à bord d'un navire ou d'un aéronef immatriculé sur son territoire ou battant son pavillon, lorsque ce chargement a lieu sur le territoire d'un Etat qui n'est pas Partie contractante au présent Protocole.

3. lors de la délivrance des permis, la ou les autorités compétentes se conforment aux dispositions de l'article 4, ainsi qu'aux critères, mesures et conditions supplémentaires qu'elles peuvent juger pertinents.

4. chaque Partie contractante communique, directement ou par l'intermédiaire d'un secrétariat établi en vertu d'un accord régional, à l'Organisation et, le cas échéant, aux autres Parties contractantes :

4.1 les renseignements visés aux paragraphes 1.2 et 1.3;

4.2 les mesures administratives et législatives prises pour appliquer les dispositions du présent Protocole, y compris un résumé des mesures d'exécution ; et

4.3 des renseignements sur l'efficacité des mesures visées au paragraphe 4.2 et tous problèmes rencontrés dans leur application.

Les renseignements visés aux paragraphes 1.2 et 1.3 doivent être soumis annuellement. Les renseignements visés aux paragraphes 4.2 et 4.3 doivent être soumis régulièrement.

5. Les rapports soumis en application des paragraphes 4.2 et 4.3 sont évalués par un organe subsidiaire approprié tel que désigné par la Réunion des Parties contractantes. Cet organe rendra compte de ses conclusions à une Réunion appropriée ou à une Réunion spéciale des Parties contractantes.

6. Les déchets ou autres matières dont la liste figure ci-après sont ceux dont on peut envisager l'immersion, en ayant conscience des objectifs et des obligations générales du présent Protocole énoncés aux articles 2 et 3 :

6.1 Déblais de dragage ;

6.2 Boues d'épuration ;

6.3 Déchets de poisson ou matières résultant d'opérations de traitement industriel du poisson ;

6.4 Navires et plates-formes ou autres ouvrages artificiels en mer ;

6.5 Matières géologiques inertes, inorganiques ;

6.6 Matières organiques d'origine naturelle ; et

6.7 objets volumineux constitués principalement de fer, d'acier, de béton et de matériaux également non nuisibles dont l'impact physique suscite des préoccupations, et seulement dans les cas où ces déchets sont produits en des lieux tels que des petites îles dont les communautés sont isolées et qui n'ont pas d'accès pratique à d'autres options d'élimination que l'immersion.

7. L'immersion des déchets ou autres matières énumérés aux paragraphes 1.4 et 1.7 peut être envisagée à condition que les matériaux risquant de produire des débris flottants ou de contribuer d'une autre manière à la pollution du milieu marin aient été retirés dans toute la mesure du possible, et à condition que les matériaux immergés en mer ne constituent pas un sérieux obstacle à la pêche ou à la navigation.

8. Nonobstant ce qui précède, les matières énumérées aux paragraphes 1.1 à 1.7 dont les niveaux de radioactivité sont supérieurs aux concentrations minima (faisant l'objet d'exemptions) définies par l'AIEA et adoptées par les Parties contractantes ne doivent pas être considérées comme pouvant faire l'objet d'une immersion; étant entendu en outre que dans un délai de 25 ans à compter du 20 février 1994, puis à des intervalles réguliers de 25 ans, les Parties contractantes effectuent une étude scientifique ayant trait à tous les déchets radioactifs et à toutes les autres matières radioactives autres que les déchets et matières fortement radioactifs, en tenant compte des autres facteurs qu'elles jugent utiles, et qu'elles réexaminent l'interdiction d'immerger de telles substances conformément aux procédures énoncées à l'article 22.

I.3. La réglementation Tunisienne

Au chapitre III du Décret n° 2009-1064 du 13 avril 2009 « fixant les conditions d'octroi des autorisations pour l'exercice d'activités de gestion de déchets dangereux et des autorisations d'immersion de déchets ou autres matières en mer » décrit la constitution et les devoirs de la commission technique consultative d'octroi des autorisations d'immersion de déchets ou autres matières en mer, ainsi que les exigences nécessaires à la délivrer un permis pour l'immersion :

Selon Art. 2 on entend par :

1. Mer : les eaux intérieures, la mer territoriale, la zone économique exclusive et le plateau continental ainsi que les zones fonctionnelles créées et le fond de ces zones marines et leurs sous-sols,
2. les déchets dangereux : les déchets cités dans la liste des déchets dangereux annexée au décret n° 2000-2339 du 10 octobre 2000,
3. l'immersion : toute opération d'immersion, de rejet, d'élimination ou d'enfouissement, délibérée, de déchets ou de toute autre matière, cités à l'annexe A du présent décret, à l'exception des opérations de rejet des déchets ou des matières résultant de l'exploitation normale des navires et des aéronefs et leurs équipements,
4. l'incinération des déchets dans la mer : toute opération, de combustion délibérée de déchets ou d'autres matières, cités à l'annexe A du présent décret, dans la mer aux fins de leur destruction

thermique, à l'exception des opérations de combustion des déchets ou des matières résultant de l'exploitation normale des navires et des aéronefs et leurs équipements.

ANNEXE « A »

1. Les matériaux et les équipements de dragage,
2. Les déchets de poisson ou matières organiques issus des opérations industrielles de transformation du poisson et d'autres organismes marins,
3. Les navires
4. Les plateformes ou autres ouvrages placés en mer, sous réserve que les matériaux qui peuvent produire des déchets flottants ou contribuer sous d'autres formes à la pollution du milieu marin.
5. Les matières géologiques inertes non polluées, dont les constituants chimiques ne risquent pas d'être libérés dans le milieu marin.

Selon l'Art. 3 les dispositions du présent décret ne s'appliquent pas aux opérations d'immersion ou d'enfouissement de déchets résultant de cas de force majeure ou de cas d'urgence, en vue de la protection des vies humaines ou pour garantir la sécurité des navires ou des aéronefs.

Déchets ou autres matières dont l'immersion peut être envisagée selon le protocole

Selon la législation tunisienne uniquement la liste à l'annexe A sous indiquer est autorisée à être immerger :

1. Les matériaux et les équipements de dragage,
2. Les déchets de poisson ou matières organiques issus des opérations industrielles de transformation du poisson et d'autres organismes marins,
3. Les navires,
4. Les plateformes ou autres ouvrages placés en mer, sous réserve que les matériaux qui peuvent produire des déchets flottants ou contribuer sous d'autres formes à la pollution du milieu marin.
5. Les matières géologiques inertes non polluées, dont les constituants chimiques ne risquent pas d'être libérés dans le milieu marin.

I.4. Octroi d'autorisation pour l'immersion de déchets ou autres matières en mer

1. Conditions d'obtention de la prestation :

1.1 Le demandeur de l'autorisation d'immersion de déchets ou autres matières en mer est tenu d'obtenir l'approbation de l'agence nationale de protection de l'environnement sur l'étude d'impact environnemental de l'opération d'immersion,

1.2 Les opérations d'immersion de déchets ou autres matières en mer doivent s'effectuer conformément aux dispositions du décret n°2009-1064 du 13 avril 2009, fixant les conditions d'octroi des autorisations pour l'exercice d'activités de gestion de déchets dangereux et des autorisations d'immersion de déchets ou autres matières en mer notamment les articles 12 et 13.

2. Pièces à fournir :

2.1 Une demande d'autorisation au nom du ministre de l'Environnement et du développement durable dûment signée par le demandeur de l'autorisation ou son représentant légal, conformément à un modèle retiré du ministère de l'environnement et du développement durable,

2.2 Une copie de l'approbation par l'agence nationale de protection de l'environnement de l'étude d'impact sur l'environnement- Un dossier technique relatif aux déchets ou autres matières objet de l'immersion et au site de l'immersion.

3. Références législatives et / ou réglementaires

3.1 La loi n°96-41 du 10 juin 1996, relative aux déchets et au contrôle de leur gestion et de leur élimination telle que modifiée par la loi n°2001-14 du 30 janvier 2001.

3.2 La loi n°98-15 du 23 février 1998, portant ratification des amendements à la convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution et des amendements à ses protocoles et ratification de nouveaux protocoles.

3.3 Le décret n°2009-1064 du 13 avril 2009, ent s'effectuer conformément aux dispositions du décret n°2009-1064 du 13 avril 2009, fixant les conditions d'octroi des autorisations pour l'exercice d'activités de gestion de déchets dangereux et des autorisations d'immersion de déchets ou autres matières en mer.

3.4 Décret n° 97-1836 du 15 septembre 1997, relatif à l'exercice des activités de recherche scientifique, d'exploration, de levé et de forage par des navires dans les eaux et le plateau continental tunisiens.

Article premier. - L'exercice des activités de recherche scientifique, d'exploration, de levé et de forage ainsi que l'utilisation à ces fins de tout navire ou tout autre engin marin, dans les eaux ou le plateau continental tunisiens sont soumis à une autorisation préalable délivrée par le ministre compétent. L'autorisation est accordée aux établissements ou organismes exerçant l'une des activités sus-mentionnées soit dans le cadre d'un accord avec le gouvernement de la République tunisienne soit dans un but scientifique. Cette autorisation ne dispense pas le requérant d'obtenir toute autre autorisation prévue par les lois et règlements en vigueur.

II. MATERIAUX DE DRAGAGE

On entend par "matériaux de dragage" toute formation sédimentaire (argile, limon, sable, graviers, roches et toute roche autochtone apparentée) qui est extraite de zones normalement ou régulièrement recouvertes par les eaux marines, en recourant à un engin de dragage ou à tout autre engin d'excavation pour garantir. Une certaine profondeur qui doit être maintenue pour le bon fonctionnement des ports et la sécurité des de la navigation.

II.1. Besoin de dragage et d'élimination

Le dragage industriel est le processus qui consiste à éliminer le sable, le limon et d'autres matériaux solides du fond de grandes étendues d'eau en utilisant n'importe quelle combinaison de pompes de dragage et d'agitateurs de matériaux ou par des moyens mécaniques tels que des seaux à clapet. Le dragage est un élément de service majeur dans de nombreux grands projets de construction sous-marine visant à créer une fondation plate et stable sur le fond marin. En outre, le dragage est également utilisé pour entretenir les ports, les canaux, les rivières, les lacs et autres plans d'eau afin de s'assurer que les bateaux et les grands navires sont en mesure de passer en toute sécurité sans se coincer dans l'accumulation de sédiments qui se produit lorsque le sable et le limon se lavent en aval, obstruant éventuellement les canaux et les ports. Périodiquement, cette accumulation de matériaux doit être excavée et transportée par dragage en raison des grands navires nécessitant une certaine profondeur d'eau pour rester opérationnels.

Une grande partie des matériaux enlevés au cours de ces travaux nécessaires doit être évacuée en mer. Sur la quantité totale de matériaux dragués dans la mer Méditerranée, la majeure partie est, de par sa nature même, soit non contaminée, soit légèrement contaminée par les activités de l'homme (autrement dit au niveau de la contamination naturelle ambiante, ou proche de celle-ci). Une petite partie des déblais de dragage est toutefois contaminée dans une mesure telle que de sérieuses contraintes environnementales doivent être imposées lors du dépôt de ces sédiments. Avant de commencer une évaluation complète des matières et des options d'élimination, il convient de se poser la question suivante : "Est-ce qu'un dragage est nécessaire ?" Dans l'éventualité d'une évaluation complète ultérieure n'indiquant aucune option acceptable d'élimination, il sera nécessaire de réexaminer cette question dans un contexte plus large. Les activités de dragage représentent une composante essentielle des activités portuaires. On peut distinguer deux grandes catégories de dragage :

1. Le dragage pour des infrastructures basées dans l'eau comprend :

- Le dragage de travaux neufs, effectué principalement aux fins de la navigation, implique l'élargissement ou l'approfondissement des chenaux existants et des zones portuaires existantes ou pour en créer; ce type de dragage comprend également certaines activités techniques sur les fonds marins, comme le creusement de tranchées pour la pose de canalisations ou de câbles, le percement de tunnels, l'enlèvement de matériaux non adaptés aux fondations, ou l'extraction d'agrégats, et pour des buts hydrauliques ceci implique l'augmentation de la capacité de débit de la voie navigable ;
- Le dragage d'entretien, effectué pour maintenir les dimensions nominales des chenaux, des postes de mouillage ou des ouvrages de génie civil.
- Dragage pour la protection du littoral : utilisation des sédiments pour des activités telles que l'alimentation des plages et la construction des digues, des jetées, etc.

2. Dragage à des fins d'amélioration de l'écosystème :

- Dragage environnemental pour éliminer les sédiments contaminés afin de réduire les risques pour la santé humaine et l'environnement ; construction de cellules d'élimination en milieu confiné aquatique pour contenir les sédiments contaminés.
- Dragage de restauration : pour restaurer ou créer des caractéristiques environnementales ou des habitats afin d'établir des fonctions, des avantages et des services d'un écosystème, p.e. création des zones humides, la construction et l'alimentation de l'habitat d'une île, la construction de récifs en haute mer et les caractéristiques topographiques pour l'amélioration de la pêche, etc.
- Dragage pour soutenir les processus de sédiments locaux et régionaux : cela comprend l'ingénierie pour réduire la sédimentation (p.e. construction de pièges à sédiments), la conservation des sédiments dans le système de sédiments naturels pour soutenir les habitats, les rives et les infrastructures à base de sédiments.

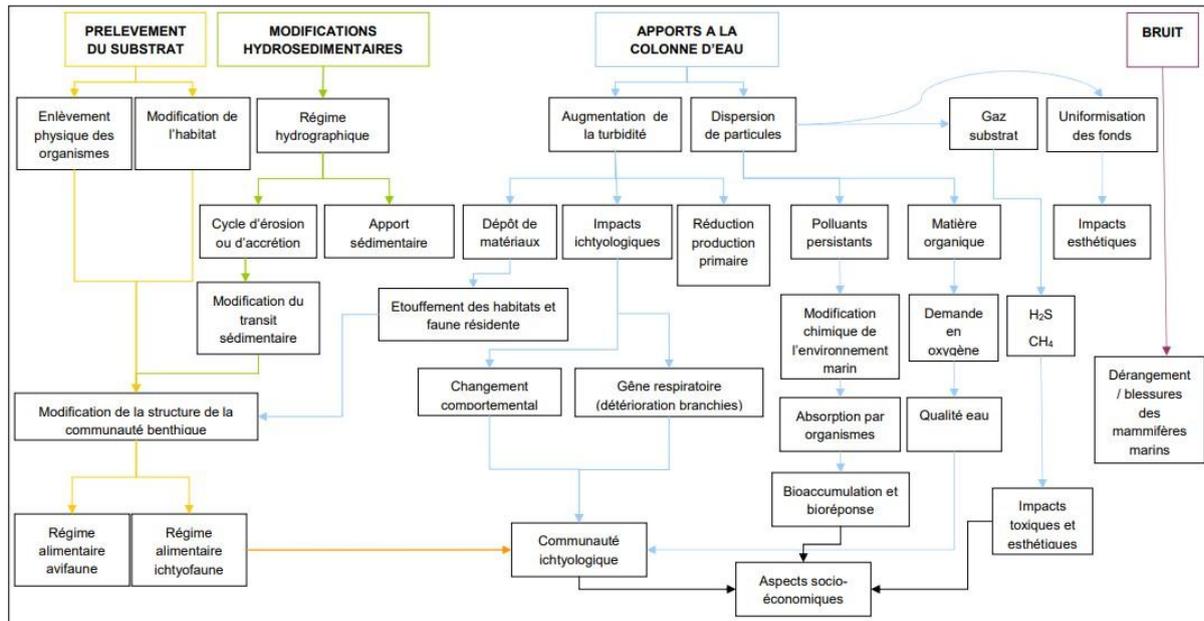


Figure 1. Synthèse des effets potentiels des dragages sur l'environnement

II.2. Caractérisation des matériaux de dragage

Informations de base requises pour la caractérisation

II.2.1. Caractérisation physique

Les renseignements suivants doivent être obtenus pour tous les matériaux de dragage destinés à l'immersion en mer :

1. Quantité de matériaux (tonnage brut à l'état humide),
2. Méthode de dragage (dragage mécanique, hydraulique ou pneumatique, le taux prévu - ou réel - de remplissage du site d'immersion, et application des MPE) ;
3. Évaluation préliminaire et grossière des caractéristiques des sédiments, i.e.
 - Roche. En général, les roches draguées ne sont pas contaminées.
 - Gravier et sable. En général, le matériel granulaire n'est pas contaminé
 - Argile consolidée. En général, l'argile consolidée n'est pas contaminée.
 - Limon/Argile molle. En général, le limon/argile molle est contaminé
 - Mélange (roche/sable/limon/argile molle). En général, le mélange est contaminé

Exemptions

Les matériaux de dragage peuvent être exemptés de caractérisation chimique et biologique, s'ils répondent à l'un des critères énumérés ci-dessous :

4. Ils sont composés de matériaux géologiques jusqu'alors intacts ;
5. Ils sont composés presque exclusivement de sable, gravier ou roche ;

6. Ils conviennent aux utilisations bénéfiques et sont surtout composés de sable, de gravier ou de coquillages.

II.2.2 Caractérisation chimique

Il convient également d'effectuer une caractérisation chimique pour apprécier pleinement l'impact potentiel de ces matériaux. Il se peut que les renseignements en question puissent être obtenus auprès de sources d'information existantes, par exemple par suite d'observations faites sur le terrain et portant sur l'impact de matériaux analogues sur des sites semblables, ou du fait de résultats d'analyses antérieures effectuées sur des matériaux analogues, sous réserve que ces analyses aient été effectuées dans les cinq dernières années, ou encore de la connaissance que l'on a des rejets locaux ou d'autres sources de pollution, connaissance étayée par des analyses sélectives. Dans ces cas, il se peut qu'il ne soit pas nécessaire de mesurer à nouveau les effets potentiels de matériaux analogues dans le voisinage.

À titre préliminaire une caractérisation chimique sera nécessaire afin d'estimer les charges brutes de contaminants, surtout dans le cas de nouvelles opérations de dragage. Le but des analyses est de savoir si l'immersion en mer de matériaux de dragage contenant des contaminants est susceptible d'avoir des effets indésirables, en particulier des effets toxiques, chroniques ou aigus, sur les organismes marins ou sur la santé de l'homme, du fait ou non de leur bioaccumulation dans les organismes marins et spécialement dans les espèces comestibles.

Les éléments d'une caractérisation chimique supplémentaire des matériaux de dragage sont les suivants :

- principales caractéristiques géochimiques du sédiment, y compris conditions d'oxydoréduction ;
- voies par lesquelles les contaminants pourraient logiquement avoir pénétré dans les sédiments ;
- rejets de déchets industriels et municipaux (passés et présents) ;
- probabilité d'une contamination due aux ruissellements des terres agricoles et aux ruissellements urbains ;
- rejets de contaminants dans la zone où le dragage doit être effectué ;
- origine et utilisation antérieure des matériaux de dragage (par exemple, pour nourrir les plages);
- dépôts (ou gisements) naturels de minéraux et autres substances naturelles.

Exemptions

Les procédures d'analyse biologique ci-après peuvent ne pas être nécessaires si la caractérisation physique et chimique antérieure des matériaux dragués et de la zone réceptrice, ainsi que les renseignements biologiques disponibles, permet d'apprécier, sur une base scientifique adéquate, l'impact sur l'environnement.

Cependant, les procédures de tests biologiques convenables doivent être appliquées si :

- L'analyse antérieure des matériaux révèle la présence de contaminants à des quantités dépassant le seuil supérieur de référence visé, au Tableau national des niveaux ou de substances dont on ne connaît pas les effets biologiques,
- Les effets antagonistes ou synergiques de plus d'une substance sont préoccupants,
- Il y a un doute quelconque quant à la composition ou aux propriétés exactes des matériaux, les procédures d'analyse biologique appropriées doivent être appliquées.

II.2.3. Caractérisation biologique

Si les informations existantes ne suffisent pas pour caractériser certaines matières de dragage, il convient de réaliser une étude in situ de la zone de dragage.

La composition physique, chimique et biologique des échantillons peut être fortement influencée par le choix des points d'échantillonnage, par la méthode d'échantillonnage et par la manipulation des échantillons. Ces influences éventuelles seront prises en considération lors de l'appréciation des données.

La distribution et la profondeur de l'échantillonnage doivent refléter la taille et la profondeur de la zone à draguer, le volume à draguer et la variabilité probable dans la distribution horizontale et verticale des contaminants.

Le tableau ci-après donne des indications sur le nombre de sites de prélèvement à utiliser en rapport avec le nombre de m³ à draguer afin d'obtenir des résultats représentatifs, si l'on présume que les sédiments de la zone à draguer sont raisonnablement uniformes :

Tableau 1. Indicateurs sur le nombre de sites d'échantillonnage par rapport au volume de la zone draguée

Volume dragué (m ³ in situ)	Nombre de stations
Jusqu'à 25 000	3
De 25 000 à 100 000	4 - 6
De 100 000 à 500 000	7 - 15
De 500 000 à 2 000 000	16 - 30
> 2 000 000	10 de plus par million de m ³ supplémentaire

Des carottes seront prélevées aux endroits où la profondeur de dragage et la distribution verticale probable des contaminants le justifient autrement un prélèvement par benne est considéré comme adéquat. Un échantillonnage effectué à bord d'un engin de dragage n'est pas acceptable.

Normalement, les échantillons prélevés à chaque site de prélèvement doivent être analysés séparément. Cependant, si, de toute évidence, les sédiments sont homogènes en ce qui concerne leurs caractéristiques (granulométrie et charge en matière organique) et que le niveau probable de contamination est uniforme, il est possible d'analyser des échantillons composites avec des échantillons prélevés à des emplacements adjacents, à raison de deux ou plus à la fois, sous réserve que des précautions aient été prises afin que les résultats donnent une valeur moyenne justifiée pour les contaminants. Les échantillons d'origine doivent être conservés jusqu'à la fin de la procédure de délivrance de permis et ce dans l'éventualité où, au vu des résultats obtenus, de nouvelles analyses sont nécessaires.

II.2.4. Structure des sédiments de dragage

Comme la nature hétérogène diverse des sédiments, leur fraction granulométrique varie d'une région à l'autre. Les différentes classes granulométriques (NF P18-560) sont : les cailloux (20 à 200 mm), les graviers (2 à 20 mm), les sables grossiers (0.2 à 2 mm), les sables fins (20 µm à 0,2 mm), les limons (2 à 20 µm), et les argiles (< 2 µm). Afin de classer les types des sédiments, une étude a été faite par la Commission Géologique des États-Unis. En examinant une base de données de 27 k échantillons des sédiments, l'analyse montre que leur granulométrie correspond généralement aux trois dernières fractions (< 0,2 mm).

II.3. Méthodes d'analyse

La séquence de l'approche à plusieurs étapes recommandée est la suivante :

- Etapes I : propriétés physiques ;
- Etapes II : propriétés chimiques ;
- Etapes III : propriétés et les effets biologiques

À chaque étape, il faudra déterminer s'il existe suffisamment d'informations pour permettre une décision de gestion ou si une analyse supplémentaire est requise. D'autres informations déterminées par les circonstances locales peuvent être ajoutées à chaque étape. En l'absence de sources de pollution appréciable, et si la détermination visuelle des caractéristiques des sédiments conduit à conclure que le matériel de dragage répond à l'un des critères de dérogation stipulés au paragraphe 3.1.1 des lignes directrices, il n'est pas nécessaire de procéder à d'avantage analyses.

On sera amené à procéder à des analyses et à des essais sur les matériaux de dragage non exemptés, ceci afin de se procurer suffisamment d'éléments d'information pour juger si le permis doit être accordé ou non. Par conséquent, une étude in situ de la zone à draguer devrait être effectuée.

L'analyse doit être effectuée sur le sédiment entier (< 2 mm) ou sur une fraction à granulométrie fine. Si l'analyse est effectuée sur une fraction à granulométrie fine, il serait adéquat de convertir les résultats en teneurs dans les sédiments entiers (< 2 mm) afin de déterminer les charges totales des matériaux de dragage.

Étapes I (propriétés physiques)

Les analyses physiques sont importantes car elles permettent de savoir comment les sédiments peuvent se comporter pendant les opérations de dragage et d'élimination, ainsi que si des analyses chimiques et/ou biologiques s'imposeront ultérieurement. Il est vivement recommandé de déterminer les éléments suivants :

Tableau 2. Paramètres physiques mesurables et leur utilité

Paramètre	Objectif
<ul style="list-style-type: none"> • granulométrie (par laser ou tamis) • pourcentage de solides (matière sèche) 	<ul style="list-style-type: none"> • Cohérence, vitesse de sédimentation/potentiel de resuspension, potentiel d'accumulation des contaminants
<ul style="list-style-type: none"> • densité/gravité spécifique 	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidation du matériel déposé, volume in situ
<ul style="list-style-type: none"> • matière organique (sous forme de carbone organique total) 	<ul style="list-style-type: none"> • Potentiel d'accumulation de substances organiques associées

Étapes II (propriétés chimiques)

En ce qui concerne les polluants inorganiques, dans tous les cas où une analyse chimique est nécessaire, les concentrations des éléments traces suivants doivent être déterminées :

- Arsenic (As),
- Cadmium (Cd),
- Chrome (Cr),
- Cuivre (Cu),
- Plomb (Pb),
- Mercure (Hg),
- Nickel (Ni)
- Zinc (Zn).

En ce qui concerne les polluants organiques, Il convient par ailleurs de doser les composés organiques/organométalliques suivants :

- Polychlorobiphényles suivants (PCBs), la somme des congénères de PCB IUPAC numéros 28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180 devrait être analysée.;
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (Σ HAP9 est la somme des HAPs suivis : anthracène, benzo[a]anthracène, benzo[ghi]pérylène, benzo[a]pyrène, chrysène, fluoranthène, indeno[1,2,3-cd] pyrène, pyrène, phénanthrène ;
- Composés de tributyl étain (TBT) et produits de leur dégradation. En tant qu'exigence minimale, les niveaux d'actions nationaux doivent être établis pour la liste primaire ci-dessus.

La mesure de PCB, HAP et TBT ne sera pas nécessaire lorsque :

- des informations suffisantes provenant d'enquêtes antérieures indiquent l'absence de contamination ;
- il n'existe pas de sources connues (ponctuelles ou diffuses) de contamination ni d'apports historiques ;
- les sédiments sont principalement grossiers ; et
- les concentrations de carbone organique total sont faibles. Sur la base d'informations locales sur les sources de contamination (sources ponctuelles ou diffuses) ou d'apports historiques, d'autres déterminants devront peut-être être mesurés par exemple :

- Autres chlorobiphényles;
- Pesticides organophosphorés ;
- Pesticides organochlorés ;
- Dibenzodioxines polychlorées (PCDD) ;
- Dibenzofuranes polychlorés (PCDF) ;
- Hydrocarbures du pétrole, C10, C40 ;
- Phthalates (DEHP et éventuellement – DBP/BBP) ;
- Tiphénylstannane (TPhT) ;
- Autres agents anti-salissure
- Normalisation

Afin d'obtenir des comparaisons plus fiables des teneurs en contaminants présents dans les matériaux de dragage et dans les sédiments sur les lieux de l'élimination ou des sites de référence, ainsi que des niveaux d'action, Il est conseillé d'appliquer des teneurs normalisées en contaminants. Pour que les comparaisons soient valides, la méthode de normalisation (OSPAR, 2013. JAMP Guideline for monitoring of contaminants in sea water, OSPAR agreement 2013-03, annexe technique V) appliquée par une autorité réglementaire doit être uniforme

Etapes III (propriétés et effets biologiques)

Les procédures d'analyse biologique ci-après peuvent ne pas être nécessaires si la caractérisation physique et chimique antérieure des matériaux dragués et de la zone réceptrice, ainsi que les renseignements biologiques disponibles, permet d'apprécier, sur une base scientifique adéquate, l'impact sur l'environnement.

Cependant, les procédures de tests biologiques convenables doivent être appliquées si :

- L'analyse antérieure des matériaux de dragage révèle la présence de contaminants à des quantités dépassant le seuil supérieur de référence visé au Tableau National des Niveaux d'Action, ou de substances dont on ne connaît pas les effets biologiques,
- Les effets antagonistes ou synergiques de plus d'une substance sont préoccupants,
- Il y a un doute quelconque quant à la composition ou aux propriétés exactes des matériaux, les procédures d'analyse biologique appropriées doivent être appliquées.

Ces procédures, portant notamment sur des espèces bioindicatrices, pourraient éventuellement comprendre les éléments suivants :

- Essais biologiques de toxicité

L'objet principal des essais biologiques est de fournir des mesures directes des effets de tous les constituants des sédiments agissant ensemble, en tenant compte de leur biodisponibilité. Pour classer la toxicité aiguë des sédiments portuaires avant le dragage d'entretien, les essais biologiques à court terme peuvent souvent suffire comme outil de dépistage :

- Pour évaluer les effets du matériel de dragage, des essais biologiques pour toxicité aiguë peuvent être effectués avec de l'eau interstitielle, ou avec de l'eau de sédiment élué ou avec le sédiment entier. En général, un groupe de 2-4 essais biologiques est recommandé avec des organismes de différents groupes taxonomiques (ex. crustacés, mollusques, polychètes, bactéries, échinodermes), [en utilisant des espèces qui sont considérées comme convenablement sensibles et pertinentes du point de vue écologique, et des méthodes qui ont été standardisées et validées]. Le test Microtox® phase solide (SPT) fait partie des essais biologiques des sédiments recommandés par les directives sur la gestion des matériaux de dragage à travers le monde (DeValls et al. 2004 ; Alvarez-Guerra et al. 2007)
- Dans la plupart des essais biologiques, la survie des espèces testées est utilisée comme point final. Les essais biologiques chroniques avec un critère sous-létal (croissance, reproduction, etc.) couvrant

une partie importante du cycle de vie des espèces d'essai peuvent fournir une prédiction plus précise des impacts potentiels des opérations de dragage, et sont donc recommandés.

Le résultat des essais biologiques des sédiments peut être indûment influencé par des facteurs autres que les produits chimiques associés aux sédiments. Des facteurs de confusion comme l'ammoniac, le sulfure d'hydrogène, la granulométrie, la teneur en oxygène et le pH devraient donc être déterminés lors des essais biologiques.

- Biomarqueurs

Les biomarqueurs peuvent donner des alertes précoces sur des effets plus subtils (biochimiques) à des niveaux de contamination faibles et soutenus. Plusieurs sont déjà applicables pour une application de routine sur du matériau de dragage (Martín-Díaz et al., 2008). La combinaison des mesures de chimie des sédiments, des essais biologiques in situ et des biomarqueurs a été jugée utile pour évaluer les impacts du dragage des sédiments et immersion dans les zones côtières références (Martín-Díaz et al. 2008 ; Tsangaris et al., 2014).

- Expériences en microcosmes

Il existe des tests de microcosme à court terme disponibles pour mesurer la tolérance toxique de la communauté, par exemple Tolérance communautaire induite par la pollution (PICT) (Gustavson et Wangberg, 1995).

- Expériences en mésocosmes

En raison des coûts et du temps impliqués, ces expériences ne peuvent pas être utilisées pour délivrer des permis mais sont utiles dans les cas où l'extrapolation des tests de laboratoire aux conditions de terrain est compliquée ou lorsque les conditions environnementales sont très variables et entravent l'identification des effets toxiques en tant que tels. Les résultats de ces expériences seraient alors disponibles pour les décisions futures sur les permis.

- Observations sur le terrain des communautés benthiques :

La surveillance in situ des communautés benthiques (poissons, invertébrés benthiques) dans la zone du site d'élimination peut fournir des indications importantes sur l'état des sédiments marins. Les observations sur le terrain donnent un aperçu de l'impact combiné des perturbations physiques et de la contamination chimique.

Des Lignes directrices sur le suivi des communautés benthiques sont fournies par exemple par la Convention de Paris de 1992, CIEM.

- Autres propriétés biologiques
- Le cas échéant, d'autres mesures biologiques peuvent être appliquées afin de déterminer, par exemple, le potentiel de bioaccumulation et de détérioration.

IV. EVALUATION DE LA QUALITE (liste et niveaux d'actions)

Le processus de l'évaluation de la qualité des matériaux de dragage débute par l'identification des caractéristiques chimiques, biologiques ou physiques à inscrire sur la liste d'actions. Une liste d'actions comporte une série de produits chimiques, de réactions biologiques ou d'autres caractéristiques donnant matière à préoccupation qui peut servir à évaluer les effets que les matériaux de dragage sont susceptibles d'avoir sur la santé de l'homme et le milieu marin. Ensuite, il faut établir les valeurs seuils minimale et maximale correspondant à chaque caractéristique qui figure sur cette liste. Les valeurs-seuils sont souvent déterminées à l'aide d'une approche fondée sur les références (comparaison avec les conditions de fond ou ambiantes) ou une approche fondée sur les effets (reposant sur les connaissances ou l'observation directe des effets de l'exposition). Les niveaux d'actions sont fixés en intégrant les caractéristiques, des réactions biologiques, de normes de qualité de l'environnement, de critères de flux et d'autres valeurs de référence et les valeurs-seuils pertinentes pour former une règle de décision. Cela peut être aussi simple qu'une notation succès/échec basée sur une valeur étalon unique ou plus complexe comme la combinaison de plusieurs sources de données dans une approche s'appuyant sur la valeur probante des éléments de preuve. Les niveaux d'actions définissent des limites qui permettent de décider si les sédiments peuvent être évacués en mer. La liste des niveaux d'actions doit être développée sur une base nationale. Il convient de déduire les critères de l'étude de sédiments présentant des propriétés géochimiques analogues à celles des sédiments à draguer et/ou du système récepteur. Ainsi, suivant la variation naturelle de la géochimie des sédiments, il peut s'avérer nécessaire d'élaborer des séries individuelles de critères pour la zone dans laquelle le dragage ou l'immersion est réalisée. La liste d'actions devrait inclure des niveaux supérieurs et inférieurs, déterminant trois actions possibles :

- les matériaux contenant des contaminants spécifiés ou provoquant des réactions biologiques, dépassant le niveau supérieur concerné seront en général considérés comme inapproprié pour un dépôt en mer normal mais convenable pour d'autres options de gestion ;

- les matériaux contenant des contaminants spécifiés ou provoquant des réactions biologiques dépassant le niveau supérieur concerné seront en général considérés comme présentant peu de danger pour l'environnement en cas de dépôt en mer ; et
- les matériaux de qualité intermédiaire feront l'objet d'une évaluation plus approfondie avant que l'on puisse déterminer s'ils se prêtent à un dépôt en mer. Si une étude prouve que, pour l'essentiel, le matériel est en dessous du seuil de référence minimal visé et qu'aucun nouvel événement de pollution ne s'est produit qui indique que la qualité des matériaux dragués s'est détériorée, il n'est pas nécessaire de répéter les études.

Si les activités de dragage concernent des matériaux dont la teneur en contaminants est comprise entre les seuils de référence maximal et minimal visés, il peut être possible, au vu de l'étude initiale, de réduire soit le nombre de stations d'échantillonnage, soit le nombre de paramètres à analyser. Les données recueillies doivent cependant permettre de confirmer les résultats obtenus par l'analyse initiale aux fins de la délivrance du permis. Si un programme d'échantillonnage ainsi réduit ne confirme pas l'analyse antérieure, l'étude complète doit être répétée.

Cependant, dans les zones où les sédiments ont tendance à présenter des niveaux élevés de contamination et où la répartition des contaminants évolue rapidement du fait de la fluctuation de facteurs environnementaux, l'analyse des contaminants pertinents doit être fréquente et liée à la procédure de renouvellement de permis.

Au niveau canadien pour La gestion des sédiments de dragages :

Cinq critères seuils de concentration sont définis :

- Concentration d'effets fréquente (CEF) : le rejet en eau libre est interdit ;
- Concentration produisant un effet probable (CEP) : des effets défavorables observés ;
- Concentration d'effets rares (CER) : prévenir la pollution due à des rejets industriels ;

Concentration d'Effets Occasionnels (CEO) : le rejet est interdit lorsqu'il y a un risque sur les espèces ;

- Concentration Seuil produisant un Effet (CSE) : effets défavorables rarement observés ;

Les valeurs seuils pour chaque concentration pour les sédiments sont présentées au Tableau ci-dessous :

Tableau 3. Seuils de pollution des contaminants minéraux (en mg/kg de MS)

Les seuils	Hg	Cd	Pb	Cr	Zn	Zn	Ni
N1 : seuil sans effet (SSE)	0,05	0,2	23,0	55,0	28	100	35
N2 : seuil d'effets mineurs (SEM)	0,20	0,9	42,0	55,0	28	150	35
N3 : effet d'effets néfaste (SEN)	1,00	3,0	170	100	86	540	61

Tableau 4. Contaminants minéraux et seuils de pollution (en mg/kg de MS)

	Hg	Cd	Pb	Cr	Cu	Zn	Fluorine	Pyrène
CSE	0,005	0,32	18,0	30,0	11,0	70,0	0,01	0,04
CEP	0,13	0,67	30,0	52,0	19,0	120	0,02	0,15
CER	0,29	2,10	54,0	96,0	42,0	180	0,06	0,42
CEO	0,70	4,20	110	160	110	270	0,14	1,40
CEF	1,40	7,20	230	290	230	430	1,20	3,80

Au niveau français pour La gestion des sédiments de dragages :

Tableau 5. Niveaux relatifs aux métaux lourds (en mg/kg de MS < 2 mm)

Éléments traces	N1	N2	PCB	N1	N2
Arsenic	25	50	PCB totaux	0,500	1,00
Cadmium	1,2	2,4	PCB28	0,025	0,05
Chrome	90	180	PCB 52	0,025	0,05
Cuivre	45	90	PCB 101	0,050	0,10
Mercure	0,4	0,8	PCB 118	0,025	0,05
Nickel	37	74	PCB 138	0,050	0,10
Plomb	100	200	PCB 153	0,050	0,10
Zinc	276	552	PCB 153	0,025	0,05
-	-	-	TBT	0, 100	0,40

Tableau 6. Contamination minérale et seuils de pollution (mg/kg de MS)

Réglementation	AS	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Zn
Arr. 28.10.2010	0,5	20	0,04	0,50	2,0	0,01	0,5	0,4	0,50	0,06	0,1	4,00
Arrêté 9.08.2006	N ₁	25	-	1,20	90,0	45	0,40	-	37	100	-	276
	N ₂	50	-	2,40	180	90	0,80	-	74	200	-	552

Tableau 7. Contaminants organiques et autres (mg/kg de MS)

Paramètres	Valeur limite	Paramètres	Valeur limite
Chlorure	800*	FS (fraction soluble)	4000*
Fluorure	10	COT (solide)	30 000
Mercure	0,01	BTEX	6
Sulfate	1000*	PCB	1
Indice phénols	1	Hydrocarbures (C10 à C40)	500
COT (éluât)	500*	HAP	50

Aux Pays-Bas, le dragage et l'élimination des sédiments des zones côtières sont régis par diverses lois et réglementations, notamment la loi néerlandaise sur la gestion de l'environnement, la loi sur l'eau et la loi sur l'exploitation minière. Ces lois visent à protéger l'environnement, la santé humaine et la sécurité publique.

Le gouvernement néerlandais a mis en place un système de permis pour le dragage et l'élimination des sédiments dans les zones côtières. Les permis incluent des conditions et des exigences pour les opérations de dragage et l'élimination des matériaux dragués, telles que l'emplacement, le volume et la qualité des sédiments.

En outre, le gouvernement néerlandais encourage l'utilisation bénéfique des matériaux de dragage, comme la création de nouveaux terrains, de réserves naturelles ou de zones de loisirs. Le gouvernement a également mis en œuvre des mesures visant à réduire l'impact environnemental des opérations de dragage, telles que l'utilisation de pièges à sédiments et la surveillance de la qualité de l'eau.

Dans l'ensemble, les Pays-Bas ont mis en place des réglementations et des procédures strictes pour le dragage et l'élimination des sédiments dans les zones côtières, afin de garantir la protection de l'environnement et de la santé publique.

Informations sur les lois et actes relatifs au dragage et à l'élimination des sédiments dans les zones côtières aux Pays-Bas.

1. Loi néerlandaise sur la gestion de l'environnement (Wet milieubeheer)

La loi néerlandaise sur la gestion de l'environnement (Wet milieubeheer) définit le cadre général de la protection de l'environnement aux Pays-Bas, y compris le dragage et l'élimination des sédiments dans les zones côtières. La loi comprend des dispositions relatives aux permis environnementaux, aux études d'impact sur l'environnement et aux plans de gestion de l'environnement.

2. Loi sur l'eau (Waterwet)

La loi sur l'eau (Waterwet) régit la gestion, l'utilisation et la protection des ressources en eau aux Pays-Bas. Elle contient des dispositions sur le dragage, y compris l'obligation d'obtenir un permis pour les activités de dragage et la réglementation de l'élimination des sédiments.

3. Loi sur l'exploitation minière (Mijnbouwwet)

La loi sur l'exploitation minière (Mijnbouwwet) régit l'exploration et l'exploitation des ressources minérales aux Pays-Bas, y compris le sable et le gravier. La loi comprend des dispositions sur les permis, les études d'impact sur l'environnement et la protection de l'environnement.

4. Décret sur la qualité des sols (Besluit bodemkwaliteit)

Le décret sur la qualité des sols (Besluit bodemkwaliteit) régit la qualité des sols et des sédiments aux Pays-Bas, y compris les matériaux de dragage. Le décret comprend des dispositions sur la classification, la réutilisation et l'élimination des matériaux de dragage.

Les détails spécifiques de ces lois et actes comprennent des exigences en matière de permis, d'évaluation de l'impact sur l'environnement et de surveillance de la qualité de l'eau. Les règlements précisent également les types de matériaux de dragage qui peuvent être éliminés, les lieux où ils peuvent être éliminés et les conditions dans lesquelles ils peuvent être éliminés. Les lois et les actes établissent également des sanctions en cas de non-respect des règlements.

Le contenu de chacune de ces lois et actes contient un grand nombre d'articles et de règlements qui couvrent un large éventail de sujets liés à la gestion de l'environnement, à la gestion de l'eau, aux activités minières et à la qualité des sols aux Pays-Bas.

Cependant, vous pouvez facilement trouver le texte intégral de chacune de ces lois et actes en ligne sur le site officiel du gouvernement néerlandais ou d'autres sources réputées. Par exemple, le texte intégral de la loi néerlandaise sur la gestion de l'environnement peut être consulté sur le site Web du ministère néerlandais de l'Infrastructure et de la Gestion de l'eau. De même, le texte intégral de la loi sur l'eau, de la loi sur l'exploitation minière et du décret sur la qualité des sols peut être consulté sur le site Web du gouvernement néerlandais ou de l'organisme de réglementation concerné.

V. EVALUATION ET CONTROLE DES SOURCES DE CONTAMINANTS

La contamination des sédiments marins, estuariens et côtiers, que ce soit par suite d'apports historiques ou d'apports actuels, pose un problème permanent pour la gestion des matériaux de dragage. Il y aurait lieu d'accorder une haute priorité à la détermination des sources, à la réduction et à la prévention de toute contamination ultérieure des sédiments, et devrait aborder tant les sources ponctuelles que les sources diffuses. La réussite des stratégies de prévention exige une collaboration entre les organismes nationaux chargés de la lutte contre les sources ponctuelles et diffuses de contamination.

Dans l'élaboration et la mise en œuvre de la stratégie de lutte contre la contamination à la source, il convient que les organismes compétents tiennent compte des éléments suivants :

- la nécessité de poursuivre le dragage ;
- les dangers présentés par les contaminants et les contributions relatives des différentes sources à ces dangers ;
- les programmes de contrôle à la source existants, et autres règlements ou dispositions juridiques ;
- les critères des Meilleures Techniques Disponibles (MTD) et de la Meilleure Pratique Environnementale (MPE) tels, entre autres, en ce qui concerne la faisabilité technique et économique ;
- l'évaluation de l'efficacité des mesures prises ; et
- les conséquences de l'absence de mesures de réduction des contaminants.

Dans les cas où il y a eu contamination historique ou encore où les mesures de lutte ne sont pas d'une efficacité telle qu'elles permettent de ramener la contamination à un niveau acceptable, des techniques de gestion de l'élimination, faisant appel notamment à des méthodes de confinement ou de traitement, peuvent être nécessaires

VI. ÉVALUATION DES OPTIONS D'ELIMINATION

Dans la grande majorité des cas, les immersions en mer nuisent à l'environnement naturel. Par conséquence, avant de prendre la décision d'accorder un permis d'immersion, il convient de considérer d'autres méthodes de gestion. En particulier, toutes les options possibles de gestion des matériaux de dragage devraient être évaluées avant de délivrer un permis d'immersion en mer.

Les résultats de la caractérisation physique/chimique/biologique permettront de savoir si, en principe, les matériaux de dragage se prêtent à une immersion en mer. Dans les cas où l'immersion en mer est considérée comme une option acceptable, il est néanmoins important, compte tenu de la valeur potentielle des matériaux de dragage en tant que ressource, de prendre en compte la disponibilité des utilisations bénéfiques.

Lorsque les caractéristiques des matériaux de dragage sont telles que leur immersion normale en mer ne pourrait satisfaire aux exigences de la Convention de Barcelone, il conviendra d'envisager un traitement ou d'autres options de gestion. Ces options peuvent être utilisés afin de réduire ou de maîtriser les impacts en les ramenant à un niveau tel qu'ils ne constitueront pas un risque inacceptable pour la santé humaine, ne nuiront pas aux ressources biologiques, ne nuiront pas aux commodités ou n'interféreront pas avec les utilisations légitimes de la mer.

Un traitement, tel que la séparation des fractions contaminées, peut rendre le matériel approprié pour un usage bénéfique et doit être pris en compte avant d'opter pour une immersion en mer. Les techniques de gestion de l'immersion, visant à réduire ou maîtriser les impacts, peuvent consister, par exemple, à déposer les matériaux sur le fond marin ou à les enfouir dans le sous-sol marin puis à les recouvrir de sédiments propres, ou à utiliser des méthodes permettant de confiner les matériaux de dragage à l'état stable.

Tableau 8. Synthèse des modes de gestion des sédiments de dragage

	Valorisation	Confinement
Milieu aquatique	<ul style="list-style-type: none"> • Création de cordons pré littoraux ou littoraux pour contrer l'action des agents hydrodynamiques • Comblement de dépression contre l'érosion • Création d'habitats aquatiques fauniques 	<ul style="list-style-type: none"> • Recouvrement in situ • Confinement en installation • Dépression naturelle • Dépression artificielle • Monticule • Dignes
En berge	<ul style="list-style-type: none"> • Remblai contre l'érosion • Recharge de plage • Reprofilage d'estrans vaseux • Restauration d'habitats riverains • Aquaculture 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation de confinement d'atténuation • Installation de confinement sécuritaire
Milieu terrestre	<ul style="list-style-type: none"> • Matériau de recouvrement, de remplacement, de remplissage, de construction, ou de compostage • Amendement de sols 	<ul style="list-style-type: none"> • Cellule de confinement • LESC, LESM • Site d'élimination de matières dangereuses

Lorsque les critères et les limites réglementaires correspondantes ne peuvent être satisfaits, l'autorité compétente concernée ne doit pas délivrer de permis, sauf si un examen détaillé, réalisé dans les conditions visées à la partie C de l'annexe au Protocole de Barcelone, indique que, néanmoins, l'immersion en mer constitue l'option la moins préjudiciable par rapport à d'autres techniques de gestion. Si l'on arrive à une telle conclusion, ladite autorité compétente :

- Mettre en œuvre un programme de réduction à la source de la pollution entrant dans la zone draguée, lorsqu'une telle source existe et qu'elle peut être réduite par un tel programme, dans le but de répondre aux critères définis ;

- Prendre toutes les mesures pratiques pour atténuer l'impact de l'opération d'immersion sur le milieu marin, par exemple, le recours à des méthodes de confinement (capping ou CDF) ou de traitement;

- Établir une hypothèse d'impact détaillée sur le milieu marin ;
- Lancer une activité de surveillance (activité de suivi) conçue pour vérifier tout effet négatif prévu de l'immersion, au regard notamment de l'hypothèse d'impact sur le milieu marin ;
- Émettre un permis spécifique pour chaque opération spécifique ;
- Rendre compte à la commission technique consultative visée à l'article 14 du Décret n° 2009- 1064 sur l'immersion réalisée en indiquant les motivations qui ont conduit à la délivrance du permis.

VII. SÉLECTION DU SITE D'IMMERSION

Le choix d'une zone d'immersion en mer ne suppose pas seulement la prise en considération de paramètres de caractère écologique, mais également l'examen de la faisabilité économique et pratique. Dans ce choix, on veillera à ce que l'immersion des matériaux de dragage n'interfère avec, ou dévalue les utilisations commerciales et économiques légitimes du milieu marin, ni ne produit des effets indésirables sur les écosystèmes marins vulnérables ou espèces et habitats. Pour pouvoir évaluer un site d'immersion en mer, il convient de connaître les éléments suivants (ANNEXE B.II « Caractéristiques du lieu d'immersion et méthode de dépôt » du décret Décret n° 2009-1064):

- Caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du fond marin, par exemple, topographie, conditions d'oxydoréduction, matière vivante benthique ;
- Caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de la colonne d'eau, par exemple, hydrodynamiques (effets des courants, des marées et du vent sur le déplacement horizontal et le brassage vertical), température, pH, salinité, stratification, indices de pollution : notamment oxygène dissous (OD), Demande Chimique en Oxygène (DCO), Demande Biochimique en Oxygène (DBO), présence d'azote sous forme organique ou minérale, et notamment présence d'ammoniaque, de matières en suspension, d'autres matières nutritives, productivité, espèces pélagiques,... etc.
- Proximité aux :
 - Zones récréatives ;
 - Zones de frai, de recrutement et nourricières de poissons, crustacés et mollusques ;
 - Voies de migration connues des poissons ou des mammifères marins ;
 - Zones de pêche commerciale et sportive ;
 - Zones de mariculture ;
 - Zones de beauté naturelle ou ayant une grande importance culturelle ou historique ;
 - Zones d'importance scientifique, biologique ou écologique spéciale ;
 - Voies de navigation ;

- Zones d'exclusion militaire ;
- Utilisations techniques du fond marin (ex. l'extraction potentielle ou continue des fonds marins, les câbles sous-marins, les sites de dessalement ou de production d'énergie).

Ces renseignements peuvent être obtenus auprès de sources existantes, et être complétés lorsque nécessaire par une étude sur le terrain

Les renseignements sur les caractéristiques de la zone d'immersion en mer, telles que mentionnées ci-dessus, sont nécessaires à la détermination du devenir et des effets probables des matériaux immergés. Les conditions physiques au voisinage du site d'immersion en mer déterminent le transport et le devenir des matériaux de dragage. Les conditions physico-chimiques peuvent être utilisées afin d'évaluer la mobilité et la biodisponibilité des constituants chimiques des matériaux. A leur tour, la nature et la répartition de la communauté biologique et la proximité, par rapport au site d'immersion en mer, de ressources marines et de commodités, déterminent la nature des effets probables. Une étude approfondie permettra de déterminer les processus environnementaux susceptibles d'entraîner les matériaux loin du site d'immersion en mer. L'influence de ces processus peut être réduite grâce à l'imposition de conditions du permis.

Pour l'évaluation des caractéristiques de dispersion, l'utilisation de modèles de diffusion mathématiques nécessite la collecte de certaines données météorologiques, hydrodynamiques et océanographiques. En outre, les données sur la vitesse du navire qui déversent le matériel et le taux d'immersion devraient également être fournies.

Dans certains cas, une immersion peut accentuer les effets persistants causés par les flux de contaminants dans les zones côtières provenant des eaux de ruissellement, des rejets terrestres et des apports atmosphériques, de l'exploitation des ressources et de la navigation. Ces stress existants sur les communautés biologiques doivent être considérés comme faisant partie de l'évaluation des effets potentiels de l'immersion. Il convient aussi de prendre en considération la méthode proposée pour l'immersion et les modes d'exploitation futurs potentiels des ressources et des commodités de la zone maritime réceptrice.

La taille du site d'immersion est une considération importante pour les raisons suivantes :

- Elle doit être suffisamment grande, sauf s'il s'agit d'un site de dispersion approuvé, pour que la plus grande partie du produit reste dans les limites du site ou dans une zone d'impact prévue après l'immersion ;

- Elle devrait être suffisamment grande pour que les volumes prévus de déchets solides et/ou liquides soient dilués à des niveaux proches du bruit de fond avant ou après avoir atteint les limites du site ;
- Elle devrait être suffisamment grande par rapport aux volumes prévus pour l'immersion afin qu'il puisse remplir sa fonction pendant de nombreuses années ; et
- Elle ne devrait pas si grande que la surveillance nécessiterait une perte de temps et d'argent.

Afin d'évaluer la capacité d'un site, en particulier pour les déchets solides, il convient de prendre en compte les éléments suivants :

- les taux de chargement prévus par jour, semaine, mois ou année ;
- s'il s'agit ou non d'un site dispersif ;
- la réduction autorisée de la profondeur de l'eau sur le site en raison du remblayage des matériaux.

La taille et la capacité du site d'immersion doivent être évaluées au cas par cas, car l'hydrodynamique, la profondeur de l'eau, la quantité de matériaux de dragage, etc., varieront selon les sites et les projets.

Les éléments d'information tirés des études de base et de la surveillance dans les zones d'immersion préétablies jouent un rôle important pour l'évaluation sur toute nouvelle opération d'immersion dans la même zone ou à proximité de celle-ci.

VIII. DÉFINITION D'UNE ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET D'UN PROGRAMME DE SURVEILLANCE

L'évaluation des effets potentiels doit aboutir à un exposé concis des conséquences probables de l'option d'immersion documentée dans une Etude d'Impact sur l'Environnement (autrement dit, Hypothèse d'Impact). Son objet est de constituer une base permettant de décider sur l'autorisation ou le refus de l'option d'immersion proposée, ainsi que de définir les exigences de la surveillance de l'environnement.

Il convient que cette évaluation soit fondée sur les caractéristiques des matériaux de dragage et sur les conditions de la zone d'immersion. Elle devrait comprendre un résumé des effets potentiels sur la santé humaine, les ressources vivantes, les commodités et les autres utilisations légitimes de la mer, et devrait définir la nature, les échelles temporelles et spatiales et la durée des impacts probables, à partir d'hypothèses raisonnablement prudentes.

Pour mettre l'hypothèse au point, il se peut qu'il soit nécessaire de procéder à une étude de ligne de base dans le cadre de laquelle on déterminera non seulement les caractéristiques environnementales, mais aussi la variabilité de l'environnement. Il se peut aussi qu'il soit utile de créer des modèles de transport des sédiments, des modèles d'hydrodynamiques et autres, afin de définir les effets éventuels de l'immersion.

Dans le cas d'une zone de rétention, où les matériaux déposés resteront au voisinage de la zone, l'évaluation doit permettre de définir les limites de la zone qui sera très sensiblement altérée par la présence des matières déposées, ainsi que le degré de la sévérité éventuelle de ces altérations. On pourra inclure l'hypothèse selon laquelle la zone réceptrice immédiate est intégralement étouffée, le cas échéant. En pareil cas, il conviendrait de prévoir le délai de récupération ou de recolonisation après que les opérations d'immersion seront finies, ainsi que la probabilité d'une recolonisation identique à la structure de la communauté benthique existante ou différente de celle-ci. L'évaluation indiquera la probabilité et l'échelle des impacts résiduels en dehors de la zone première.

Dans le cas d'une zone de dispersion, l'évaluation devrait définir notamment la zone qui sera probablement altérée à court terme par l'opération d'immersion proposée, et le degré de sévérité des transformations associées dans cet environnement récepteur immédiat. Elle devrait indiquer aussi l'ampleur probable du transport à long terme de matières au départ de cette zone et ce que ce flux représente par rapport aux flux de transport existants dans la zone, ce qui permettra de donner des indications sur l'échelle probable et la gravité probables des effets à long terme et à distance.

Tous les matériaux de dragage, contaminés ou non, ont un impact physique important au point d'immersion. Cet impact se caractérise par un recouvrement du fond de la mer, ainsi que par une augmentation localisée des teneurs en matière en suspension. L'impact physique peut être aussi dû à un transport, en particulier des fractions fines, du fait de l'action de la houle, de la marée et des courants résiduels.

Parmi les conséquences biologiques de ces impacts physiques se trouve l'étouffement des organismes benthiques de la zone d'immersion. Dans certaines conditions relativement rares, l'immersion peut gêner la migration du poisson (par exemple, l'impact de forte turbidité sur les salmonidés des zones estuariennes) ou des crustacés (si, par exemple, l'immersion intervient sur les itinéraires de migration côtière des crabes).

Il conviendra d'évaluer les effets toxicologiques et de bioaccumulation des constituants des matériaux de dragage. L'immersion des sédiments faiblement contaminés n'est pas dépourvue de risques environnementaux, et exige une étude du devenir et des effets des matériaux de dragage et de leurs constituants. Les substances présentes dans les matériaux de dragage peuvent subir des modifications physiques, chimiques et biochimiques lorsqu'elles pénètrent dans le milieu marin, et ces modifications doivent être considérées à la lumière du devenir éventuel et des effets potentiels des matériaux. Il devrait par ailleurs de tenir compte du fait que l'immersion en mer de certaines substances peut bouleverser les capacités sensorielles du poisson, et peut masquer des caractéristiques naturelles de l'eau de mer ou des flux tributaires, ce qui peut désorienter les espèces migratoires, qui ne peuvent ainsi par exemple trouver les zones pour nourritures.

Dans les eaux relativement fermées, comme c'est le cas des estuaires, les sédiments à haute demande chimique ou biologique en oxygène (ex. riches en carbone organique) sont susceptibles de nuire le régime de l'oxygène du milieu récepteur, tandis que les sédiments à haute teneur en nutriments peuvent exercer une forte influence sur les flux de nutriments.

L'une des conséquences importantes de la présence physique des opérations d'immersion des matériaux de dragage est l'interférence avec les activités de pêche, et, dans certains cas, avec la navigation et les loisirs. Ces problèmes sont parfois aggravés lorsque les caractéristiques des sédiments des matériaux de dragage sont très différentes de celles des sédiments ambiants, ou lorsque les matériaux de dragage sont pollués par des débris portuaires volumineux tels que poutres en bois, ferraille, morceaux de câble, etc.

Il convient de prendre particulièrement garde aux matériaux de dragage contenant des quantités significatives d'hydrocarbures ou autres substances ayant tendance à flotter après avoir été re-suspendus dans la colonne d'eau. Ces matériaux ne doivent pas être immergés dans des conditions non plus qu'en un point pouvant aboutir à une gêne de la pêche, de la navigation, des commodités et autres utilisations bénéfiques du milieu marin.

IX. GESTION DE L'OPERATION D'IMMERSION

S'il y a lieu, il convient que les navires chargés des immersions soient équipés d'appareillages de localisation précis. On contrôlera régulièrement les navires chargés d'immersions ainsi que les opérations d'immersion elles-mêmes, de manière à s'assurer que les critères fixés par le permis

d'immersion sont bien respectés et que l'équipage est conscient des responsabilités qui lui incombent en vertu du permis. On contrôlera les livres du navire et les appareillages automatiques de surveillance et d'indication (ex. boîtes noires), dans la mesure où le navire en est équipé, de manière à veiller à ce que l'élimination ait bien lieu dans la zone d'immersion spécifié.

La clé de la gestion réside sur le choix judicieux de la zone ainsi qu'une appréciation des conflits probables avec d'autres intérêts et activités. De plus, il convient de choisir des méthodes adéquates de dragage et d'immersion, de manière à minimiser les effets sur l'environnement.

Dans la plupart des cas, le recouvrement d'une zone relativement de petite dimension du fond de la mer est considéré comme une conséquence acceptable sur le plan environnemental pour l'immersion en question. Pour éviter une dégradation excessive de l'ensemble du fond marin, le nombre de zones devrait être limité dans toute la mesure du possible, et chacune des zones fera l'objet d'une utilisation maximale sans pour autant porter atteinte à la navigation.

Les effets peuvent être minimisés en veillant à ce que, dans toute la mesure du possible, les matériaux de dragage et les sédiments dans la zone de réception soient similaires. Localement, les impacts peuvent être réduits plus encore si la zone de sédimentation est naturellement sujette à une perturbation physique naturelle. Dans les zones à faible dispersion naturelle ou dans laquelle la dispersion n'a guère de chances d'être forte, et lorsqu'il s'agit d'un matériel de dragage raisonnablement propre et à granulométrie fine, il peut être approprié d'utiliser une stratégie d'immersion délibérément dispersive pour prévenir ou réduire le recouvrement, en particulier d'un site plus petit.

Le taux de sédimentation du matériel de dragage peut être un important paramètre car il a souvent une forte influence sur les impacts dans la zone d'immersion. Il se peut donc qu'il faille le réguler de manière que les objectifs de gestion de l'environnement de la zone ne soient pas dépassés. D'autre part, le remblaiement des fosses naturelles, le recouvrement délibéré ou la décharge contrôlée des matériaux de dragage peuvent, dans certaines conditions, éviter de gêner la pêche ou autres activités légitimes.

Il est judicieux d'imposer des restrictions temporaires aux opérations d'immersion, comme des restrictions au moment des marées, ou des restrictions saisonnières, afin d'éviter de gêner la migration ou la pêche saisonnière. Pour réduire l'impact que la matière en suspension sur le poisson

migrateur, des tamis à limon sont utilisés. Toutefois, ces tamis se sont avérés difficiles à utiliser efficacement.

X. PROGRAMME DE SURVEILLANCE

Sur le plan de l'immersion des matériaux de dragage, la surveillance est définie comme l'ensemble des mesures prélevées afin de s'assurer que les prescriptions dont le permis est assorti sont respectées, ainsi que de déterminer l'état de la zone réceptrice et les modifications par rapport à cet état, ceci afin de pouvoir évaluer l'impact (Etude de l'Impact sur l'Environnement) sur la base de laquelle la délivrance d'un permis d'immersion a été approuvée.

Dans de nombreuses zones, l'immersion des matériaux de dragage a des chances d'avoir des effets identiques et il serait difficile de justifier (par des critères scientifiques ou économiques) la surveillance de toutes les zones, et notamment de celles qui reçoivent de petites quantités de matériaux. Il est donc préférable, et plus rentable, de se concentrer sur une étude approfondie de quelques zones judicieusement choisies (ex. : zones sujettes à de gros apports de matériaux de dragage) et d'acquérir ainsi une meilleure compréhension des processus et des effets.

Il peut en général être présumé que des indications adéquates des conditions préexistantes (avant l'immersion) dans la zone réceptrice figurent déjà dans la demande de permis d'immersion.

L'Etude d'Impact sur l'Environnement constitue la base de la définition du programme de surveillance. Le programme de mesures doit être conçu de manière à permettre de déterminer si les modifications subies par le milieu récepteur se situent dans les limites prévues. Lors de la conception d'un programme de surveillance, il est impératif de répondre aux questions ci-après :

- Quelles hypothèses peuvent-elles être tirées de l'Etude d'Impact sur l'Environnement ?
- Quelles mesures (ex. type, emplacement, fréquence, exigences de performance), sont nécessaires afin de vérifier ces hypothèses ?
- Quelle doit être l'échelle temporelle et spatiale des mesures ?
- Comment les données doivent-elles être traitées et interprétées ?

L'autorité chargée de la délivrance des permis est encouragée à tenir compte des résultats des travaux de recherche pertinents pour la conception et la modification des programmes de surveillance. Les mesures doivent être conçues afin de déterminer :

- Si la zone d'impact diffère de celle qui était prévue ; et
- Si l'ampleur des modifications en dehors de la zone d'impact se situe dans les limites de l'échelle prévue.

Il est possible de répondre à la première question en mettant au point une série de mesures dans l'espace et dans le temps, mesures qui circonscrivent la zone d'impact prévue afin de s'assurer que, sur le plan spatial, l'échelle prévue des modifications n'est pas dépassée. On peut répondre à la deuxième question en prélevant des mesures permettant de connaître l'ampleur des modifications intervenant en dehors de la zone d'impact après l'opération d'immersion. Fréquemment, cette dernière série de mesures ne pourra être basée que sur une hypothèse nulle - autrement dit, une hypothèse selon laquelle aucun changement significatif ne peut être détecté.

La fréquence de l'enquête dépendra d'un certain nombre de facteurs. Lorsqu'une opération d'immersion se poursuit depuis plusieurs années, il peut être possible de définir l'effet dans des conditions constantes d'apport, et des études ne sont pas nécessaires que si des modifications sont apportées à l'opération (quantité ou type de matériaux de dragage immergés, méthode d'élimination, etc.). Si l'on prend la décision de surveiller la restauration d'une zone qui ne sert plus à l'immersion de matériaux de dragage, des mesures plus fréquentes pourraient s'avérer nécessaires.

XI. DELIVRANCE DES PERMIS

Si l'immersion en mer est l'option sélectionnée, un permis autorisant cette opération doit être délivré à l'avance. Désormais, l'autorité compétente accepte l'impact immédiat des déblais de dragage dans les limites de la zone d'immersion, impact qui peut altérer l'environnement local, physique, chimique et biologique. Malgré ces conséquences, les conditions dans lesquelles un permis d'immersion en mer est délivré doivent être telles que les modifications de l'environnement au-delà des limites du site d'élimination soient à un niveau aussi inférieur que possible aux limites acceptables en matière de modification de l'environnement. L'opération d'élimination devrait être autorisée sous réserve de conditions garantissant en outre que les perturbations et les inconvénients de l'environnement soient minimisés et que les avantages maximisés.

Le permis est un instrument important pour la gestion de l'élimination (ou immersion) des matériaux de dragage en mer ; il définit les conditions dans lesquelles l'élimination (ou immersion) en mer peut

avoir lieu, tout en constituant un cadre permettant d'apprécier la conformité aux conditions et de faire en sorte qu'elles soient respectées.

Les conditions de permis doivent être rédigées dans un langage clair et sans ambiguïté et seront conçues de manière à garantir que :

- Seuls les déblais ayant été caractérisés et jugés acceptables aux fins d'une élimination (ou immersion) en mer, sur la base de l'évaluation d'impact, soient immergés ;
- Les déchets solides contenus dans les matériaux de dragage devraient être séparés et gérés en terre ;

(c) Les déblais soient évacués dans la zone d'immersion sélectionnée ;

- Toutes les techniques nécessaires de gestion de l'élimination (ou immersion), définies lors de l'analyse d'impact, soient appliquées ; et
- Les exigences prescrites en matière de surveillance soient respectées et que les résultats soient communiqués à l'autorité ayant délivré le permis.

XI.1. Mise en œuvre du projet et contrôle de conformité : Application des MPE

En définitive, les problèmes posés par l'élimination des matériaux de dragage contaminés ne peuvent être résolus efficacement qu'en mettant en œuvre des programmes et en adoptant des mesures visant l'élimination progressive de rejets polluants dans des eaux d'où les matériaux de dragage sont prélevés. Jusqu'à ce que cet objectif ait été atteint, les problèmes posés par les matériaux de dragage contaminés peuvent être résolus en faisant appel à des techniques appropriées de gestion des éliminations (ou immersions).

Les « Meilleures Pratiques Environnementales (MPE)" sont constituées par des mesures et des procédés par lesquels l'impact des substances persistantes et potentiellement toxiques présentes dans les matériaux de dragage peut être diminué ou maintenu à un niveau qui ne constitue pas un danger pour la santé humaine, ne porte pas atteinte aux ressources vivantes ainsi qu'à la flore et la faune marine, endommager les commodités ou entraver d'autres utilisations légitimes de la mer.

Un certain nombre de Meilleures Pratiques Environnementales devrait être pris en considération pour :

- Réduire au minimum les impacts sur les écosystèmes marins et côtiers ;
- Garder un volume minimal de matériaux de dragage ;

- Optimiser la gestion des opérations de dragage, transport et immersion grâce à des systèmes d'enquête précis ;
- Améliorer la qualité des sédiments.

En tout état de cause, le recours à de telles techniques doit se faire en pleine conformité avec les considérations pertinentes de l'annexe du Protocole "Immersion", comme l'évaluation comparative des autres options d'élimination, et doit systématiquement être associé à une surveillance après l'immersion (suivi écologique), destinée à apprécier l'efficacité de la technique ainsi que la nécessité de toute mesure de suivi dans la gestion.

XI.2. Rétroaction

Les renseignements recueillis grâce à la surveillance sur le terrain (et/ou à d'autres recherches relatives) peuvent être servir à :

- Modifier le programme de surveillance sur le terrain ou, dans le meilleur des cas, y mettre fin ;
- Modifier ou annuler le permis ;
- Servir de base pour améliorer le système de permis et affiner la base sur laquelle les demandes de permis sont évaluées.

XI.3. Notification

La commission technique consultative visée à l'article 14 du Décret no 2009-1064 est chargée de l'élaboration de rapports annuels détaillant le nombre d'autorisations catégorisées selon la nature des déchets ou des matières, et la proposition des mesures et procédures relatives à leur gestion. Les autorités compétentes doivent communiquer au PNUE/Plan d'action pour la Méditerranée (PAM) leurs activités de surveillance. Des rapports concis sur les activités de surveillance seront établis et transmis au PNUE/PAM dès qu'ils sont disponibles, conformément à **l'article 26 de la Convention de Barcelone**, et le Programme de surveillance et d'évaluation intégrées adopté par la CdP 19 (Décision IG.22/7).

XI.4. Pour un suivi régulier et efficace

La pollution en mer causée par les déchets et autres matières représente un risque pour la santé humaine, la faune et la flore marine, ainsi que pour les activités récréatives et économiques. Pour protéger les écosystèmes marins, les autorités ont mis en place un système de permis pour contrôler l'immersion en mer de substances non dangereuses. Ce système permet de prévenir la pollution et d'éviter les dommages causés à la vie marine et aux autres utilisations légitimes de la mer. En

surveillant de près les rejets en mer, nous pouvons préserver les ressources marines pour les générations futures.

XI.4.1. Publications des permis

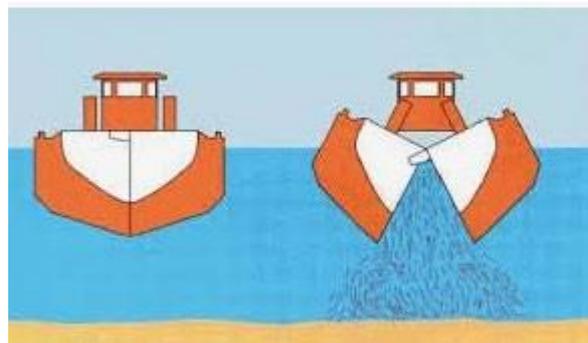
Une fois octroyés, tous les permis d'immersion en mer sont publiés. La liste publiée de tous les permis d'immersion en mer émis durant l'année courante. L'outil de recherche peut vous aider à trouver une information spécifique, soit par année ou par mot-clé(s).

XI.4.2. Exemples de permis

1. Permis pour les déblais de dragage

Le permis pour les déblais de dragage doit être publié dans un Registre et comprendre :

Titulaire



Déchets ou autres matières à immerger : déblais de dragage

Nature des déchets ou autres matières : déblais de dragage composés de gravier, de sable, de limon, d'argile et de bloc rocheux. Tous les déchets de bois, de terre végétale, d'asphalte et autres débris doivent être séparés en vue de leur élimination par des méthodes autres que l'immersion en mer.

Durée du permis

Les activités de chargement et d'immersion en mer doivent être effectuées entre le et le

Documents de référence

« Gabarit de dragage du chenal »;

Figure : Localisation du site de dépôt.....).

Lieu(x) de chargement

Divers lieux d'excavation approuvés en, à environ° N.,° O. Selon le système de référencePort,° N.,° O.,

Lieu(x) d'immersion

Lieu d'immersion de, dans la zone s'étendant jusqu'à un mille marin de ° N., ° O.

Délimité par ° N., ° O.; ° N., ° O.; ° N., ° O.;
..... ° N., ° O.

Méthode de chargement

Le dragage se fera à l'aide d'une drague à benne à demi-coquille, d'une drague mécanique sur chaland, d'équipement lourd terrestre, d'une drague hydraulique autoporteuse à élinde traînante ou d'une drague à succion. Le nivelage du fond marin se fera au moyen d'une poutre d'acier, d'une lame racleuse ou d'une pelle hydraulique.

Parcours à suivre et mode de transport

Voie navigable la plus directe entre le lieu de chargement et le lieu d'immersion à l'aide d'un chaland remorqué ou d'une drague hydraulique autoporteuse à élinde traînante.

Méthode d'immersion

L'immersion se fera à l'aide d'un chaland à fond ouvrant, par canalisation ou par déchargement latéral.

Quantité totale à immerger

Ne pas excéder Mètres Cubes, mesure en place.

Droits :

Le titulaire doit payer le droit prescrit en vertu du

Inspection

1. En acceptant ce permis, le titulaire et ses entrepreneurs acceptent d'être assujettis à des inspections conformément
2. Le titulaire doit s'assurer que les registres de toutes les activités de chargement et d'immersion sont gardés sur les lieux pendant toute la durée du permis et qu'ils seront disponibles aux fins d'inspection par tout agent d'application de la loi ou tout analyste, pendant 2 ans suivant l'expiration du permis.
3. Les navires visés par le présent permis doivent porter en tout temps un dispositif réfléchissant les ondes radars au point pratique le plus élevé de leur structure.

Entrepreneurs

1. Personne ne doit effectuer le chargement ou l'immersion en mer désignés aux termes du présent permis sans l'autorisation écrite du titulaire.
2. Le titulaire doit s'assurer que toutes les personnes qui prennent part aux opérations de chargement, de transport ou d'immersion pour lesquelles le permis a été accordé respectent les conditions mentionnées dans le permis.

Rapports et avis

1. Le titulaire doit fournir les renseignements suivants au moins 48 heures avant le début des activités de chargement et d'immersion : le nom ou le numéro d'identification du navire, de la plate-forme ou de l'ouvrage duquel le chargement ou l'immersion sont effectués, le nom de l'entrepreneur, y compris les coordonnées des personnes-ressources de l'entreprise et de celles qui se trouvent sur les lieux ainsi que la période prévue des activités de chargement et d'immersion. Les renseignements susmentionnés doivent être acheminés à la :

La directrice régionale de la Direction des activités de protection de l'environnement

Direction des activités de protection de l'environnement

Ministère de l'Environnement

Télécopieur :

Courriel :

2. Le titulaire doit remplir le Registre des opérations d'immersion en mer fourni par le ministère de l'Environnement. Ce registre doit être gardé en tout temps à bord du navire chargé de l'immersion et être accessible aux agents de l'autorité désignés en vertu de la

3. Le titulaire doit présenter un rapport écrit au ministre, représenté par la directrice régionale de la Direction des activités de protection de l'environnement, dont les coordonnées figurent au paragraphe 14.1, dans les 30 jours suivant l'expiration du permis. Ce rapport doit contenir les renseignements suivants : une liste de tous les travaux effectués visés par le permis, y compris les noms du (des) lieu(x) de chargement et d'immersion utilisé(s), la quantité de matières immergées au(x) lieu(x) d'immersion et les dates auxquelles les activités d'immersion ont eu lieu ainsi que le Registre des opérations d'immersion en mer.

4. Une copie de ce permis et des documents mentionnés au paragraphe 4 doit être conservée en tout temps au lieu de chargement ainsi que sur tout navire participant directement aux opérations de chargement et d'immersion.

La Directrice Régionale

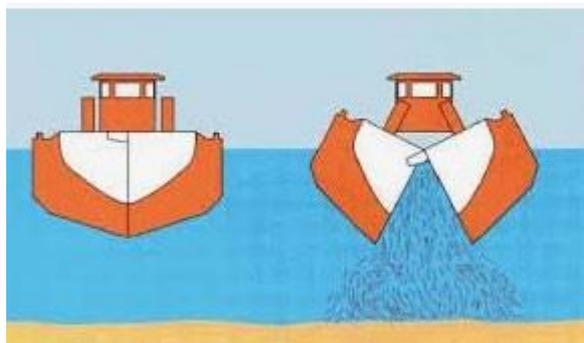
Direction des activités de protection de l'environnement

Au nom du ministre de l'Environnement

2. Renouvellement(s) du permis

Le renouvellement du permis pour les déblais de dragage doit être publié dans un Registre et comprendre :

Titulaire :



Déchets ou autres matières à immerger : déblais de dragage

Nature des déchets ou autres matières : déblais de dragage composés de gravier, de sable, de limon, d'argile et de bloc rocheux. Tous les déchets de bois, de terre végétale, d'asphalte et autres débris doivent être séparés en vue de leur élimination par des méthodes autres que l'immersion en mer.

Durée du permis

Le renouvellement du permis d'immersion en mer doit être effectué entre le et le

Lieu(x) de chargement

Divers lieux d'excavation approuvés en, à environ° N.,° O. Selon le système de référencePort,° N.,° O.,

Lieu(x) d'immersion

Lieu d'immersion de, dans la zone s'étendant jusqu'à un mille marin de° N.,° O.

Délimité par° N.,° O.;° N.,° O.;° N.,° O.;° N.,° O.

Méthode de chargement

Le dragage se fera à l'aide d'une drague à benne à demi-coquille, d'une drague mécanique sur chaland, d'équipement lourd terrestre, d'une drague hydraulique autoporteuse à élinde traînante ou d'une drague à succion. Le nivelage du fond marin se fera au moyen d'une poutre d'acier, d'une lame racleuse ou d'une pelle hydraulique.

Parcours à suivre et mode de transport

Voie navigable la plus directe entre le lieu de chargement et le lieu d'immersion à l'aide d'un chaland à clapets ou d'un chaland remorqué ... etc.

Méthode d'immersion :

L'immersion se fera à l'aide d'un chaland à font ouvrant ou d'un chaland à bascule...etc.

Quantité totale à immerger

Ne pas excéder Mètres Cubes, mesure en place.

Lettre d'approbation

Avant d'entreprendre les travaux, le titulaire doit obtenir du bureau émetteur une lettre d'approbation pour chaque activité de chargement ou d'immersion. Les travaux doivent être réalisés conformément à la lettre en question. Le titulaire doit suivre les procédures exposées dans le document

Droits

Le titulaire doit payer le droit prescrit en vertu du

Inspection

1. En acceptant ce permis, le titulaire et ses entrepreneurs acceptent d'être assujettis à des inspections conformément
2. Le titulaire doit s'assurer que les registres de toutes les activités de chargement et d'immersion sont gardés sur les lieux pendant toute la durée du permis et qu'ils seront disponibles aux fins d'inspection par tout agent d'application de la loi ou tout analyste, pendant 2 ans suivant l'expiration du permis.
3. Les navires visés par le présent permis doivent porter en tout temps un dispositif réfléchissant les ondes radars au point pratique le plus élevé de leur structure.

Entrepreneurs

1. *Personne ne doit effectuer le chargement ou l'immersion en mer désignés aux termes du présent permis sans l'autorisation écrite du titulaire.*
2. *Le titulaire doit s'assurer que toutes les personnes qui prennent part aux opérations de chargement, de transport ou d'immersion pour lesquelles le permis a été accordé respectent les conditions mentionnées dans le permis.*

Rapports et avis

1. *Le titulaire doit fournir les renseignements suivants au moins 48 heures avant le début des activités de chargement et d'immersion : le nom ou le numéro d'identification du navire, de la plate-forme ou de l'ouvrage duquel le chargement ou l'immersion sont effectués, le nom de l'entrepreneur, y compris les coordonnées des personnes-ressources de l'entreprise et de celles qui se trouvent sur les lieux ainsi que la période prévue des activités de chargement et d'immersion. Les renseignements susmentionnés doivent être acheminés au ministère de l'Environnement, :*

Télécopieur :

Courriel :

2. *Le titulaire doit présenter un rapport écrit au ministre, représenté par le directeur régional de la Direction des activités de protection de l'environnement, dans les 30 jours suivant l'expiration du permis. Ce rapport doit contenir les renseignements suivants : une liste de tous les travaux effectués visés par le permis, y compris les noms du (des) lieu(x) de chargement et d'immersion utilisés, la quantité de matières immergées au (x) lieu(x)*

d'immersion et les dates auxquelles les activités d'immersion ont eu lieu. Le rapport doit être envoyé au directeur régional, en utilisant l'une ou l'autre des coordonnées suivantes :

Directeur régional

Direction générale de la protection de l'environnement

Télécopieur :

Courriel :

3. Une copie de ce permis, des documents et des dessins visés par le présent permis doit être conservée en tout temps au lieu de chargement ainsi que sur tout navire participant directement aux opérations de chargement et d'immersion.

Précautions spéciales

1. Le titulaire doit présenter par écrit un plan pour l'immersion des matières excavées au ministre, représenté par le directeur régional de la Direction des activités de protection de l'environnement, , dont les coordonnées figurent au paragraphe 14.2. Le plan doit être approuvé par le ministère de l'Environnement avant le début des opérations effectuées en vertu de ce permis. Le plan doit inclure des méthodes pour mesurer ou estimer adéquatement les quantités de déblais d'excavation immergés au(x) lieu(x) d'immersion, la surveillance des navires et un horaire pour l'usage du (des) lieu(x) d'immersion. Toute modification apportée au plan requiert l'approbation écrite du ministère de l'Environnement.

2. Le chargement et l'immersion en mer désignés aux termes du présent permis doivent être réalisés conformément aux mesures d'atténuation telles qu'elles sont énoncées dans le document intitulé

Le directeur régional

Direction des activités de protection de l'environnement

Au nom du ministre de l'Environnement

Signé le

3. Permis pour les déchets de poisson

Le permis pour les déchets de poisson doit être publié dans un Registre

Titulaire



Figure 2. Exemple des déchets de poisson

Déchets ou autres matières à immerger :

Déchets de poisson ou autres matières organiques résultant d'opérations de traitement industriel du poisson.

1. *Nature des déchets ou autres matières : Déchets de poisson ou autres matières provenant d'opérations de traitement industriel de stocks de pêche sauvage et comprenant de la chair, de la peau, des arêtes, des entrailles, des coquilles et des déchets organiques connexes.*

2. *Origine des déchets et autres matières : déchets de poisson provenant de l'usine de....., située à*

Durée du permis :

Le permis est valide du au

Documents de référence :

1 *Carte de*

2 *Formulaire de notification - Début des activités d'immersion ;*

3 *Registre des activités d'immersion en mer - Déchets de poisson.*

Lieu(x) de chargement :

A à environ° N.,° O. selon le système de référence.....

Lieu(x) d'immersion :

A° N.,° O. à une profondeur approximative de mètres, conformément à ce qui est décrit à la figure identifiée au paragraphe 4 a.

Méthode de chargement, d'entreposage et de transport :

Le titulaire du permis doit charger les déchets sur un équipement flottant pouvant contenir la totalité des matières à immerger durant le chargement et le transport jusqu'au(x) lieu(x) d'immersion approuvé(s). Le titulaire du permis doit empêcher les oiseaux marins d'avoir accès aux déchets, sauf durant le chargement et l'immersion des déchets. Le titulaire du permis ne doit pas conserver les déchets chargés pour immersion en mer plus de 96 heures, à compter du début du chargement. Tout dépassement de ce délai doit être signalé à l'agent d'application de la loi ou à l'agent de permis identifié au paragraphe 12. Le titulaire du permis doit prévenir le déversement de déchets durant le chargement, l'entreposage et le transport. Tout déchet déversé doit être récupéré.

Parcours à suivre vers le ou les lieux d'immersion et mode de transport :

La voie navigable la plus directe entre le/les lieux de chargement et d'immersion.

Méthode d'immersion :

le titulaire doit décharger du navire ou de l'équipement en mouvement les déchets à immerger dans les limites du ou des lieux d'immersion et d'une manière qui favorise leur dispersion.

Quantité totale à immerger :

A ne pas excédertonnes métriques.

Inspection et entrepreneurs :

Conformément à la, le titulaire et ses entrepreneurs sont assujettis à des inspections par des agents d'application de la loi désignés en vertu de la Une copie papier ou électronique du présent permis et de la figure identifiée au paragraphe 4 a doit être conservée en tout temps au(x) lieu(x) de chargement ainsi que sur tout navire participant directement aux activités de chargement et d'immersion.

Rapports et avis :

Le titulaire doit fournir le Formulaire de notification - Début des activités d'immersion dûment rempli, identifié au paragraphe 4 b, au moins 48 heures avant le début des activités de chargement et d'immersion. Le formulaire susmentionné doit être acheminé aux personnes suivantes :

Direction des activités de protection de l'environnement

Ministère de l'Environnement

Courriel :

Agente d'application de la loi

Direction de l'application de la loi en environnement

Ministère de l'Environnement

Courriel :

Le titulaire doit dûment remplir le Registre des activités d'immersion en mer identifié au paragraphe 4 c dans les 30 jours suivant l'expiration du permis. Ce registre doit être acheminé à la personne dont les coordonnées figurent au paragraphe 12 a.

Conservation des registres :

Le titulaire doit conserver le Registre des activités d'immersion en mer identifié au paragraphe 4 C de l'annexe de Protocole de Barcelone à son établissement principal au pendant toute la durée du permis ainsi que pendant 5 ans suivant l'expiration du permis.

Le directeur régional

Direction des activités de protection de l'environnement

Au nom du ministre de l'Environnement

Signé le

XII. OUTILS RÉGLEMENTAIRES

Convention

Loi

Décret

XIII. PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

- Le programme sur l'immersion en mer fonctionne en recouvrement de coûts.
- Ces couts sont basés sur le principe du pollueur-payeur. Plus la quantité de matières immergées est importante, plus les coûts seront élevés.
- Avec l'argent récolté, le programme effectue des suivis environnementaux aux sites d'immersion pour s'assurer qu'il n'y a pas eu d'impacts négatifs et significatifs sur l'environnement ou la santé humaine

Types de dragage :

- Le dragage par agitation,
- Le dragage à injection d'air,
- Le dragage à charrue,
- Le rotodévasage,
- Le dragage à injection d'eau
- Le dragage par aspiration
- Le Dragage aspiration refoulement
- Le dragage à pelle
- Le dragage à benne



Drague aspiratrice refouleuse stationnaire



Drague aspiratrice en marche



Drague à pelle



Drague à benne

Figure 3. Drague aspiratrice refouleuse stationnaire (a), drague aspiratrice en marche (b), drague à pelle (c), drague aspiratrice en marche (d)



Figure 4. Dragage à charrue (a), dragage rotrodévasage (b)

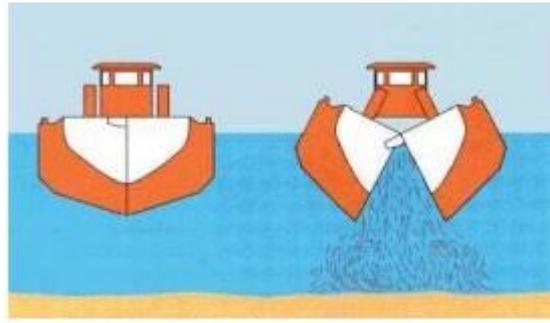


Figure 5. Dragage à injection d'eau

XIV. TECHNIQUES D'IMMERSION

Les immersions de matériaux dragués se font principalement par clapage en mer. Dans certaines configurations les rejets peuvent être réalisés par refoulement hydraulique ou par conduite tandis que les dragages par remise en suspension des matériaux (très peu fréquents en Tunisie) peuvent techniquement être considérés comme des couplages dragage / immersion bien spécifiques.

Le rejet par clapage est en principe réalisée par des navires disposant d'une cale pouvant s'ouvrir par le fond. Les matériaux sont entraînés vers le fond par gravité mais la différence de densité entre les particules constitutives du matériau engendre des différences de comportement. En présence de sédiments contaminés, les matériaux peuvent éventuellement être recouverts par des sédiments propres et identiques (d'un point de vue granulométrique) à ceux du site de dépôt, afin d'éviter la dispersion des éléments contaminants dans le milieu. C'est la technique dite du « capping ».

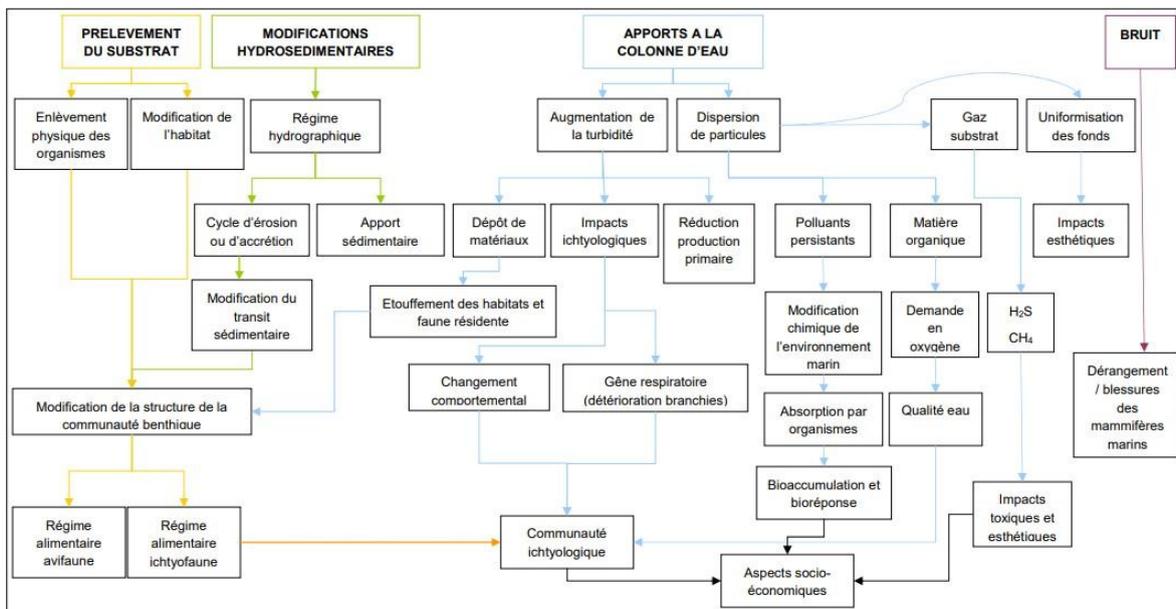


Clapage par drague fendable

Figure 6. Clapage par drague fendable

XV. EFFETS DES OPERATIONS DE DRAGAGES SUR L'ENVIRONNEMENT

Tableau 9. Résumé des effets des opérations de dragages sur l'environnement



XVI. EFFETS DES OPERATIONS D'IMMERSIONS SUR L'ENVIRONNEMENT

Tableau 10. Résumé des effets des opérations d'immersions sur l'environnement

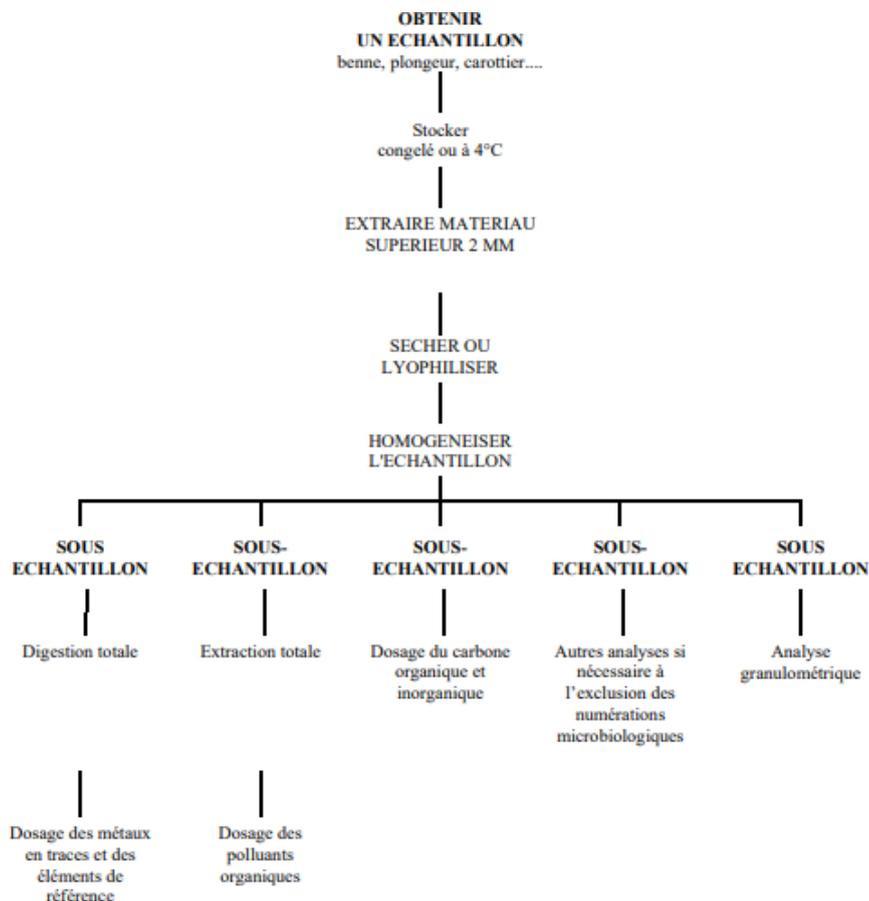
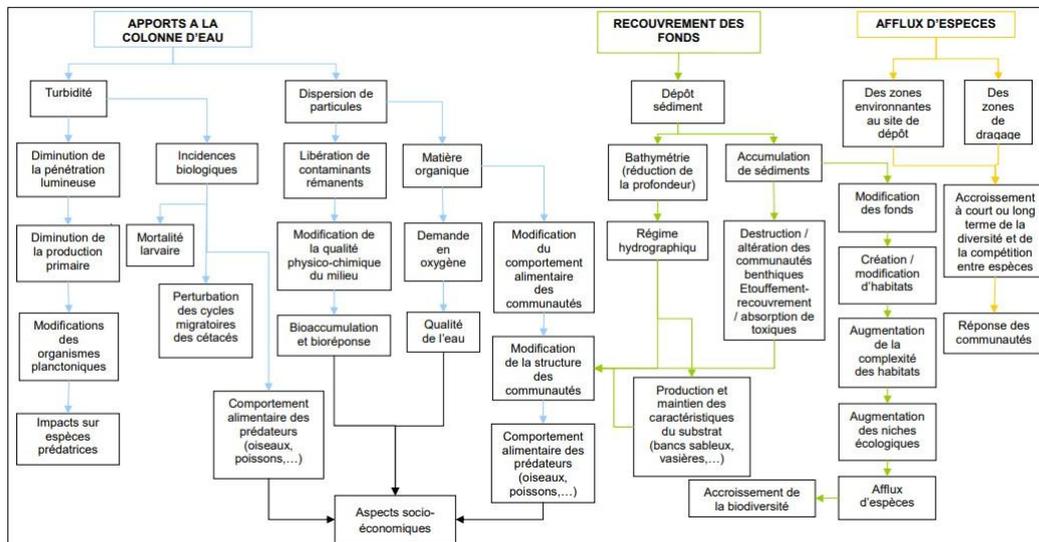


Figure 7. Stratégie typique de détermination des paramètres des sédiments marins

FICHE BILAN

Une telle fiche est à transmettre pour chaque opération au service chargé de la police de l'eau

I/ CARACTERISATION DE LA ZONE DRAGUEE

- localisation géographique (joindre plan)

- nom:

- nature de la zone : ouverte confinée port de plaisance

II/ CARACTERISATION DU DRAGAGE

- nature: (entretien, approfondissement, travaux neufs, ..)

- méthode:

- date du dragage: début :..... fin :.....

- volume dragué in situ :

III/ CARACTERISATION DE LA ZONE DE REJET OU D'IMMERSION

situation de la zone de rejet ou d'immersion

amont de limite de la mer

amont ligne de base (eaux maritimes intérieures)

aval ligne de base (eaux territoriales)

- coordonnées de la zone (joindre plan): X : Y :

- Profondeur :.....

- Méthode: d'immersion :
de rejet :

- Tonnage clapé ou rejeté (t. de matière sèche) :.....

IV/ PRELEVEMENT

- organisme préleveur

- numéro d'ordre et localisation des échantillons selon le plan ci-joint

- technique de prélèvement

benne preneuse carottier plongeur

autre (à préciser)

- nature (description visuelle) des prélèvements

V/ ANALYSE

- laboratoire ayant effectué les analyses:

- Le laboratoire devra fournir un rapport d'analyse conforme aux exigences de l'arrêté du 12/11/1998

Figure 8. Fiche Bilan

Tableau 11. Résultats à communiquer

Paramètres	Méthodes	Echantillons					
		1	2	3	4	5	6
- Caractérisation du sédiment % < 2mm % < 63 microns dans la fraction < 2 mm % < 2 microns dans la fraction < 2mm AI (mg/kg sec) Carbone organique total (%) Densité - Eléments traces inorganiques totaux sur fraction < 2 mm As (mg/kg sec) Cd (mg/kg sec) Cu (mg/kg sec) Cr (mg/kg sec) Hg (mg/kg sec) Ni (mg/kg sec) Pb (mg/kg sec) Zn (mg/kg sec) - Eléments traces organiques sur fraction < 2 mm PCB : Congénère N° 28(g/kg sec) 52 101 118 138 153 180 HAP (g/kg) naphtalène, acénaphthylène, acénaphthène fluorène, phenanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(b) fluoranthène, benzo(k)fluoranthène benzo(a)pyrène, dibenzo(ah)anthracène, benzo(ghi)pérylène indéno (123-cd)pyrène TBT (g/kg) DBT (g/kg) MBT (g/kg) - Nutriments (mg/kg) N Kjeld. P. tot., - Microbiologie (Nb/g)	-						

XVI.1. Cas des émissaires en Mer

XVI.1.1. Principes méthodologiques

La démarche méthodologique proposée ici pour l'établissement d'un système de suivi d'un projet peut être scindée en six étapes structurantes.

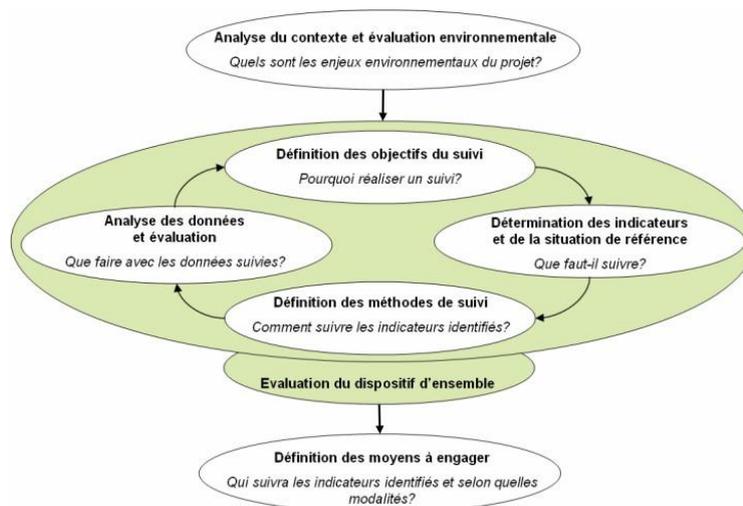


Figure 9. Schéma d'un système de suivi d'un projet

1. Réglementations régissant le traitement des eaux usées, leur rejet dans le milieu naturel et la réutilisation des EUT

Arrêté du ministre des affaires locales et de l'environnement et du ministre de l'Industrie et des petites et moyennes entreprises du 26 mars 2018, fixant les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur.

2. Réglementations relatives aux eaux de baignade

3. Lignes directrices de l'OMS relatives aux eaux de baignade (OMS 2004)

L'Organisation Mondiale de la Santé est l'autorité directrice et coordonnatrice, dans le domaine de la santé, des travaux ayant un caractère international au sein du système des Nations Unies. Elle est chargée de diriger l'action sanitaire mondiale, de définir les programmes de recherche en santé, de fixer des normes et des critères, de présenter des options politiques fondées sur des données probantes, de fournir un soutien technique aux pays et de suivre et d'apprécier les tendances en matière de santé publique. Les directives pour la sécurité des eaux de baignade -Eaux côtières et eaux douces, réalisées par l'OMS fixent principalement les moyens de suivi de la qualité de ces eaux ainsi que les impacts sur la santé humaine. Les directives de l'OMS donnent les valeurs guides ci-après pour la qualité microbienne des eaux de baignade :

Tableau 12. Valeurs guides pour la qualité microbienne des eaux de baignade

Nombre, évalué au 95e percentile, d'entérocoques intestinaux pour 100 ml	Base de détermination	Risque estimé par exposition
≤ 40 A	Cette fourchette est en deçà de la CSENO dans la plupart des études épidémiologiques	Risque de GE < 1 % Risque d'IRA fébrile < 0,3 % La valeur au 95e percentile supérieur de 40 pour 100 ml d'eau correspond à une probabilité moyenne inférieure à un cas de gastroentérite pour 100 expositions. La charge d'IRA fébrile serait négligeable.
41-200 B	La valeur de 200 pour 100 ml d'eau est supérieure au seuil de transmission de la maladie dont il est fait état dans la plupart des études épidémiologiques qui ont tenté de définir une CSENO ou une CMENO pour la GE et l'IRA fébrile.	Risque de maladie de 1 à 5 % Risque d'IRA fébrile de 0,3 à 1,9 %. La valeur du 95e percentile supérieur de 200 pour 100 ml d'eau correspond à une probabilité moyenne d'un cas de GE pour 20 expositions. Le taux d'IRA fébrile pour cette valeur supérieure serait inférieur à 19 pour 1 000 expositions, soit inférieur à 1 pour 50 expositions environ.
201-500 C	Cette fourchette correspond à une nette augmentation de la probabilité de survenue de tous les effets nocifs pour la santé pour lesquels des données sur la dose-réponse sont disponibles.	Risque de GE de 5 à 10 % Risque d'IRA fébrile de 1,9 à 3,9 % Cette fourchette de 95e percentiles correspond à une probabilité de 1 pour 10 à 1 pour 20 de gastroentérite pour une seule exposition. Les expositions dans cette catégorie suggèrent également un risque d'IRA fébrile allant de 19 à 39 pour 1 000 expositions, soit une fourchette allant de 1 pour 50 à 1 pour 25 expositions environ.
> 500 D	Au-delà de ce seuil, le risque de niveaux élevés de transmission de maladies bénignes peut être significatif.	Risque de GE > 10 % Risque d'IRA fébrile > Le risque de gastroentérite pour une seule exposition est supérieur à 10 %. Le taux d'IRA fébrile pour une valeur dépassant 500 pour 100 ml au 95e percentile > 500/100 ml serait supérieur à 39 pour 1 000 expositions, soit supérieur à 1 pour 25 expositions environ.

4. Norme Tunisienne NT 09.11 (1983) relative à la qualité des eaux de baignade

Tableau 13. Normes relatives à la qualité des eaux de baignade

Paramètres	G	I	Fréquence d'échantillonnage minimale
Coliformes totaux /100ml	0	< 500	Bimensuelle
Coliformes fécaux /100ml	0	< 100	Bimensuelle



Figure 10. Compagne d'échantillonnages et d'analyses

La situation des points de prélèvement est comme l'indique la carte suivante :

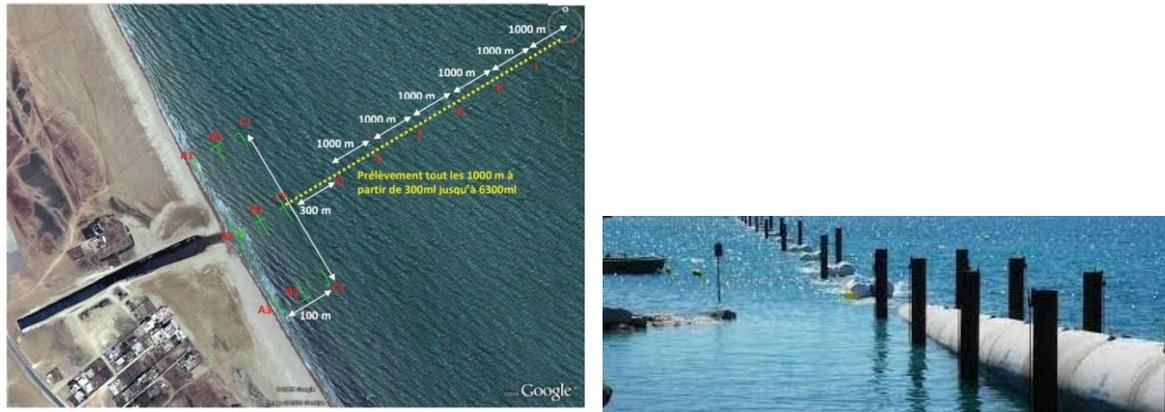


Figure 11. Situation des points de prélèvement

5. Contrôle et suivi des indicateurs

Contrôle et suivi des indicateurs sur l'efficacité de l'émissaire en termes de dispersion et de dilution des polluants

Un suivi des eaux de mer sera effectué, pour contrôler l'efficacité de l'émissaire en termes de dispersion et de dilution des polluants. Des prélèvements de l'eau de mer seront effectués en 9 points, à une profondeur de 30 cm du haut, et 50 cm du fond, tout autour de l'émissaire (voir carte des prélèvements). Des balises flottantes seront installées pour fixer ces points de prélèvement. Etant donné que les paramètres physico-chimiques ne sont pas très concentrés au niveau des EUT, le contrôle de l'efficacité de l'émissaire concernera uniquement la qualité bactériologique. Les paramètres à contrôler sont donc : Escherichia Coli, coliformes totaux lors des prélèvements, des mesures climatologiques devront être effectués : Vitesse et direction du vent, vitesse et direction du courant, Température des eaux.

Les activités de dragage pour la mise de l'émissaire sont assurées par une drague aspiratrice en marche. Cette drague peut être soit traînante pour creuser, soit stationnaire pour faire un trou.

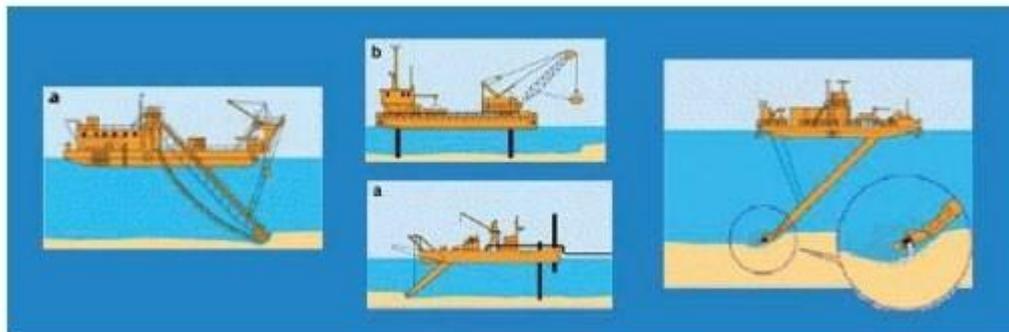


Figure 12. Dragage aspiratrice et ses types d'activités pour la mise en place de l'émissaire.

XVI.2. Etablissement ayant obligation de mettre en place un suivi régulier pour les rejets non domestiques

Si pour au moins un des éléments constitutifs de la pollution, le niveau théorique de pollution (NTP) est égal ou supérieur au seuil réglementaire de suivi régulier des rejets, l'établissement réalise au moins une analyse journalière d'un élément constitutif de la pollution, représentatif de l'activité de l'établissement. Pour les autres éléments constitutifs, les fréquences d'analyses sont celles indiquées dans le tableau ci-dessous.

Pour les éléments constitutifs de la pollution dont le niveau théorique de la pollution est inférieur au seuil du suivi régulier des rejets, l'établissement réalise une analyse mensuelle, à l'exception de la toxicité aiguë, pour laquelle l'analyse est réalisée trimestriellement, et des Substances Dangereuses pour l'Environnement (SDE), pour lesquelles l'analyse est réalisée annuellement, en l'absence d'accord de l'Agence de l'eau sur une fréquence moindre. Afin de garantir la représentativité de l'activité, le jour de prélèvement pour l'analyse d'un paramètre non suivi quotidiennement ne sera pas toujours le même.

XVI.3. Détermination de la fréquence de constitution d'échantillons journaliers pour les établissements soumis au suivi régulier non domestiques

Tableau 14. Fréquence d'analyse en fonction du niveau théorique de pollution (NTP)

Élément constitutif de la pollution	1 fois/Trimestre	1 fois/Mois	1 fois/Semaine	2 fois/Semaine	1 fois/Jour
Matières en suspension (t/an)	/	/	600≤NTP<1000	1 000≤NTP<3 000	NTP≥3000
Demande chimique en oxygène (t/an)	/	/	600≤NTP<1000	1 000≤NTP<3000	NTP≥3000
Demande biochimique en oxygène en cinq jours (t/an)		NTP<1000	1000 ≤NTP<2000	NTP≥2000	/
Azote réduit (t/an)	/	NTP<100	100≤NTP<200	NTP≥200	/
Azote oxydé (nitrites et nitrates) (t/an)	/	NTP<100	100≤NTP<200	NTP≥200	/
Phosphore total, organique ou minéral (t/an)	/	NTP<50	50≤NTP<100	NTP≥100	/
Toxicité aiguë (kéq/an)	/	10000≤NTP<50000	50000≤NTP	NTP≥100000	/
Métox (kg/an)	/	NTP<50000	50000≤NTP	NTP≥100000	/
Composés halogénés adsorbables sur charbon actif (kg/an)	/	NTP<10 000	10000≤NTP<20000	NTP≥20000	/
Chaleur (10 ⁶ th/an)	/	/	NTP≥2000	/	/
Substances Dangereuses pour l'Environnement (kg/an)	NTP≥360	/	/	/	/

XVI.4. Etablissement n'ayant pas obligation de mettre en place un suivi régulier pour les rejets non domestiques

L'établissement doit réaliser au moins une analyse hebdomadaire d'un des éléments constitutifs de la pollution, représentatif de l'activité de l'établissement. Pour les autres éléments constitutifs, le tableau suivant précise les fréquences d'analyses.

Tableau 15. Fréquence d'analyse en fonction du niveau théorique de pollution (NTP)

Élément constitutif de la pollution	1 fois/an	1 fois/trimestre	1 fois/mois
Matières en suspension (t/an)	-	NTP<100	100≤NTP<600
Demande chimique en oxygène (t/an)	-	NTP<200	200≤NTP<600
Demande biochimique en oxygène en cinq jours (t/an)	-	NTP<300	
Azote réduit (t/an)	-	NTP<40	
Azote oxydé (nitrites et nitrates) (t/an)	-	NTP<40	
Phosphore total, organique ou minéral (t/an)	-	NTP<10	
Toxicité aiguë (kéq/an)	-	NTP<10000	
Métox (kg/an)	-	NTP < 10000	
Composés halogénés adsorbables sur charbon actif (kg/an)	-	NTP<2000	
Substances Dangereuses pour l'Environnement (kg/an)	NTP<360		

XVI.5. Programme de suivi et de surveillance

Durant les travaux :

- Suivi de la quantité de l'air (air, bruit et poussières) ;
- Suivi de la gestion des déchets ; et
- Analyse des matériaux de dragage pour évaluer leur degré de contamination. Ces mesures sont sous la responsabilité commune de l'entreprise et de l'ONAS et leurs applications sera intégrée clause spécifique dans le marché ;

Durant l'exploitation :

- Suivi de l'évolution de l'écosystème marin et de la qualité des eaux de baignade ;
- Suivi de la qualité des eaux usées traitées ;
- Suivi de la qualité de la nappe en amont et en aval du bassin de stockage.

Tableau 16. Programme de suivi et surveillance

Action	Action ou Produit escompté	Fréquences	Budget en DT	Sources de financement	Echéancier	Responsable
Suivi et contrôle du chantier	Contrôle et assistance	1 fois/ semaine	18 100/an (27 150 pour 18 mois)	Projet	Durant la phase travaux	Responsable PGE ONAS
Suivi et contrôle des indicateurs sur la qualité des EUT : -à l'amont du bassin de stockage (au niveau des STEP), - et au niveau de la station de pompage	Campagnes de mesures	1 fois/ jour 1 fois/ jour	Assurées par la STEP 5000/ an	ONAS	Durant l'exploitation	Responsable Exploitation STEP Responsable Exploitation Station de pompage/Resp PGE
Pollution de l'air	Campagnes de mesures	1 fois/ mois	-	ONAS	Durant l'exploitation	Responsable PGE ONAS/ Responsable Exploitation ONAS
Pollution sonore	Campagnes de mesures	1 fois/ mois	6000/an	ONAS	Durant l'exploitation	Responsable PGE ONAS/ Responsable Exploitation ONAS
Suivi et contrôle des indicateurs sur les eaux de baignades et l'efficacité de l'émissaire	Campagnes de mesures	8 Campagnes de mesure/an (mensuelle de juin à sept et bimensuelle)	8000 DT/an (1000 DT par campagne)	ONAS	Durant l'exploitation	Responsable PGE ONAS/ Responsable Exploitation ONAS

		le reste de l'année)				
Suivi et contrôle des indicateurs de l'écosystème marin	Campagnes de mesures	Observations sous-marines Expertise par un biologiste marin (1 fois/ 2 ans)	10 000 DT/2 ans	ONAS	Durant l'exploitation	Responsable PGE ONAS/ Responsable Exploitation ONAS/ Consultant
Suivi et contrôle des indicateurs sur la qualité des eaux souterraines	Campagnes de mesures	2 fois/ an	2000/ an	ONAS	Chaque année dès le démarrage de l'exploitation	Responsable PGE ONAS/ Responsable Exploitation ONAS
Total programme de suivi			27 150 DT 26 000/ an (sur 5 ans)	Projet ONAS		

XVI.6. Arrêté fixant les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur (Protection de l'environnement)

Arrêté du ministre des Affaires locales et de l'environnement et du ministre de l'Industrie et des petites et moyennes entreprises du 26 mars 2018, fixant les valeurs limites des rejets d'effluents dans le milieu récepteur (Domaine public maritime) :

1. Matières en suspensions (M.E.S), Demande Chimique en Oxygène (DCO) et Demande Biochimique en Oxygène (DBO)

Tableau 17. Valeurs limites pour les matières en suspensions (M.E.S)

Paramètres	Domaine public maritime (DPM)
Matières en Suspensions (M.E.S) (mg/l)	<ul style="list-style-type: none"> • 30 • 40 si le flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j • 50 dans le cas d'une station d'épuration par lagunage avec un flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j
Demande Biologique en Oxygène (DBO ₅) (mg O ₂ /l)	<ul style="list-style-type: none"> • 30 • 40 si le flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j • 50 dans le cas d'une station d'épuration par lagunage avec un flux journalier maximal n'excède pas 15 kg/j
Demande Chimique en Oxygène (DCO) (mg O ₂ /l)	<ul style="list-style-type: none"> • 125 • 160 si le flux journalier maximal n'excède pas 50 kg/j

2. Azote et phosphore

Tableau 18. Valeurs limites pour Azote et phosphore

Paramètres	Domaine public maritime (DPM)
Nitrates NO ₃ -N (mg NO ₃ /l)	90
Nitrites NO ₂ -N (mg NO ₂ /l)	5
Azote kjeldahl, NtK (mg N/l)	30
Phosphore total, Pt (mg/l)	2

3. Autres paramètres

Tableau 19. Valeurs limites pour les autres paramètres

Paramètres	Expression des résultats	Domaine public maritime (DPM)
Température mesurée au moment du prélèvement	En degrés Celsius (°C)	35 °C
Couleur	mg/l Échelle au platine cobalt	100
pH		6,5 < pH < 8,5
Matières décan- tables	ml/l après 2 heures	0,3
Chlorures : Cl ⁻	mg/l	sans exigence
Conductivité	µS/cm	sans exigence
Chlore actif : Cl ₂	mg Cl ₂ /l	0,6
Bioxyde de chlore : ClO ₂	mg/l	0,2
Brome actif : Br ₂	mg/l	0,2
Sulfate : SO ₄ ²⁻	mg/l	1000
Magnésium : Mg	mg/l	2000
Calcium : Ca	mg/l	sans exigence
Potassium : K	mg/l	1000
Sodium : Na	mg/l	sans exigence
Fer+Aluminium : Fe+Al	mg/l	5
Sulfures : S ²⁻	mg/l	2
Fluorures dissous : F ⁻	mg/l	3
Indice de Phénols	mg/l	0,5
Graisses et huiles saponifiables	mg/l	10
Hydrocarbures aliphatiques totaux (huiles, graisses et goudron) d'origine Minérale	mg/l	10
Détergents anioniques du type alkyl-benzène sulfonates (ABS)	mg/l	2
Bore : B	mg/l	20
Cuivre : Cu	mg/l	2
Etain : Sn	mg/l	2
Manganèse : Mn	mg/l	1
Zinc : Zn	mg/l	5
Cobalt : Co	mg/l	0,5
Baryum : Ba	mg/l	10
Argent : Ag	mg/l	0,1
Arsenic : As	mg/l	0,1
Cadmium : Cd	mg/l	0,01
Cyanure : CN	mg/l	0,1
Chrome hexavalent : Cr ^{VI}	mg/l	0,1
Chrome trivalent : Cr ^{III}	mg/l	0,5
Antimoine : Sb	mg/l	0,1
Nickel : Ni	mg/l	1
Sélénium : Se	mg/l	0,5
Mercure : Hg	mg/l	0,005
Plomb : Pb	mg/l	0,5
Titane : Ti	mg/l	1
Composés organiques halogénés (AOX)	mg/l	1

4. Paramètres microbiologiques

Tableau 20. Valeurs limites pour les paramètres microbiologiques

Paramètres	Expression des résultats	Domaine public maritime (DPM)
Coliformes fécaux	NPP ⁽¹⁾ par 100 ml	2000
Streptocoques fécaux	NPP par 100 ml	1000
Salmonelles	NPP par 100 ml	Absence
Vibrios cholériques	NPP par 100 ml	Absence
(Eufs de Nématodes intestinaux	Moyenne arithmétique	< 1/1000 ml

⁽¹⁾ nombre le plus probable

Annexe 3

Méthodes de prélèvement et d'analyse Les méthodes de prélèvement et d'analyse des échantillons d'eau sont les suivantes :

- NT 09.01 (1983) Guide général pour l'établissement des programmes d'échantillonnage
- NT 09.02 (1983) Guide général sur les techniques d'échantillonnage
- NT 09.03 (1989) Précautions à prendre pour effectuer, conserver et traiter les prélèvements NT 09.05 (1983) Qualité des eaux – Mesures colorimétrique du pH.
- NT 09.06 (1983) Qualité des eaux – Mesures électrométrique du pH avec l'électrode de verre – Méthode de référence.
- NT 09.07 (1985) Qualité des eaux – Dosage du CO, Ni, Cu, Zn, Cd, et Pb – Méthode par spectrométrie d'absorption atomique avec flamme. NT 09.08 (1985) Qualité des eaux – Dosage de l'arsenic total – Méthode spectrophotométrique au diéthylthiocarbamate d'argent.
- NT 09.09 (1985) Qualité des eaux – Dosage du Ca et du Mg – Méthode par spectrométrie d'absorption atomique.
- NT 09.10 (1985) Qualité des eaux – Dosage du calcium – Méthode titrimétrique à l'EDTA.
- NT 09.15 (1983) Qualité des eaux – Mesure de l'indice de diffusion dite mesure de la turbidité.
- NT 09.16 (1983) Qualité des eaux – Mesure de la couleur par comparaison avec l'échelle HAZEN. NT 09.17 (1983) Qualité des eaux – Détermination de l'alcalinité – (Titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet).
- NT 09.18 (1984) Qualité des eaux – Dosage de l'azote ammoniacal.
- NT 09.19 (1984) Qualité des eaux – Mesure de la dureté au réactif complexant.
- NT 09.20 (1984) Qualité des eaux – Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO). NT 09.21 (1984) Qualité des eaux – Détermination des matières en suspension.
- NT 09.23 (1984) Qualité des eaux – Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO). Méthode par le dichromate de potassium.
- NT 09.25 (1985) Qualité des eaux – Dosage du fer – Méthode spectrométrique à la phénanthroline – 1,10. NT 09.26 (1984) Qualité des eaux – Détermination des agents de surface anioniques et non ioniques.
- NT 09.28 (1985) Qualité des eaux – Dosage du manganèse – Méthode spectrométrique à la formaldoxine. NT 09.30 (1984) Qualité des eaux – Dosage des nitrates.
- NT 09.31 (1984) Qualité des eaux – Dosage de l'azote Kjeldahl.
- NT 09.34 (1987) Qualité des eaux - Détermination de la conductivité électrique.

- NT 09.35 (1985) Qualité des eaux – Dosage du cadmium – Méthode par spectrométrie d'absorption atomique dans la flamme.
- NT 09.36 (1985) Essais des eaux – Dosage spectrophotométrique du sélénium.
- NT 09.37 (1985) Qualité des eaux – Dosage du mercure total par spectrophotométrie d'absorption atomique sans flamme.
- NT 09.41 (1988) Qualité des eaux – Dosage des cyanures – Partie 1 : Dosage des cyanures totaux.
- NT 09.65 (1989) Essais des eaux – Dosage du sodium et du potassium – Méthode par spectrométrie d'émission de flamme.
- NT 09.66 (1989) Essais des eaux – Dosage du sodium et du potassium – Méthode par spectrophotométrie d'absorption atomique.
- NT 09.77 (1989) Qualité des eaux – Dosage des chlorures – Titration au nitrate d'argent avec chromate comme indicateur – (Méthode de MOHR).
- NT 09.78 (1989) Qualité des eaux – Dosage des sulfates – Méthodes gravimétrique au chlorure de baryum.
- NT 16.21 (1983) Eaux – Directives générales pour le dénombrement des coliformes – Techniques du nombre le plus probable après incubation à 35 – 37°C.
- NT 16.22 (1984) Eaux – Dénombrement des coliformes totaux et fécaux – Méthode par filtration sur membrane.
- NT 16.23 (1984) Eaux – Dénombrement des streptocoques fécaux – Méthodes par filtration sur membrane.
- NT 16.24 (1984) Eaux – Directives générales pour le dénombrement des streptocoques fécaux.

XVII. MATERIEL DE SUIVI ET CONTROLE

XVII.1. Bathymétrie – Topographie

XVII.1.1. Stratégie d'échantillonnage

1. Période d'échantillonnage

Les variations marégraphiques doivent être prises en compte. Afin de rapporter les mesures au zéro hydrographique, la correction doit être réalisée à l'aide de la marée observée, généralement disponible dans le port le plus proche, en tenant éventuellement compte de corrections d'heure et de hauteur. La mise en œuvre d'un marégraphe pendant l'opération est conseillée.

2. Fréquence d'échantillonnage

La période de réalisation du levé bathymétrique dépend de l'évolution bathymétrique de la zone et de l'objectif de suivi. Sur les zones de dragage, l'objectif d'assurer un tirant d'eau suffisant pour la sécurité des navires peut nécessiter des levés de fréquence annuelle, mensuelle voire hebdomadaire sur les zones les plus sensibles. Sur les zones d'immersion, le suivi de l'évolution des dépôts effectué dans une logique de bilan par comparaison de profils, repose généralement sur un Échantillonnage de référence puis des relevés annuels.

3. Répartition spatiale et précision des levés

Ces paramètres varient en fonction de l'objectif des levés. Les préconisations de précision verticale et horizontale, de densité de points levés ou encore d'écartement maximal entre les profils de bathymétrie sont fonction de la sécurité de navigation nécessaire. Les recommandations pour la conduite d'un levé bathymétrique réalisé dans le domaine portuaire, côtier ou fluvial font par ailleurs un parallèle entre ces préconisations applicables aux zones de navigation et le suivi des zones de dépôt.

XVII.1.2. Méthodes d'acquisition

La profondeur des fonds se mesure le plus souvent par le biais de sondeurs bathymétriques parmi lesquels on distingue les sondeurs mono-faisceaux et les sondeurs multifaisceaux.

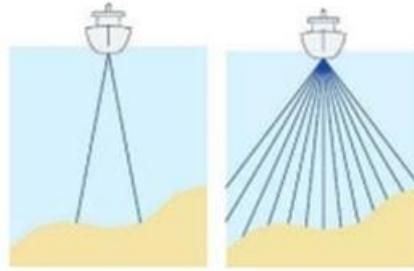


Figure 13. Sondeurs bathymétriques mono-faisceaux et multifaisceaux

XVII.1.3. Méthodes d'analyses

En bathymétrie, le traitement des données recueillies dépend de l'objectif du levé (par exemple recherche du point le plus haut, du point le plus bas ou de profondeurs relatives moyennes). Un logiciel d'acquisition des données mesurées, de traitement et de modélisation numérique du terrain permet d'exploiter les relevés. Ils sont retranscrits sous format cartographique à une échelle de précision variable en fonction des outils de lever et des objectifs du suivi. Figure 1 : Schémas de fonctionnement des sondeurs mono-faisceaux et multifaisceaux

L'évolution des fonds est évaluée par comparaison des profils bathymétriques. L'analyse de l'évolution des isobathes et de la profondeur moyenne des fonds permettent de distinguer et de localiser les impacts causés par les dragages et les immersions à plus ou moins long terme. Comme pour toute mesure, les levés bathymétriques présentent une marge d'erreur qui doit être considérée lors de l'interprétation des résultats. Trois paramètres doivent à ce titre être pris en compte : La précision des levés (l'application des normes internationales assure une précision minimale de +/- 0,5% de la hauteur d'eau) ; La profondeur d'immersion qui influence la hauteur globale d'incertitude ; L'épaisseur attendue de matériaux immergés au regard du volume et de la surface de clapage. Une incertitude de levé plus importante que l'épaisseur attendue de dépôt empêche toute conclusion pertinente sur l'évolution des fonds. Cette limite doit donc être particulièrement prise en compte pour les clapages profonds ainsi que les clapages de petits volumes sur de vastes superficies.

XVII.1.4. Interprétation des résultats :

L'évolution des fonds est évaluée par comparaison des profils bathymétriques. L'analyse de l'évolution des isobathes et de la profondeur moyenne des fonds permettent de distinguer et de localiser les impacts causés par les dragages et les immersions à plus ou moins long terme.

Comme pour toute mesure, les levés bathymétriques présentent une marge d'erreur qui doit être considérée lors de l'interprétation des résultats. Trois paramètres doivent à ce titre être pris en compte :

- La précision des levés (l'application des normes internationales assure une précision minimale de +/- 0,5% de la hauteur d'eau) ;
- La profondeur d'immersion qui influence la hauteur globale d'incertitude ;
- L'épaisseur attendue de matériaux immergés au regard du volume et de la surface de clapage.

Une incertitude de levé plus importante que l'épaisseur attendue de dépôt empêche toute conclusion pertinente sur l'évolution des fonds. Cette limite doit donc être particulièrement prise en compte pour les clapages profonds ainsi que les clapages de petits volumes sur de vastes superficies.

XVII.2. Morpho-sédimentologie

XVII.2.1. Paramètres à mesurer :

- Coefficients de rétrodiffusion des fonds
- Caractéristiques granulométriques des fonds

XVII.2.2. Stratégie d'échantillonnage

1. Période :

Le levé morpho -sédimentaire doit généralement être réalisé en même temps que le levé bathymétrique

2. Fréquence d'échantillonnage :

La période de réalisation du levé par sonar dépend de l'objectif des suivis. Dans la mesure où ils reposent sur la comparaison de profils dans une logique d'analyse différentielle, la fréquence est à choisir en fonction du pas de temps de comparaison souhaité. Elle est généralement d'ordre annuel.

3. Répartition géographique des levés :

L'espacement des routes (profils) devra permettre d'avoir un recouvrement des sonogrammes significatif, de l'ordre de 10 %, entre deux passages voisins pour s'assurer de l'exhaustivité de la couverture « sonar » dans le périmètre.

XVII.2.3. Méthodes d'acquisition et analyses

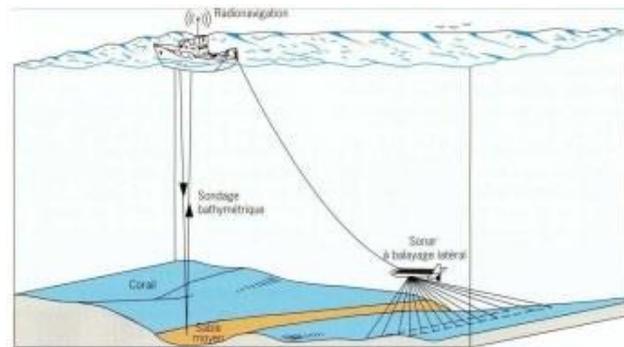


Figure 14. Le sonar à balayage latéral

XVII.2.4. Interprétation des résultats

Une carte morpho-sédimentaire permet d'apprécier la répartition et la nature des formations superficielles (vase, sable, roche, etc.). L'évolution des fonds est évaluée par comparaison des profils entre eux. La morphologie associée à ces formations (mégarides, rubans, trainées, ...) permet d'évaluer la mobilité des sédiments. Les analyses sédimentaires complémentaires permettent d'apprécier l'évolution des faciès liée au dépôt ou au dragage (envasement de la zone, mise à nu de couches sédimentaires différentes) à court et à long terme.

L'interprétation des résultats doit tenir compte d'autres facteurs d'influence potentiels tels que l'évolution naturelle des fonds en fonction des conditions hydro-sédimentaires locales, ou la présence d'autres activités susceptibles de modifier les fonds (pêche aux arts trainants par exemple).

XVII.3. Courantologie

XVII.3.1. Paramètres à mesurer

- Vitesse et direction des courants à un niveau donné : au fond ou en surface par exemple.
- Vitesse et direction des courants : moyennées sur la verticale.
- Profil vertical des vitesses et de la direction des courants.

XVII.3.2. Stratégie d'échantillonnage

1. Période d'échantillonnage :

Elle dépend des objectifs de résultat du suivi. Des situations discriminantes pourront être privilégiées pour caractériser les cas « extrêmes » :

Pour caractériser les situations de forte courantologie, les périodes de grandes marées (coefficient supérieur à 95) discriminent mieux les situations de flot et de jusant, notamment par rapport à la crue et à l'étiage dans le cas des estuaires. En Méditerranée, les périodes à vent fort seront privilégiées, couplées à des périodes de crue pour les zones estuariennes.

La caractérisation des situations de faible courantologie (faible marnage, vent faible, débit d'étiage) pourra s'avérer utile pour vérifier l'impact sur les courants les plus faibles et obtenir une image de la courantologie moyenne en utilisant les mesures de forte courantologie.

2. Fréquence d'échantillonnage :

Pour les mers à marée, il est utile de couvrir un cycle de marée complet, avec une mesure en étiage et une mesure en crue pour les estuaires.

3. Choix des stations de mesure :

Il dépend du site et des enjeux écologiques et d'usages. Les stations seront situées dans les zones où l'opération crée un risque de modifications dommageables pour l'environnement. Le nombre de stations dépendra des objectifs de précision des données.

XVII.3.3. Méthodes d'acquisition et analyses

Des mesures effectuées in situ permettent d'alimenter des modèles courantologiques représentatifs de zones plus larges. Les mesures in situ sont :

- Soit des mesures ponctuelles effectuées avec un courantomètre, qui peut être soit fixé soit tracté dans la zone de suivi par un bateau;
- Soit des mesures de profils à l'aide d'un ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler).

XVII.3.4. Interprétation des résultats

Au-delà d'une comparaison de situation avant / après travaux renseignant sur la perturbation même de la courantologie, les résultats peuvent également servir à la compréhension des évolutions locales de l'environnement. Dans ce cadre, les résultats seront comparés à un seuil de modification supportable de l'environnement local qui doit être fixé dès le départ en fonction :

- Des enjeux du site (habitats spécifiques, tourisme, zone de pêche ou d'élevage) ;
- Des capacités naturelles d'adaptation du site aux modifications engendrées par l'opération (capacité du milieu à atteindre un nouvel équilibre à moyen terme).

XVII.4. Erosion – Engraissement / Géomorphologie

XVII.4.1. Paramètres à mesurer

- Altimétrie de la zone observée à un instant donné
- Position du trait de côte
- Position des berges
- Granulométrie

XVII.4.2. Stratégie d'échantillonnage

1. Période d'échantillonnage :

Pour les mers à marée, avant les grandes marées d'équinoxe d'automne (1^{ère} quinzaine de septembre) et après les grandes marées d'équinoxe de printemps (en avril). Les périodes doivent être les mêmes à quelques jours près d'une année sur l'autre pour que les données soient comparables.

2. Fréquence d'échantillonnage :

Deux levés par an et un après tempête (conditions météorologiques exceptionnelles).

3. Durée d'échantillonnage :

Cinq ans. L'analyse des résultats sur ces cinq années permettra de définir s'il faut poursuivre ou non les suivis.

4. Choix des stations de prélèvement :

Les profils sont effectués sur les grèves sableuses susceptibles d'être modifiées par les opérations. Deux profils sont à réaliser parallèlement à la plage, un en pied de dune (ou limite référente de la grève) et un en laisse de mer.

XVII.4.3. Méthode d'acquisition

Le suivi de l'érosion du trait de côte à cette échelle se fait essentiellement par levés terrestres par géomètre. Le choix entre ces deux techniques dépend essentiellement de l'échelle de suivi retenue.

XVII.4.4. Méthode d'analyse

Les relevés topographiques donnent lieu à la réalisation de cartes topographiques et de cartes topographiques différentielles.

XVII.4.5. Interprétation des résultats

Les cartes différentielles de topographie d'une campagne à une autre permet de suivre l'évolution du trait de côte et du profil des plages.

XVII.5. Qualité des sédiments

XVII.5.1. Objectifs

- Evaluer l'état de contamination des matériaux à draguer avant travaux
- Evaluer l'état de contamination de référence des sédiments en place sur le site d'immersion avant travaux,
- Evaluer l'évolution de la contamination des matériaux au niveau du site d'immersion après travaux.

XVII.5.2. Paramètres à mesurer

- Caractéristiques physiques : granulométrie, % de matières sèches, densité, teneur en aluminium, Carbone Organique Total (COT).
- Métaux lourds : arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc ;
- PCB : totaux, congénères 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180
- TBT et produits de sa dégradation
- HAP
- Nutriments (N, P) (facultatif)
- Microbiologie (facultatif)

XVII.5.3. Stratégie d'échantillonnage

Le nombre de stations doit être en adéquation avec les surfaces mises en jeu et les volumes apportés ou dragués. La zone est, en général, constituée de plusieurs sous-zones qui permettent de répartir l'effort d'immersion afin de ne pas générer de surépaisseurs qui peuvent être pénalisantes en modifiant de façon drastique la topologie du fond et en retardant ainsi la recolonisation par les espèces enfouies.

Le positionnement de stations dans et à l'extérieur de la zone d'immersion permet de vérifier les localisations des immersions et ainsi la conservation des conditions de courantologie établies lors de l'étude du site.

XVII.5.4. Méthodes de prélèvement

Des prélèvements à l'aide de bennes preneuses dont le fonctionnement permet de limiter, voire de supprimer, le lessivage à la remontée, sont suffisants pour réaliser un suivi et évaluer les éventuels impacts. De nombreuses bennes existent sur le marché, la benne « Van Veen », paraît être préférentiellement utilisée.



Figure 15. Benne « Van Veen »

XVII.5.5. Interprétation des résultats

Dans le cas du suivi d'une zone d'immersion, on ne peut à proprement pas parler d'indicateurs de résultats mais plus pragmatiquement de résultats comparés et de tendances.

Lors des clapages, les matériaux amènent au milieu récepteur des fractions minérales ; ainsi que des nutriments, de la matière organique et des espèces animales et algales. On note, dans ces conditions, un enrichissement qui profite, dans une certaine mesure, à la faune pélagique et benthique. Mais aussi la mise en évidence d'un phénomène d'enfouissement des espèces présentes

XVII.6. Qualité des eaux

XVII.6.1. Paramètres à mesurer

La liste des paramètres suivis par prélèvements ponctuels est souvent similaire à celle qui est énoncée dans nt 1006002 pour les rejets dans les eaux de surface :

- MES
- Matières inhibitrices ;
- Azote total ;
- Phosphore total ;
- Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif ;
- Métaux et métalloïdes ;
- Hydrocarbures

Le carbone organique total (COT) dans le cas de milieux présentant une teneur en chlorures supérieure à 2 000 mg/L, ou la DBO5 et la DCO dans le cas contraire.

La mesure de la turbidité ou de la transparence de l'eau peut constituer un mode opératoire plus opérationnel. Il présente néanmoins ses propres limites d'interprétation

XVII.6.2. Stratégie d'échantillonnage

1. Stratégie sur les sites de dragage

La logique dans ces échantillonnages amène à considérer des stations en amont, au droit et en aval de la zone de dragage. Les situations aval et amont étant à considérer soit dans le sens de l'écoulement d'un fleuve, soit suivant la courantologie locale. Dans les zones ne présentant pas un hydrodynamisme suffisant, les suivis sont alors faits en décalant les mesures dans le temps.

Le nombre de stations en aval du dragage peut et doit être augmenté dans le cas ou des espèces remarquables et/ou protégées ou des activités maritimes (cultures marines, activités nautiques, ...) –

2. Stratégie sur les sites d'immersion

Le suivi de la qualité des eaux peut concerner la vérification de l'absence d'impact sur des zones, dans l'environnement moyen ou lointain, présentant des caractéristiques ou des usages remarquables (herbiers, cultures marines, zone de baignade, ...).

Toutefois il convient de noter que des immersions directes sous l'effet de pompes de refoulement réalisées en front de mer nécessitent un suivi environnemental portant sur la qualité des eaux. Dans ces cas, un suivi de la qualité de l'eau doit être réalisé dans la colonne d'eau, à différentes profondeurs et à plusieurs stations.

3. Fréquence d'échantillonnage

Quand les mesures ne sont pas faites en continu, les prélèvements doivent être faits préalablement puis concomitamment aux dragages et/ou immersions. Il convient alors de disposer les stations de suivi pour s'affranchir des notions de temps. Il est courant, au regard des prescriptions préfectorales, de réaliser quotidiennement un point zéro avant l'ouverture du chantier, puis de réaliser le suivi au moins une fois par période travaillée (l'arrêt prolongé du chantier donnant lieu à un nouveau calage des données locales suivies).

XVII.6.3. Méthode de prélèvement

Les prélèvements d'eaux sont réalisés avec les moyens nécessaires et suffisants pour disposer d'un échantillon représentatif. A ce titre, il est courant d'utiliser une ou plusieurs bouteilles type « Niskin »

ou à retournement. On choisira de prélever, à chaque station, a minima trois échantillons, un en surface (à quelques centimètres en dessous de la surface pour ne pas collecter des débris flottants), un à mi-profondeur et un au-dessus du fond (en prenant soin de ne pas prélever le néphéloïde). Un volume d'environ deux litres (un litre pour les matières en suspension) permet de mener à bien toutes les analyses nécessaires. Des sondes multiparamètres peuvent également être utilisées pour la mesure des principaux paramètres physiques.

Dans le cas de grands travaux, les quantités d'eaux et de matériaux remaniés peuvent être évaluées comme trop importantes pour la mise en place de prélèvements ponctuels. Il convient alors de placer des sondes autonomes en continu qui permettent de suivre plus finement les effets des remises en suspension des matériaux et leur propagation dans l'environnement. Il est courant de mettre en œuvre des sondes de turbidité dont les données et les heures sont consultables et enregistrables à distance. Toutefois, ceci doit être accompagné de prélèvements ponctuels afin de pouvoir mener les analyses des paramètres suivis.

XVII.6.4. Interprétation des résultats

Les mesures de suivis de la qualité des eaux dans l'environnement proche et moyen de travaux de dragage et/ou d'immersion étant réalisées pour contrôler l'absence d'impact sur les milieux, l'indicateur de résultats est le respect des prescriptions énoncées dans les arrêtés d'autorisation de travaux.

La propagation des matériaux fins et des substances dissoutes doit présenter une décroissance des teneurs avec la distance depuis les travaux de dragage et/ou d'immersion suffisamment efficace pour que ces concentrations n'impactent pas les écosystèmes.

XVII.7. Bio-indicateurs

XVII.7.1. Paramètres à mesurer

La liste des paramètres suivis est souvent identique à celle qui est énoncée dans la NT. Dans le cas de l'utilisation de moules ou autres animaux, il est nécessaire de mesurer les paramètres dits de conditionnement que sont la mortalité, la taille, le poids de la coquille et de la chair des organismes. Ceci permet d'interpréter les résultats en ayant la connaissance de l'influence de la qualité du milieu sur la croissance des organismes. On privilégiera aussi le dosage des micro-organismes pathogènes, dont les dosages sont couramment pratiqués dans ces matrices (bioindicateurs vivants).

XVII.7.2. Stratégie d'échantillonnage

Nous prenons en exemple le cas de moules, considérant que cet organisme est le plus souvent sollicité et que la méthodologie est similaire pour les capteurs passifs.

1. Durée de suivi

Les impacts associés à la propagation de contaminants sous formes dissoutes ou adsorbés sur les matières en suspension, peuvent être relevés en les dosant dans des organismes qui nécessitent un temps de stabulation ou de contact important. Ces délais sont de l'ordre de trois mois pour obtenir des données estimées fiables (Cf programme RINBIO de l'IFREMER), mais des temps inférieurs peuvent être aussi intéressants dans le cas où des concentrations importantes sont supposées.

2. Période de suivi

Afin de pouvoir acquérir des données fiables, voire comparables avec celles qui sont communément étudiées, la période la plus favorable correspond à celle où les organismes (moules principalement) sont en pleine croissance, soit de mai à juillet, voire août. Cette période estivale correspond avec la période de baignade durant laquelle les dragages et donc les immersions sont généralement interdites, ce qui limite particulièrement leur intérêt. Toutefois, cette interdiction en période estivale n'est pas imposée partout.

3. Fréquence de suivi

Pour les moules, mises en place au cours des mois de mai à début juin, elles doivent rester en stabulation sur site au moins trois mois pour fournir des renseignements pertinents. Pour les autres organismes, les fréquences dépendent des facteurs de bioaccumulation et des concentrations estimées dans le milieu investigué. Pour les capteurs passifs, des temps de séjour entre quelques heures et quelques jours sont préconisés.

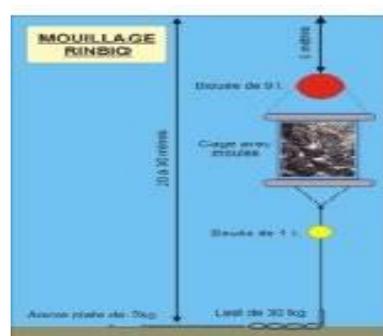


Figure 16. Illustration du principe méthodologique du RINBIO

4. Localisation et nombre de stations :

Stratégie sur les zones de dragage :

La logique d'échantillonnage amène à considérer des stations en amont, au droit et en aval de la zone de dragage. Les situations aval et amont sont à considérer soit dans le sens de l'écoulement d'un fleuve, soit suivant la courantologie locale. Dans les zones ne présentant pas un hydrodynamisme suffisant, les suivis sont alors faits en décalant les mesures dans le temps. Cette station en amont du projet est mise à profit pour faire stabuler les lots de moules, dans le cas de mises en cages, et de procéder au prélèvement du lot qui servira de référence (« blanc ») au moment de la mise en place des stations.

Le nombre de stations en aval du dragage peut et doit être augmenté dans le cas où des espèces remarquables et/ou protégées ou des activités maritimes (cultures marines, pêche, ...) sont présentes dans l'environnement moyen, voire proche.

Stratégie sur les zones d'immersion :

Les profondeurs et l'éloignement de la côte rendent peu probable l'utilisation d'animaux ou de végétaux, autochtones. Les espèces bio indicatrices sont alors disposées à quelques mètres de la surface afin de permettre leur vie dans des conditions quasi normales, et à toutes profondeurs pour les capteurs passifs. Ils sont placés de telle sorte qu'ils puissent renseigner sur les éventuelles propagations des matériaux immergés et aussi sur les apports naturels dans l'environnement moyen et lointain de la zone d'immersion.

2. Méthodes de mise en œuvre

La méthodologie proposée par l'IFREMER dans le cadre des réseaux RINBIO et RNO. Les moules, sont conditionnées dans des cages, à raison d'une centaine d'individus par cage. Les individus sont mis en stabulation quelques semaines dans des eaux exemptes de contamination présentant des caractéristiques similaires à celles de la zone d'étude (température, salinité). On notera qu'elles peuvent également être prélevées dans le milieu récepteur si elles sont présentes (autochtones) en quantité suffisante.

Les cages sont immergées en nombre suffisant pour réaliser des suivis dans le temps, en s'affranchissant des conditions de mer et autres pertes et dégradations. L'indication « suivi scientifique » sera inscrite sur les cages afin que les organismes qui ont accumulé les contaminants, ne soient pas consommés par des personnes qui les auraient malencontreusement prélevés

3. Interprétation des résultats

Les suivis des bioindicateurs dans l'environnement proche et moyen de travaux de dragage et/ou d'immersion permettent de contrôler l'influence des travaux vis-à-vis de la qualité physico-chimique des organismes autochtones ou en culture. Il s'agit notamment de déceler et prévenir toute altération pouvant être dommageable à cette qualité et indirectement à la santé publique.

Les résultats sont interprétés par comparaison aux teneurs attendues au regard des concentrations initiales des contaminants et de leur biodisponibilité. Les différences, si elles existent, permettent d'affiner les connaissances sur les processus de contamination en lien avec les modifications des caractéristiques physico-chimiques (eaux interstitielles et relargage) du milieu lors de son remaniement (dragage et immersion).

XVII.8. Organismes phytoplanctoniques

XVII.8.1. Paramètres à mesurer

Dans le cadre des opérations de dragage et d'immersion, les paramètres de base à vérifier pour la protection des communautés phytoplanctoniques sont la turbidité et / ou la transparence de l'eau, la teneur en sels nutritifs et, dans les zones non turbides, le suivi de l'indicateur chlorophylle, reflet de la biomasse phytoplanctonique. La chlorophylle est un pigment végétal très répandu dans le règne végétal. Il en existe différents types et le plus représenté dans les végétaux marins est la chlorophylle a. Elle est de plus représentative de la matière organique végétale, vivante ou fraîchement morte.

Dans les zones où des efflorescences toxiques ont été signalées par le passé, il faut vérifier la présence de cellules enkystées dans le sédiment et ceci d'autant plus si la zone draguée est située à proximité d'une zone d'exploitation aquacole. Ces cellules attendent des conditions idéales pour se réactiver et provoquer un « bloom ». Vérifier la présence de ces kystes passe par le comptage et l'identification des kystes contenus dans les fractions fines du sédiment. La présence de kystes de phytoplancton toxiques peut représenter un risque en cas d'immersions mais aucune réglementation n'interdit l'immersion dans ce cas.

Dans le cadre d'opérations qui incluraient un suivi de la communauté phytoplanctonique pour en qualifier la diversité : il conviendrait d'évaluer la densité (cellules/ml), le nombre d'espèces présentes, la diversité ...

XVII.8.2. Stratégie d'échantillonnage

1. Plan d'échantillonnage

Il sera élaboré en fonction des connaissances a priori sur la zone concernée par les travaux.

La vérification de la présence de kystes de phytoplancton toxique sera ponctuelle et préalable aux travaux.

2. Fréquence d'échantillonnage

Le nombre d'échantillons à analyser dépendra de la surface concernée et de l'importance des efflorescences passées. Une seule vérification préalable aux travaux est nécessaire.

Pendant les dragages et dans la zone d'immersion, la surveillance de la turbidité, des teneurs en sels nutritifs et des teneurs en chlorophylle a sera réalisée en fonction de la dispersion des particules fines et du courant. Le nombre de points de prélèvements dépendra de la surface de la zone. Sur la zone de dragage, le suivi de la turbidité et/ou de la transparence de l'eau sera effectué pendant tout le temps des travaux et même quelques jours après afin de vérifier la dispersion des particules fines. En zone d'immersion, le suivi des paramètres turbidité, teneurs en sels nutritifs et en chlorophylle a, doivent être maintenus jusqu'à ce que l'élévation de la turbidité ne soit plus constatée.

XVII.8.3. Méthodes de prélèvement et d'analyse

Le protocole de prélèvement et d'analyse du phytoplancton en eau douce est régi par une norme nationale NF EN 15204 (2006-12-01). Qualité de l'eau - Norme guide pour le dénombrement du phytoplancton par microscopie inversée (méthode Utermöhl) sur laquelle s'appuient les protocoles de prélèvement en mer. Cependant, le protocole le plus employé est celui mis en place par IFREMER dans le cadre du REPHY.

1. Chlorophylle a

Son dosage passe par un prélèvement d'eau à l'aide d'une bouteille Niskin, dans la zone éclairée de la colonne d'eau, au mieux au « maximum de chlorophylle » déterminé lors d'un profil vertical à l'aide d'un fluorimètre. Le dosage de la chlorophylle a est effectué en laboratoire par spectrophotométrie après extraction à l'acétone.

2. Kystes phytoplanctoniques

Les prélèvements pour l'analyse des kystes consistent à prélever du sédiment à l'aide de carottiers. La profondeur du carottage dépendra du taux de sédimentation moyen et de la date des dernières efflorescences toxiques. Ces prélèvements doivent être maintenus au frais pour éviter la floraison

des kystes. Les carottes, découpées en tranches de quelques centimètres sont soumises à une analyse granulométrique avec sonication pour débarrasser les particules de leur gangue organique. Les kystes sont recherchés dans la gamme de particules de taille 20-40 μm . Les sédiments sont séchés pour obtenir un nombre de kystes par gramme de sédiment sec (Ismael et Khadr, 2003). Les kystes sont recherchés et identifiés sous un microscope inverse.

XVII.8.4. Interprétation des résultats

Une diminution de la quantité de chlorophylle dans l'eau traduirait une diminution de la biomasse de phytoplancton. Cependant, les floraisons phytoplanctoniques sont appelées « blooms » en raison de leur caractère « furtif ». Il est alors difficile d'attribuer une diminution de chlorophylle à l'impact des travaux. C'est pourquoi un suivi saisonnier est nécessaire pour préciser le déterminisme des modifications observées. Un certain nombre d'images satellites (SEAWIFS par exemple) permettent d'obtenir les teneurs en chlorophylle dans l'eau de surface et d'avoir ainsi une appréciation des floraisons phytoplanctoniques.

XVII.9. Organismes benthiques

XVII.9.1. Paramètres à mesurer

Les organismes benthiques concernés sont le macrofaune benthique, c'est-à-dire, les animaux dont la taille est supérieure à 1mm. La méiofaune et la microfaune ne font pas encore partie des suivis recommandés. Il n'existe pas de méthodologies utilisables en routine pour ces compartiments et les connaissances écologiques sont encore trop réduites pour être informatives.

XVII.9.2. Stratégie d'échantillonnage

1. Nombre de stations :

Dans la zone de dragage, une ou deux stations suffisent avant les dragages afin de vérifier l'intérêt que peut éventuellement représenter la faune dans la zone. Si un intérêt est avéré et qu'il est nécessaire d'envisager un suivi temporel post-dragage, il conviendra de préconiser n stations dans la zone draguée en fonction de sa surface et des données antérieures connues. Une ou deux stations témoins extérieures situées à même profondeur mais hors de la zone d'influence des travaux seront également inclus dans le suivi. Après quelques campagnes de suivi, il faudra évaluer l'homogénéité de la zone draguée. Si l'homogénéité est vérifiée, on pourra réduire le nombre de stations dans la zone draguée. Dans la zone d'immersion, dans un premier temps et si l'on ne dispose pas de données antérieures, un plan d'échantillonnage préconisera m stations dans la zone d'immersion en fonction

de sa surface et de la dispersion potentielle des sédiments (courantologie, profondeur...) et une ou deux stations témoins en dehors de la zone et hors d'influence des rejets. Les x premières campagnes de suivi permettront d'évaluer l'hétérogénéité spatiale de la zone et de vérifier s'il est nécessaire de conserver autant de stations. De la même façon que précédemment, si l'homogénéité est vérifiée, le nombre de stations suivies sera diminué et la durée pourra être allongée ou les pas d'échantillonnage réduit.

2. Durée et fréquence des suivis

Dans l'idéal, le suivi de la zone de dragage ou d'immersion doit être saisonnier ou semestriel et doit durer plusieurs années après la fin des travaux (jusqu'à 10 ans). Une évaluation réelle du niveau de restauration permettrait de mettre fin au suivi lorsque la restauration est établie.

XVII.9.3. Méthodes de prélèvement

1. Prélèvements

Le prélèvement de benthos marin est réglementé par la norme ISO 16665 de janvier 2006. En milieu subtidal, les prélèvements peuvent être effectués à partir d'une embarcation à l'aide d'une benne (Van-Veen, Smith Mc Intyre ou autre) ou d'un carottier. Dans les cas particuliers de milieux où le sédiment est trop grossier, les prélèvements pourront être effectués en plongée, à l'aide d'une suceuse et d'un quadrat d'une surface donnée. La surface minimale d'échantillonnage est de 0.25 m² généralement réalisée en 3 à 5 coups de benne. Les coups de benne sont généralement mélangés pour ne produire qu'un seul échantillon par station. Cependant, la réalisation de plusieurs réplicats à chaque station permet de prendre en compte la variabilité intra-station et permet de mieux estimer la restauration du peuplement. Les réplicats sont en général au nombre de 3, il suffit que la surface totale par station soit au moins de 0.25 m² et que chaque réplicat fasse la même surface. Dans le cas de peuplement très peu diversifié, en haut d'un estran par exemple, la surface minimale peut être diminuée. Tamisage Afin de limiter sa dégradation, l'échantillon sera immédiatement tamisé (tamis de maille de 1 mm ronds de préférence ou carrée de 800 µm de côté) à l'eau de mer sur le bateau. Afin d'éviter d'abimer les organismes vivants, le tamisage sera effectué dans un bain d'eau en secouant doucement le tamis ou sous un jet d'eau à faible pression. Les refus de tamis seront conditionnés en bocaux étanches avec une solution de fixateur ; l'éthanol modifié à 75 % est très largement suffisant dans ce type de suivis. Cependant, lorsque la mesure des biomasses est nécessaire, une solution de formaldéhyde neutralisée (10 %) est nécessaire. Le formaldéhyde permet d'éviter la dissolution des corps gras que provoque l'éthanol et de causer ainsi un biais important dans l'estimation des biomasses.

2. Tamisage

Afin de limiter sa dégradation, l'échantillon sera immédiatement tamisé (tamis de maille de 1 mm ronds de préférence ou carrée de 800 µm de côté) à l'eau de mer sur le bateau. Afin d'éviter d'abimer les organismes vivants, le tamisage sera effectué dans un bain d'eau en secouant doucement le tamis ou sous un jet d'eau à faible pression. Les refus de tamis seront conditionnés en bocaux étanches avec une solution de fixateur ; l'éthanol modifié à 75 % est très largement suffisant dans ce type de suivis. Cependant, lorsque la mesure des biomasses est nécessaire, une solution de formaldéhyde neutralisée (10 %) est nécessaire. Le formaldéhyde permet d'éviter la dissolution des corps gras que provoque l'éthanol et de causer ainsi un biais important dans l'estimation des biomasses.

XVII.9.4. Méthodes d'analyses

L'analyse des échantillons passe par une longue étape de tri. Cette étape consiste à prélever toute la faune présente. Elle nécessite l'utilisation d'une loupe binoculaire (appelée aussi microscope stéréoscopique) afin de ne pas rater les petits animaux. Parfois un colorant, ajouté au moment du prélèvement permet de réduire la durée de cette étape mais pose parfois des problèmes pour l'identification des espèces.

L'étape suivante consiste à identifier les individus jusqu'à l'espèce ou au genre selon les besoins. Cette étape nécessite l'usage de la loupe binoculaire et du microscope pour de nombreux groupes taxonomiques et de ressources bibliographiques importantes (descriptions originales des espèces et des révisions récentes dans la bibliographie récente). Les noms des espèces ainsi que leur autorité doivent être vérifiées dans la bibliographie internationale et les bases de données du type ERMS (The European Register of Marine Species). Ceci afin de rendre les données plus facilement comparables avec d'autres études.

Il conviendra de noter, sur le terrain et au laboratoire, les caractéristiques générales des prélèvements telles que l'aspect du sédiment, sa couleur, sa qualité, la présence de gros organismes fabriquant du mucus, présence de nombreuses fibres, de nombreux débris de tubes d'annélides, etc. Ces notes, bien que qualitatives et suggestives, peuvent permettre d'expliquer pour certains échantillons des densités anormalement faibles par exemple.

XVII.9.5. Interprétation des résultats

On parle de restauration d'un écosystème lorsqu'il retourne, avec ou sans l'aide de l'homme, à l'état préexistant avant la perturbation. L'état initial, biologiquement parlant, est très difficile à établir : faut-il se baser sur l'année d'avant, celle d'encre avant ou sur les 10 dernières années ? Faut-il tenir compte des variations saisonnières, très importantes en zone côtière, sur les compartiments biologiques ?

Dans le cadre des opérations de dragages et d'immersions, un gestionnaire de port n'est pas en mesure de faire établir "l'état initial réel" de la communauté benthique potentiellement impactée. Ainsi, pour prendre en compte les variations naturelles de l'écosystème, le site de dragage ou d'immersion sera considéré comme « restauré » lorsqu'il sera devenu statistiquement comparable aux sites témoins non perturbés. La définition des points de référence, extérieurs à la zone d'impact et qui seront suivis au même rythme que la zone de travaux, se base sur l'étude de dispersion des particules, la courantologie, la profondeur, l'étendue de la biocénose en place, la granulométrie... ainsi que sur les connaissances préalables de ce type de travaux. Il suffit en général d'un kilomètre entre la zone de travaux et un point de référence et de tâcher de rester dans la même biocénose. Ainsi un suivi en parallèle des zones impactées et non impactées permet de prendre en compte les variations naturelles du compartiment benthique.

XVII.10. Flore aquatique

XVII.10.1. Paramètres à mesurer

- Les paramètres à mesurer pour les prairies des Zostères
 - Position géographique ;
 - Evolution dynamique (superficie et taux de fragmentation) ;
 - Densité selon trois critères : herbier continu (surface recouverte de façon homogène supérieure à 10 m²) et discontinu (taille semblable et régulièrement espacée),
 - Taches (présence irrégulière de « taches » de taille et d'homogénéité variable),
 - Pieds dispersés ;
 - ✓ Associations (épiphytes) ;
 - ✓ Nature du substrat.
- Les paramètres à mesurer pour les prairies de *Posidonia oceanica*, *Halophila stipulacea* et *Cymodocea nodosa*
 - Densité ;

- Déchaussement des rhizomes ;
- Pourcentage de rhizomes plagiotropes ;
- Taux de recouvrement de l'herbier.

XVII.10.2. Stratégie d'échantillonnage

Ces suivis se réalisent une à deux fois par an, au printemps et à l'automne. Les biologistes spécialisés effectuent une sélection de sites répartis dans les principales zones de l'herbier en considérant la dynamique de population, la diversité des peuplements faune et flore associés et divers paramètres environnementaux.

XVII.10.3. Méthodes d'acquisition et d'analyse

1. Photographie aérienne

La photographie aérienne implique l'usage d'un équipement spécialisé associé à l'avion utilisé. Les clichés doivent être restitués à une échelle adaptée à l'étude des biocénoses marines. Habituellement, elle est comprise entre 1/5 000 et le 1/10 000. La résolution au sol obtenue est entre 15 et 20 cm en fonction des objectifs recherchés par la cartographie et la surface couverte. Avec un recouvrement de 60 %, le cliché permet une surface utile d'1 km².

Lors d'une campagne de reconnaissance normale de 4 heures, la surface couverte en une journée est de 400 km. Cette technique implique le travail d'un spécialiste en analyse et interprétation des clichés et en information géographique numérisée qui peut être intégrée au Système d'Information Géographique (SIG). Le traitement des données varie en fonction du nombre des clichés (surface couverte) et de la complexité des fonds et de leur assemblage (herbier-sable-roche-matte). Il faudra également tenir compte de la topographie des fonds, de la surface couverte par des faibles profondeurs, notamment celles inférieures à 15 m.

On notera que les herbiers de Zostères se situant normalement et en grande majorité en zone médiolittorale exondable (entre 0 et 2 m). Les supports les plus appropriés et les plus utilisés sont les orthophotographies littorales (exemple : Programme PROLITTORAL – Été 2006 – CEVA). Toutefois, certains herbiers de *Z. marina* atteignent des profondeurs jusqu'à 5 m. Dans ce cas, la hauteur d'eau devient trop importante pour les orthophotographies et on utilise des images satellites (SPOT) et/ou les images acoustiques.

2. Sonar latéral

Le sonar latéral permet de prospecter une surface d'environ 1000 hectares par jour. Son utilisation implique la présence d'un technicien sonariste et d'un géomorphologue sous-marin capable de dépouiller et d'interpréter les données d'images sonar et les vérités terrain. Ensuite, une maquette de carte interprétée est numérisée et calée dans le système de référence géographique choisi.

3. Cartographie

La cartographie nécessite le travail de spécialistes en informatique, en SIG et en gestion de bases de données. Ils intègrent et analysent l'ensemble des informations géographiques issues des diverses sources telles que nomenclature commune, informatique (formats), géométrie (précision) et géographie (référentiel). Ils doivent ensuite effectuer un travail de conception et d'édition des cartes, de structuration, de sauvegarde et de reproduction de la base de données.

4. Plongée sous-marine

La plongée sous-marine est une méthode complémentaire, mise en œuvre lorsque la confirmation sur le terrain des données obtenues s'avère nécessaire. Elle permet d'acquérir des données telles que la densité, le taux de déchaussement, le taux de recouvrement, etc. Le protocole de la plongée a été établi par Panoyotidis, et al., (1988) et nécessite un plongeur scientifique expérimenté.

5. Microcartographie par télémétrie acoustique

Cette technique assez récente, se base sur un principe d'interférométrie acoustique 3D (Médard J., 2003). La télémétrie acoustique permet d'obtenir un positionnement au centimètre près et de réaliser donc une microcartographie des prairies de biocénoses. Cette méthode de localisation a été initiée pour l'archéologie sous-marine, dans le cadre de relevés d'objets et de charpente, et le génie civil. Depuis 2002, elle est appliquée à la réalisation de cartographie de végétation marine.

Cependant, la télémétrie acoustique connaît son véritable essor depuis 2006 grâce notamment à une amélioration technologique (nouveau type de pointeur) qui permet une meilleure précision des relevés et la réalisation de carte à une échelle proche du 1/50.

6. Prélèvements

La prise d'échantillons de plantes marines ne s'effectue que s'y elle s'avère véritablement nécessaire dans le cadre du projet de suivi en cours (par exemple dans le cas d'analyses toxicologiques), compte-tenu de la fragilité et de l'importance des prairies au sein de l'écosystème marin. Les mesures effectuées sur place ainsi que les photographies sous-marines permettent d'éviter les prélèvements et de maintenir la zone d'étude dans son intégralité. Cependant, et dans le cas d'une

stricte nécessité, les échantillons devront être prélevés en nombre variable d'exemplaires entiers (feuilles et racines) représentatifs de la zone d'étude.

7. Observation assistée

Des robots sous-marins de type ROV peuvent enfin être utilisés pour le suivi lorsque les conditions locales le permettent. Ils s'avèrent particulièrement utiles sur les fonds de grande profondeur.

XVII.10.4. Interprétation des résultats

1. Densité

Le nombre de faisceaux (par mètre carré) détermine la densité. Les herbiers présentent naturellement des différences importantes entre eux notamment expliquées par la profondeur et les diverses conditions de milieu telles que la luminosité et le type de substrat.

2. Déchaussement des rhizomes

Le déchaussement des rhizomes s'explique par un déficit sédimentaire de l'herbier. Cette donnée permet d'apprécier l'évolution de l'hydrodynamisme de la zone d'étude et des mouvements sédimentaires qui y sont liés. Un déchaussement important des rhizomes signifie que la prairie est plus fragile et plus vulnérable. L'appréciation du niveau de déchaussement s'effectue au travers d'une série de conventions établies par Bourdoursque et al. (1980).

3. Pourcentages de rhizomes plagiotropes

La présence de rhizomes plagiotropes traçants (croissance horizontale) signifie que l'herbier est en progression et qu'il dispose d'une bonne vitalité.

4. Recouvrement de l'herbier

Le taux de recouvrement de l'herbier est un bon indicateur de l'état de vitalité de l'herbier. Le recouvrement varie en fonction d'un certain nombre d'éléments tels que la nature du substrat, la profondeur, ou lorsque l'herbier est soumis à des facteurs dits perturbateurs (zones de mouillage, proximité de zone perturbée liée à des aménagements ou rejets).

L'estimation du recouvrement de l'herbier consiste à déterminer un taux de couverture du substrat par l'herbier par rapport aux zones non couvertes qui peuvent être du sable, de la matte morte ou de la roche.

Une échelle d'évaluation du recouvrement permet de qualifier le recouvrement de faible, de moyen ou de fort (Tableau ci-joint). Cette échelle a été établie dans le cadre du RSP. Les critères

d'évaluation différent en fonction de la position de la limite (supérieure ou inférieure) car le recouvrement diminue avec la profondeur.

Tableau 21. Critères d'évaluation de la couverture des herbiers basés sur la position des limites et leur interprétation.

Limite supérieure	Limite inférieure	Interprétation
-Inférieur à 40 % -De 40 à 80 % -Supérieur à 80 %	-Inférieur à 20 % -De 20 à 50 % -Supérieur à 50 %	-Faible recouvrement -Recouvrement moyen -Fort Recouvrement

5. Dynamique de l'herbier

L'étude de l'ensemble des critères (densité, déchaussement et recouvrement) permet d'établir la dynamique de l'herbier. Elle est liée à la situation des limites des prairies et détermine quatre principaux types : progressives, franches, érosives, ou régressives.

6. Faune et flore associée

Les herbiers, qu'ils soient marins ou estuariens, de Posidonie ou d'autres espèces sont des zones riches en biodiversité étant à la fois des habitats permanents et des sites de reproduction de nombreuses espèces animales (Tableau 7). Les activités de dragage ou d'immersion peuvent avoir une incidence sur les habitats des espèces liées aux herbiers (turbidité de l'eau, accumulation de sédiments). Le tableau présenté ci-après recense les principales espèces animales et végétales qui souvent accompagnent les herbiers.

On notera que lorsque la présence d'espèces invasives végétales est confirmée sur le site de dragage, des mesures préventives sont à appliquer afin d'éviter la propagation des espèces. En outre, il est recommandé de prévoir un traitement à terre des matériaux extraits du dragage et d'installer des protections géotextiles immergées afin d'éviter le déplacement incontrôlé de restes de plantes.

XVII.11. Algues

XVII.11.1 Paramètres à mesurer

- Evolution dynamique

L'évolution de la dynamique des champs d'algues implique l'étude de deux paramètres mesurés sur un échantillon représentatif. Le premier paramètre est la surface des prairies, qui représente l'ensemble de l'habitat colonisé. Elle est déterminée selon trois critères :

- Prairie continue (surface recouverte de façon homogène supérieure à 10 m²) et discontinue (taille semblable et régulièrement espacée),
- Taches (présence irrégulière de « taches » de taille et d'homogénéité variable),
- Pieds dispersés.

Le deuxième paramètre est le taux de fragmentation déterminé à l'aide d'un logiciel de traitement d'image. Dans le cas des faciès à algues calcifiées libres du détritique côtier, ces paramètres doivent être étudiés sur un minimum de 3 échantillons par masse d'eau.

- Présence ou absence d'espèces

Lors du suivi d'une prairie d'algues, l'identification des espèces (Gayral, P., Cosson, J. 1966) qui forment cette prairie permet de connaître son évolution après plusieurs années, suite à des possibles impacts anthropiques.

- Taux de recouvrement d'une espèce ou d'un groupe d'espèces :

Le taux de recouvrement permet également de connaître l'évolution de la prairie au fil des années.

- Hauteur des strates :

Les algues, suivant les espèces, ont différentes hauteurs de strates qui peuvent varier de 30 cm à plus d'un mètre. L'étude de ces strates sur plusieurs années permet d'obtenir des renseignements précis sur leur croissance et sur la qualité du milieu dans lequel elles évoluent

- Diversité spécifique :

Ce paramètre se mesure en fonction des données de présence ou d'absence de certaines espèces et non pas en nombre d'individus. L'obtention de cette donnée est trop difficile concernant les prairies d'algues. Leur identification s'effectue principalement au laboratoire, après un prélèvement des principales espèces présentes sur la prairie.

Il conviendra également d'effectuer un recensement des associations (épiphytes), de connaître les caractéristiques de l'eau et d'indiquer la nature du substrat.

XVII.11.2. Stratégie d'échantillonnage

1. Stratégie d'échantillonnage

Elle sera déterminée par les biologistes en charge du suivi. Ils définiront, une zone représentative de la prairie, à partir de données antérieures, en fonction de la dynamique de la prairie, des flores et faunes associées et des paramètres environnementaux.

2. Coordonnées géographiques

Elles devront être déterminées afin de pouvoir réaliser un suivi régulier. Le suivi sur plusieurs années se base en effet sur une localisation exacte de la zone d'étude. Il existe plusieurs possibilités d'obtenir la position géographique des prairies d'algues. Les itinéraires de navigation doivent être positionnés de manière précise, autant que possible avec un DGPS. Les coordonnées géographiques doivent être exprimées en latitude – longitude, et le référentiel utilisé (de préférence WGS84) doit être précisé.

3. Fréquence de suivi

Les suivis sont en principe réalisés une à deux fois par an, au printemps et/ou à l'automne pour que les différentes espèces puissent être représentées (espèces hivernales et estivales), tous les ans pendant une période de 5 à 10 ans.

XVII.11.3. Méthodes d'acquisition et d'analyses

Il existe plusieurs méthodes pour suivre l'évolution des prairies d'algues : le sonar latéral, la photographie aérienne, la cartographie, la plongée sous-marine et la micro-cartographie par télémétrie acoustique.

1. Sonar latéral

Le sonar latéral permet de prospecter une surface d'environ 1 000 ha par jour. Son utilisation implique la présence d'un technicien sonariste et d'un géomorphologue sous-marin capables de dépouiller et d'interpréter les données d'images sonar et les vérités terrain. Ensuite, une maquette de carte interprétée est numérisée dans le système de référence géographique choisi.

2. Photographie aérienne

La photographie aérienne implique l'usage d'un équipement spécialisé associé à l'avion utilisé. Les clichés doivent être restitués à une échelle adaptée à l'étude des biocénoses marines. Habituellement, elle est comprise entre 1/5 000 et le 1/10 000. La résolution au sol obtenue est

entre 15 et 20 cm en fonction des objectifs recherchés par la cartographie et la surface couverte. Avec un recouvrement de 60 %, le cliché permet une surface utile d'1 km².

Lors d'une campagne de reconnaissance normale de 4 heures, la surface couverte en une journée est de 400 km². Cette technique implique le travail d'un spécialiste en analyse et interprétation des clichés et en information géographique numérisée qui peut être intégrée au Système d'Information Géographique (SIG). Le traitement des données varie en fonction du nombre des clichés (surface couverte) et de la complexité des fonds et de leur assemblage (prairie-sable-roche-matte). Il faudra également tenir compte de la topographie des fonds, de la surface couverte par des faibles profondeurs, notamment celles inférieures à 15 m.

3. Cartographie

La cartographie nécessite le travail de spécialistes en informatique, en SIG et en gestion de bases de données. Leur mission a pour objectif d'intégrer et d'analyser l'ensemble des informations géographiques issues des diverses sources telles que : nomenclature commune, informatique (formats), géométrique (précision), géographique (référentiel). Ils doivent ensuite effectuer un travail de conception et d'édition des cartes, de structuration, de sauvegarde et de reproduction de la base de données.

4. Plongée sous-marine

La plongée sous-marine est une méthode complémentaire, mise en œuvre lorsque la confirmation sur le terrain des données obtenues s'avère nécessaire. Elle permet d'acquérir des données telles que la densité, le taux de recouvrement, la hauteur des strates, etc. La réalisation des travaux nécessite un plongeur scientifique expérimenté.

5. Microcartographie ,par télémétrie acoustique

Cette technique assez récente, se base sur un principe d'interférométrie acoustique 3D (Médard J., 2003). La télémétrie acoustique permet d'obtenir un positionnement au centimètre près et de réaliser donc une microcartographie des prairies de biocénoses. Cette méthode de localisation a été initiée pour l'archéologie sous-marine, dans le cadre de relevés d'objets et de charpente, et le génie civil. Depuis 2002, elle est appliquée à la réalisation de cartographie de végétation marine. Cependant, la télémétrie acoustique connaît son véritable essor depuis 2006 grâce notamment à une amélioration technologique (nouveau type de pointeur) qui permet une meilleure précision des relevés et la réalisation de carte à une échelle proche du 1/50.

6. Prélèvements

Les prélèvements sont parfois nécessaires, notamment dans le cadre de l'identification des espèces ou d'analyses toxicologiques. Ils sont effectués exclusivement en rapport avec le suivi. Cependant, les mesures peuvent être réalisées sur place par des photographies sous-marines et permettent de maintenir la prairie dans son intégralité.

Les échantillons sont prélevés en fonction des besoins scientifiques. Les exemplaires devront être entiers (crampon, stipe et fronde) et représentatifs de la zone d'étude. Pour les échantillons d'eau, on procède au prélèvement de 4 à 5 échantillons d'eaux représentatives de la zone d'étude (mi-profondeur). On obtient un échantillon moyen issu du mélange des échantillons que l'on remet à un laboratoire spécialisé.

XVII.11.4. Interprétation des résultats

Le suivi de la prairie d'algues permettra de connaître comment évoluent les différents paramètres (évolution dynamique, présence ou absence d'espèces, taux de recouvrement, hauteur des strates et diversité spécifique). On juge généralement que l'écosystème n'a pas subi d'impacts si les variations de la surface occupée suivent une trajectoire qui n'est pas significativement pire que celles observées sur une station de référence soumise aux aléas naturels.

XVII.12. Ichtyofaune et espèces d'intérêt halieutique

XVII.12.1. Paramètres à mesurer

Le suivi d'espèces d'intérêt halieutique s'articule autour de trois critères de base :

- Densité : elle est définie comme le nombre d'individus capturés sur une zone déterminée avec un outil calibré sur une surface donnée ;
- Taille : elle peut être déterminée par la longueur totale (LT) ou la longueur standard (LS) ;
- Poids.

XVII.12.2. Stratégie d'échantillonnage

1. Localisation des stations :

l'IFREMER préconise pour le suivi d'incidences d'opérations en mer sur les ressources halieutiques, de considérer un minimum de 2 stations d'échantillonnage à l'intérieur des zones d'opération, et de multiplier les stations de référence spatiale à l'extérieur (10 à 15) réparties de manière homogène autour du site, en fonction des faciès sédimentaires identifiés lors de la cartographie par sonar à

balayage latéral et de la présence d'autres activités marines susceptibles d'influencer les prélèvements.

Des points supplémentaires peuvent être considérés de façon à estimer des effets indirects des extractions, notamment en aval des courants dominants pour l'effet de remise en suspension de matériaux et de sédimentation associée, en prenant soin à chaque fois d'avoir au moins deux stations par zone. Il faut également considérer la bathymétrie notamment dans les estuaires ainsi que le gradient amont-aval de salinité.

2. Période et fréquence d'échantillonnage :

Le suivi doit prendre en compte la variabilité saisonnière des groupes d'espèces du milieu. Différentes zones géographiques se caractérisent par différentes saisons halieutiques (nombre de saisons et durée) qui conditionnent les périodes les mieux adaptées aux campagnes en mer. Elles sont généralement d'un nombre de 4 (une par saison) à 12 (une par mois). Des préconisations complémentaires de période diurne ou nocturne pourront être émises afin de s'adapter au mieux au comportement des différentes espèces visées. Pour les mers à marée, les campagnes devront être réalisées à des coefficients de marée similaires et à des moments de la marée équivalents.

3. Durée de suivi :

L'IFREMER préconise pour le suivi d'incidences d'opérations en mer sur les ressources halieutiques, un suivi en deux temps :

- À court terme, selon une fréquence annuelle pendant une durée de 3 à 5 ans suivant le début des extractions ;
- À long terme, selon une fréquence quinquennale à la suite du suivi à court terme, qui devra être poursuivi jusqu'à 10 années après échéance de l'utilisation du site.

XVII.12.3. Méthodes de prélèvement

Chaque prélèvement devra être réalisé avec le même matériel et, si possible, les mêmes navires de pêche. Les engins utilisés devront être adaptés aux ressources halieutiques locales, et pourront être définis en concertation avec les représentants des instances de pêche locales. Quelques préconisations générales d'équipement peuvent néanmoins être faites :

- Chalut de fond classique ou chalut à perche pour les espèces benthiques ;
- Chalut à grande ouverture verticale pour les espèces démersales ;
- Drague pour certains bivalves (coquille Saint-Jacques) ;
- Benne pour la faune benthique endogée ;

- Casiers pour les crustacés et les bulots.

Remarque : pour ces deux premiers techniques, un petit maillage est recommandé pour capturer à la fois les juvéniles et les adultes et pour les trois dernières techniques doivent être standardisés : la durée des opérations de pêche, la vitesse des arts traînants (généralement comprise entre 2,5 et 4 nœuds), la durée d'immersion, le positionnement et le nombre de casiers ou filets pour les arts dormants.

On privilégiera une correspondance entre les zones de pêche et les zones retenues pour l'analyse du benthos de façon à pouvoir relier les informations issues de ces deux types d'observations. Les coordonnées des points de filage et de virage devront être relevées à chaque opération.

XVII.12.4. Méthodes d'analyses

Toutes les espèces doivent être identifiées, leur poids total relevé, leur longueur mesurée, et les individus dénombrés par espèces correspondantes. Le stade de maturité des espèces doit être déterminé afin de préciser les proportions de juvéniles et d'adultes dans les captures.

Les observations devront être exprimées au travers de descripteurs de diversité, d'abondance et de structure à différentes échelles biologiques (globale, par groupe d'espèces, par espèce, par taille, etc.). Le tableau suivant propose quelques indicateurs pour ces différentes échelles.

Tableau 22. Exemple de descripteurs de l'état des peuplements halieutiques

Descripteur	Echelle			
	Communauté	Groupe fonctionnel	Taille	Espèce
Abondance	Nombre total / Biomasse totale			Nombre, biomasse
Diversité	Richesse spécifique brute / Indice de Simpson / Indice de Shannon-Wiener			Distribution des individus par stade (larvaire, juvénile, adulte), distribution (en nombre ou biomasse) des individus par classe d'âge et/ou de taille / indices de diversité par classe d'âges ou de tailles
Structure	Fréquence de distribution (en nombre ou en biomasse) des individus entre taille, courbes Abondance/Biomasse			

XVII.12.5. Interprétation des résultats

L'interprétation des résultats repose sur la comparaison de l'état des ressources halieutiques de la zone perturbée à leur état avant opération sur cette même zone, tout en compte de la variabilité naturelle définie par l'état des ressources sur les zones de référence non impactée par le projet. L'état des ressources halieutiques sera décrit par les différents indicateurs proposés ci-avant.

L'IFREMER préconise une comparaison sur la base de :

- Modèles linéaires généralisés à effets mixtes (GLMMs) ;
- Analyses de variance hiérarchique (nested ANOVA) en cas de nombres restreints d'échantillons ;
- Analyses multivariées descriptives.

L'ensemble des données halieutiques et les descripteurs associés pourront faire l'objet de cartes de synthèse aux différentes étapes du suivi.

XVII.13. Mammifères marins

XVII.13.1. Stratégie de suivi

La méthode d'observation des mammifères marins par les scientifiques dépend du site et de ses caractéristiques géographiques, des espèces présentes ou qui fréquentent la zone d'étude. Le suivi s'étendra non seulement durant la période des travaux mais également de 6 mois à un an après, lorsque les zones impactées ou susceptibles de l'être comptent la présence de certaines espèces.

La durée du suivi sera de 6 mois dans le cas où les scientifiques confirment la présence d'espèces côtières (pinnipèdes), qui y demeurent en permanence. Et pour les espèces qui y vivent durant une longue période de l'année, le suivi s'étendra au moins jusqu'à la période d'une nouvelle observation des individus après leur migration.

Un suivi continu d'un an après la réalisation des travaux sera nécessaire pour d'autres espèces qui ne sont que de passage telles que les cétacés. Le suivi permettra de constater ou pas des incidences sur leur migration et les zones qu'ils avaient l'habitude de fréquenter. Les sites suivis sont déterminés en fonction du nombre d'individus identifiés, lors de la réalisation de l'état initial et en fonction du risque d'impact causé par les différentes opérations prévues par le dragage ou les immersions.

XVII.13.2. Méthodes d'observation

Les méthodes d'observation varient selon divers éléments tels que le site, les espèces présentes, et le type de données à obtenir (Van Canneyt et al., 2003). En principe, les biologistes spécialisés effectuent le suivi par le moyen d'une embarcation (type semi-rigide). En ce qui concerne les pinnipèdes, il y a la possibilité de réaliser le suivi de façon pédestre à marée basse ou par observation aérienne lorsque les sites sont plus difficiles d'accès (Beigue et al., 2000). Dans le cadre du programme ROMER par exemple, l'observation aérienne a été utilisée pour le suivi des cétacés (Certain, 2007).

Le matériel nécessaire dans le cadre d'observations classiques consiste en un appareil-photo numérique avec téléobjectif et de jumelles. La localisation des individus s'effectue par GPS et cartographie marine. Enfin, l'enregistrement des vocalisations des individus et leur localisation peut être effectué par un hydrophone.

XVII.13.3. Méthodes d'analyses des données

Les méthodes d'analyse des données obtenues du suivi sont diverses. On cherchera à décrire :

- L'indice de densité ;
- L'analyse de la distribution spatiale ;
- L'indice de fréquentation (analyse de Kernel) ;
- La relation avec les variables environnementales.

Mise à part l'observation d'individus vivants, il existe également une série de données sur des mammifères marins échoués et ce sur plus de 30 ans. Ces données sont également accessibles auprès du Centre de Recherche sur les Mammifères Marins de La Rochelle.

Dans le cas de colonies sédentaires de phoques, comme en Baie de Somme, il peut être utile de vérifier l'exposition des animaux à d'éventuels contaminants relargués pendant les travaux. Pour ce faire, les scientifiques peuvent procéder à une série de prélèvements consistant à extraire un échantillon de tissus cutanés de l'animal (vivant ou mort) afin de procéder à son analyse.

XVII.13.4. Interprétation des résultats

Le suivi réalisé permettra de connaître l'évolution de plusieurs paramètres indiqués précédemment. Il correspondra aux mesures relatives à l'indice de densité, à la distribution spatiale, à l'indice de fréquentation et à la relation avec les variables environnementales.

Il est à noter que ces animaux, comme les poissons, répondent aux stress par un réflexe de fuite qui peut être temporaire ou définitif vis-à-vis de la zone de travaux. Et que les effets synergiques avec d'autres nuisances doivent être étudiés.

Les travaux, principalement les immersions, dans le cas de la présence avérée de ces mammifères, seront réalisés au cours des périodes hors frais. Le suivi devra permettre d'établir si les impacts affectent leur mode de vie dans leur ensemble ou s'ils représentent une gêne occasionnelle.

XVII.14. Qualité microbiologique de bivalves

XVII.14.1 Paramètres à mesurer

Ce suivi repose sur l'évaluation de la teneur des animaux en contaminants microbiologiques : l'indicateur prédominant est Escherichia coli. La contamination est exprimée par le nombre d'E. coli cultivables dans 100 g de chair de coquillage et de liquide intervalvaire.

XVII.14.2. Stratégie d'échantillonnage

1. Période d'échantillonnage

La contamination microbiologique de coquillages est un processus direct et rapide. Les suivis microbiologiques interviennent donc en phase travaux et peuvent s'étendre au-delà, jusqu'à ce que le risque de contamination par les opérations soit jugé négligeable. Afin d'optimiser la comparabilité des prélèvements successifs d'une même zone, il est indispensable de maintenir constant le plus grand nombre de facteurs d'environnement d'un prélèvement à un autre. L'heure ou la hauteur de la marée sont des facteurs à prendre en compte. En Manche et en Atlantique, on privilégiera des périodes de basses mers où l'usage professionnel maximum est possible.

2. Fréquence d'échantillonnage :

Dans le cadre de suivis d'opérations à risque, les suivis microbiologiques sont le plus souvent réalisés à une fréquence hebdomadaire voire pluri-hebdomadaire.

3. Répartition spatiale des points de suivis

Elle est à déterminer en fonction de l'étendue des zones surveillées et de l'amplitude de la zone d'influence potentielle des opérations de dragage et d'immersion. Les points retenus doivent correspondre à des zones pour lesquelles le risque d'altération par les opérations de dragage ou d'immersion est homogène. Des points existants au sein du réseau REMI pourront ainsi être réutilisés dans la mesure où leur localisation est cohérente avec la localisation des impacts attendus du projet. Ces points pourront aussi être exploités en complément de stations spécifiquement mises en œuvre pour le suivi des opérations de dragage et d'immersion.

Des modèles de simulation du transport et de la dispersion des germes tests de contamination fécale pourront éventuellement être utilisés comme outils d'aide au positionnement des points de prélèvement.

XVII.14.3. Méthodes d'acquisition

Comme pour les facteurs de marée, la précision des zones de prélèvement doit être respectée (poche ou pieux pour l'élevage et surface pour les gisements naturels).

La quantité de coquillages prélevée doit être légèrement supérieure à la quantité nécessaire pour la préparation de l'échantillon pour essai (75 à 100 g de produit avec 5 individus minimum).

XVII.14.4. Méthodes d'analyses

La méthode de référence est la méthode XP ISO/TS 16649-33 de décembre 2005 (Microbiologie des aliments) : Méthode horizontale pour le dénombrement des Escherichia coli beta-glucuronidase-positives - Partie 3 : technique du nombre le plus probable utilisant le bromo-5-chloro-4-indolyl-3-beta-D-glucuronate). Le recours à d'autres méthodes d'analyse est autorisé lorsqu'elles sont validées par rapport à la méthode de référence et s'il s'agit de méthodes commercialisées, certifiées par une tierce partie, conformément au protocole défini dans la norme EN/ISO 16 140 ou à d'autres protocoles analogues reconnus au niveau international. (Article 5 du Règlement (CE) n°2073/2005).

XVII.14.5. Interprétation des résultats

Comme pour l'ensemble des composantes environnementales faisant état de fluctuations naturelles, l'interprétation des résultats d'un suivi microbiologique est un point complexe. Le problème majeur est de pouvoir associer des fluctuations observées pendant les suivis de travaux à une source particulière (en l'occurrence les travaux de dragage ou d'immersion) au regard de l'ensemble des sources de contamination existantes et entraînant des fluctuations ambiantes.

XVII.15. Qualité chimique de bivalves

XVII.15.1. Paramètres à mesurer

Ce suivi repose sur l'évaluation de la teneur des animaux en trois contaminants chimiques réglementés (plomb (Pb), cadmium (Cd) et mercure (Hg)), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP représentés par le benzo(a)pyrène), les dioxines et PCB de type dioxine (PCBdl).

XVII.15.2. Stratégie d'échantillonnage

1. Période d'échantillonnage

L'intégration de polluants chimiques éventuels est un processus relativement lent en comparaison à la contamination bactériologique et résultant de la bioaccumulation par filtration. Le suivi de

contaminants chimiques intervient donc en amont, pour déterminer le taux de contamination de référence de la matière vivante, puis après les travaux. Les prélèvements doivent être réalisés à une période correspondant à un niveau moyen entre les hautes et les basses mers pour la façade Manche-Atlantique, et au même niveau bathymétrique pour la Méditerranée. Cette position dans la zone intertidale, ou ce niveau bathymétrique, ne doivent pas varier au cours du temps.

D'importantes variations physiologiques entraînent une variabilité importante des teneurs en métaux dans les coquillages selon les saisons : le maximum se situe autour de février et le minimum autour de novembre. Lorsque cela est possible, ces périodes seront privilégiées pour les prélèvements. En pratique, la nécessité de réaliser les prélèvements dans des délais courts avant et après les travaux limitent les marges de manœuvre.

2. Fréquence d'échantillonnage

La fréquence des prélèvements est généralement d'ordre plurimensuelle voire annuelle

3. Répartition spatiale des points de suivis

Elle est à déterminer en fonction de l'étendue des zones surveillées et de l'amplitude de la zone d'influence potentielle des opérations de dragage et d'immersion. Les points retenus doivent correspondre à des zones pour lesquelles le risque d'altération par les opérations de dragage ou d'immersion est homogène. Des points existant au sein du réseau ROCCH pourront ainsi être réutilisés dans la mesure où leur localisation est cohérente avec la localisation des impacts attendus du projet. Ils fournissent par ailleurs un historique de référence qui peut s'avérer utile pour l'interprétation des résultats. Ces points pourront aussi être exploités en complément de stations spécifiquement mises en œuvre pour le suivi des opérations de dragage et d'immersion.

XVII.15.3. Méthodes d'acquisition

Comme pour les facteurs de marée, la précision des zones de prélèvement doit être respectée (poche ou pieux pour l'élevage et surface pour les gisements naturels). La précision du positionnement préconisée par l'IFREMER est de ± 180 m. Sur les points où sont prélevés des animaux de culture (parc à huîtres, filière à moules, etc.), il faudra impérativement s'assurer que les coquillages ont au moins six mois de présence sur le site. Pour chaque échantillon, le nombre d'individus devra être suffisant pour remplir de chair égouttée deux piluliers de 90 ml aux 3/4 de leur volume.

Des préconisations sur le prélèvement des individus, leur transport, l'épuration, le décoquillage, le broyage et la lyophilisation des échantillons sont fournis dans le document de référence de l'IFREMER cité en fin de fiche.

XVII.15.4. Interprétation des résultats

La variabilité saisonnière importante des teneurs en métaux dans les coquillages selon les saisons doit être prise en compte dans l'interprétation des résultats. Cette variabilité rend la comparaison de prélèvements sur une même zone réalisés à différentes saisons difficile. L'interprétation de l'évolution de la qualité chimique de la matière vivante doit donc également reposer sur la comparaison avec une zone de référence dont les évolutions naturelles sont a priori similaires à la zone de suivi (à identifier à partir de banques de données existantes lorsqu'elles sont disponibles). On notera à ce titre que le réseau ROCCH constitue une banque de données de référence utile pour replacer les observations de suivi dans le cadre de fluctuations saisonnières et annuelles.

XVIII. ASPECTS JURIDIQUES DE L'IMMERSION DES NAVIRES

Les navires immergés parfaitement dépollués constituent des zones propices à la vie sous-marine et deviennent rapidement un habitat luxuriant pour la végétation sous-marine et de nombreuses espèces.

De nombreux pays au monde immergent des épaves de bateaux dans l'objectif de restaurer des zones dégradées, de développer la biodiversité et soutenir leur économie littorale.

Les épaves maritimes représentent non seulement des oasis de vie mais également des atouts touristiques majeurs de valorisation du littoral.

En effet, ces dernières peuvent être des lieux de fixation de vie sous-marine mais également des spots de plongée spectaculaires avec des retombés économiques très conséquentes.

En résumé :

1. l'immersion d'un « navire récif » dans l'objectif de créer un « récif artificiel » ne constitue pas une « immersion de navire » « au sens » de la convention de Barcelone mais relève de la catégorie des « autres ouvrages placés en mer » dont l'immersion est autorisée.

2. une telle immersion n'est pas en soi interdite à la double condition que :

- le dépôt est réalisé à des fins autres que sa simple élimination, ne pas être polluant et ne pas produire de déchets flottants.

- le dépôt ne soit pas incompatible avec l'objet de la convention.

Notre propos vise simplement à souligner qu'il est possible de considérer que des navires, en fonction de leur construction, de leurs matériaux de fabrication (ex. en fer ou bois brut non traité) et/ou parfaitement dépollués peuvent, au terme de procédures de dépollution adéquates et sur des lieux appropriés, être immergés dans un but autre que leur simple élimination et créer, protéger ou

restaurer un écosystème riche et diversifié et ce faisant, devenir objectivement un « récif artificiel » tout à fait logique et pertinent moralement ou en d'autres termes écologiquement responsable.

XVIII. 1. Caractérisation des déchets : Propriétés chimiques/physiques

1. Il convient d'élaborer un plan de prévention de la pollution où figurent des mesures spécifiques en ce qui concerne la détermination des sources potentielles de pollution. L'objet de ce plan est de garantir que les déchets (ou autres matières et matériaux pouvant créer des débris flottants) qui contribueraient à la pollution du milieu marin ont été enlevés dans toute la mesure du possible.

2. Une description et une caractérisation détaillées des sources potentielles de pollution (y compris chimiques et biologiques) sont une précondition essentielle pour décider si l'on peut délivrer un permis d'évacuation en mer d'un navire. Il n'est pas nécessaire de procéder à une caractérisation par mise à l'essai biologique ou chimique si les plans de prévention de la pollution prescrits sont élaborés et mis en œuvre ainsi que les meilleures pratiques pour l'environnement.

3. Une analyse du potentiel d'effets nocifs pour le milieu marin dus aux navires qu'il est proposé d'évacuer en mer devrait tenir compte de la caractérisation du lieu d'immersion, y compris des ressources écologiques et des caractéristiques océanographiques (voir le chapitre 6 des présentes Directives – Sélection du lieu d'immersion).

4. Le plan de prévention de la pollution devrait comprendre ce qui suit :

4.1. Description du matériel d'exploitation du navire et sources, quantités et dangers potentiels des contaminants (y compris chimiques et biologiques) qui pourraient éventuellement être relâchés dans le milieu marin ; et

4.2. Faisabilité des techniques de prévention/réduction de la pollution suivantes :

– nettoyage des tuyautages, citernes et composants (y compris une gestion écologiquement rationnelle des déchets qui en résultent); et

– réutilisation, recyclage, évacuation à terre de tous les composants du navire ou d'une partie d'entre eux. Outre les matériaux ferreux de récupération, il peut y avoir des composants de valeur comme des métaux non ferreux (cuivre, aluminium, nickel, etc.) et du matériel réutilisable comme des générateurs, des machines, des pompes et des grues. L'enlèvement de tels éléments du navire en vue de réutilisation devrait se fonder sur un équilibre entre leur âge, leur état, la demande et le coût de l'enlèvement.

5. Les principaux composants d'un navire (acier/fer/aluminium) ne constituent pas la préoccupation déterminante du point de vue de la pollution marine. Toutefois, il existe un certain nombre de sources potentielles de pollution dont il faudrait tenir compte lorsque l'on envisage des options de gestion. Ces sources peuvent comprendre ce qui suit :

- 5.1. Combustible, lubrifiants et fluides caloporteurs ;
 - 5.2. Matériel électrique ;
 - 5.3. Stocks de peintures, solvants et autres produits chimiques ;
 - 5.4. Matériaux flottants (comme les plastiques, isolants en mousse de polystyrène) ;
 - 5.5. Boues ;
 - 5.6. Cargaison ; et
 - 5.7. Organismes aquatiques nuisibles.
6. Les éléments de navires susceptibles de contenir des substances à risques comprennent ce qui suit :
- 6.1. Matériel électrique (notamment : transformateurs, batteries, accumulateurs) ;
 - 6.2. Réfrigérants ;
 - 6.3. Laveurs ;
 - 6.4. Séparateurs ;
 - 6.5. Échangeurs de chaleur ;
 - 6.6. Citernes ;
 - 6.7. Installations de stockage pour la production et autres produits chimiques ;
 - 6.8. Citernes à diesel y compris citernes de stockage en vrac ;
 - 6.9. Peintures ;
 - 6.10. Anodes sacrificielles ;
 - 6.11. Matériel d'extinction de l'incendie/de lutte contre l'incendie ;
 - 6.12. Tuyautages ;
 - 6.13. Pompes ;
 - 6.14. Moteurs ;
 - 6.15. Générateurs ;
 - 6.16. Carters d'huile ;
 - 6.17. Citernes ;
 - 6.18. Systèmes hydrauliques ;
 - 6.19. Tuyautages, soupapes et accessoires (Annexe 5 Directives spécifiques pour l'évaluation des navires et des plates-formes) ;
 - 6.20. Compresseurs ;
 - 6.21. Appareils/installations d'éclairage ; et
 - 6.22. Câbles.
7. Les matières restant dans les citernes, les tuyautages ou les cales devraient être enlevées du navire dans toute la mesure du possible (y compris, notamment, le combustible, les huiles

lubrifiantes, les fluides hydrauliques, les cargaisons et leurs résidus, et les graisses). Toutes les matières liquides ou gazeuses en fûts, citernes ou boîtes devraient être retirées du navire. Toutes les matières enlevées devraient être gérées à terre de manière écologiquement rationnelle (c'est-à-dire par recyclage et, dans certains cas, incinération). L'enlèvement de matériel contenant des PCB liquides devrait être une priorité.

8. Lorsque cela est possible en pratique, il convient de veiller à éviter de transférer des organismes aquatiques nuisibles dans les eaux de ballast à bord du navire.

9. Les prescriptions générales concernant la caractérisation des déchets et de leurs composants ne visent pas directement l'évacuation de navires en mer du fait que la caractérisation générale des propriétés chimiques, physiques et biologiques peut être effectuée pour les navires sans réelle mise à l'essai chimique ou biologique (voir les paragraphes 4.1 à 4.7 ci-dessus et le chapitre 5 ci-dessous).

XVIII. 2. Evacuation en mer : Meilleures pratiques pour l'environnement (liste d'intervention)

1. Les contaminants susceptibles de nuire au milieu marin devraient être enlevés des navires avant évacuation en mer. Étant donné que les navires évacués en mer devraient être débarrassés de contaminants avant évacuation, il faut respecter les limites d'intervention applicables aux navires en mettant en œuvre le plan de prévention de la pollution (voir le chapitre 4) et les meilleures pratiques pour l'environnement (paragraphe 5.2) afin de garantir que le nettoyage a été effectué dans toute la mesure du possible. Il convient de suivre les meilleures pratiques pour l'environnement, telles que définies spécialement pour les navires au paragraphe suivant.

2. Les techniques de prévention de la pollution et de nettoyage décrites ci-après devraient être mises en œuvre pour les navires destinés à être évacués en mer. Dans la mesure de la faisabilité technique et économique et en tenant compte, dans toute la mesure du possible, de la sécurité des travailleurs,

2.1. Les navires doivent être nettoyés des sources potentielles de pollution telles que décrites aux paragraphes 4.5 à 4.8 ci-dessus ainsi que du combustible et des autres substances susceptibles de nuire au milieu marin et

2.2. Les matières pouvant créer des débris flottants doivent être enlevées, comme il est précisé ci-après. Entre autres mesures, les déchets qui en résultent devraient être réutilisés, recyclés ou évacués à terre de façon écologiquement rationnelle :

2.3. Les matières flottantes qui pourraient avoir un effet nocif sur la sécurité, la santé de l'homme ou la valeur écologique ou esthétique du milieu marin doivent être enlevées ;

2.4. Les hydrocarbures, stocks de produits chimiques industriels ou commerciaux ou déchets qui peuvent présenter un risque pour le milieu marin doivent être enlevés (tenir également compte des organismes aquatiques nuisibles);

2.5. Enlever du navire tous condensateurs et transformateurs contenant du fluide diélectrique dans toute la mesure du possible ;

2.6. Si une partie du navire a servi à stocker des hydrocarbures ou des stocks de produits chimiques, notamment dans des citernes, ces éléments doivent être vidés, nettoyés et, selon qu'il convient, scellés ou bouchés ; et

2.7. Afin d'éviter le dégagement de substances qui pourraient nuire au milieu marin, le nettoyage des citernes, tuyaux et autres surfaces et éléments du matériel des navires, doit être effectué de manière écologiquement rationnelle avant l'évacuation au moyen de techniques appropriées, comme celles du lavage à haute pression avec détergents. Les eaux de lavage qui en résultent devraient, soit être traitées de manière écologiquement rationnelle conformément aux normes nationales ou régionales, compte tenu des polluants potentiels.

Extrait : Convention et Protocole de Londres/PNUE (2009), Directives pour l'implantation de récifs artificiels, Londres (RoyaumeUni), 96 pages réalisé sous l'égide du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), des « mers régionales » et de l'Organisation Maritime Internationale - <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Artificial%20Reefs%20French.pdf>

3. Contrôles liés à la sécurité de la navigation

L'évaluation environnementale et l'étude d'impact :

- Le « navire récif » étant un « récif artificiel », le projet d'immersion devra, a minima, faire l'objet d'une évaluation environnementale dite au « cas par cas ».

- Si l'immersion des « navires », des « déchets ou autre » est interdite par la convention de Barcelone celle-ci prévoit des exceptions importantes. Ainsi les « plates formes » ou « autre ouvrage » (et donc les récifs artificiels lesquels ne sont jamais définis) pourront être immergés sous réserve que ceux-ci le soient « à des fins autres que leur simple élimination ».

- Naturellement de telles immersions ne sont aucunement motivées par la volonté de se débarrasser d'un « navire déchet » mais de créer une zone de restauration écologique et d'attractivité économique.

- L'immersion d'un « navire-récif », qui n'est plus un « navire » et n'est nullement un « déchet » aura, au sens de la convention, le statut de « autre ouvrage ».

En résumé :

- Avoir un navire dépollué ou à dépolluer à disposition, idéalement en fer et avec un aspect culturel, patrimonial ...
- Identifier les zones potentielles en fonction des documents d'urbanisme et des politiques publiques
- trouver un site adapté
- Engager en amont une concertation (usagers, pêcheurs, ...) et élaborer une volonté politique
- Non-application de l'interdiction d'immerger un navire à l'immersion d'un « navire récif » dépollué
- présentation du projet aux services de l'Etat (OMMP, SNSC) et aires marines protégées le cas échéant
- Demander un certificat de projet auprès des services de l'Etat
- Faire modifier ou adapter les cas échéant les documents d'urbanisme en fonction du projet
- Désigner d'un porteur de projet public ou privé
- Obtenir l'avis conforme de l'autorité maritime et du commandant de zone
- Obtenir l'avis commission nautique (et/ ou dont prud'homie de pêche)
- Obtenir l'avis du directeur des finances publiques pour la redevance domaniale
- Elaborer un projet de cahier des charges et répartition des responsabilités
- Obtenir un certificat de projet
- Obtenir l'autorisation environnementale
- Evaluation d'incidence en cas de site Natura 2000
- Etude d'impact - enquête publique
- Autorisation d'occupation temporaire selon le projet (AOT, concession de culture marine concession en dehors des ports, ...)
- Eventuellement procédure de sélection préalable si exploitation économique réservée à un seul ou à un nombre limité d'opérateurs
- Permis d'immersion de l'autorité maritime pour un « navire récif »
- Opération d'immersion (soit dans un cadre privé soit dans le cadre d'un marché public si le porteur de projet est publication)
- Balisage et signalisation
- Exploitation selon les modalités convenues ou imposées dans le contrat ou le cahier des charges
- Exploitation selon les règles de police définies par arrêté de l'autorité maritime
- Suivi et contrôle du navire récif par l'exploitant et contrôles éventuels par les services de l'Etat
- Au terme de l'autorisation : retrait et remise en état du domaine public ou non en fonction du bilan écologique au terme d'une étude d'impact.

XIX. CONCLUSION GENERALE

Le contenu de ce manuel tunisien sur les procédures nationales de contrôle de l'activité d'immersion en mer est purement technique et procédural et ne s'applique qu'après octroi de toutes les autorisations conformément à la réglementation nationale et ne touche pas à la souveraineté de la Tunisie.