



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



Evaluation des risques sanitaires des opérations de dragage et d'immersion en milieu estuarien et marin

Guide méthodologique

**Volet A - Principes et objectifs de
l'évaluation des risques sanitaires**

Août 2014



Membres du comité de pilotage

La rédaction de ce guide a été pilotée par des représentants de la Direction des Services de Transports (DGITM/DST), de la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (DGALN/DEB), du CEREMA, d'IFREMER, de l'INERIS, des Grands Ports Maritimes, de la Direction Générale de la Santé, de la DDASS 17, de la DDTM 50 et de la DDTM 13, et de l'Université de Rouen.

Remerciements au Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins pour sa relecture de ce document.

Guide rédigé par



DTecEMF@cerema.fr

Guide mis en forme par



Table des matières

Préambule.....	12
Introduction	14
Volet A - Principes et méthodes de l'évaluation des risques sanitaires	15
Chapitre 1 Fondements, principes et objectifs de l'ERS	16
1.1 Définitions.....	16
1.2 Fondements réglementaires	16
1.3 Principes	17
1.4 Objectifs.....	18
Chapitre 2 Démarche et conduite de l'ERS.....	20
2.1 Les 4 étapes de l'ERS	20
2.2 Conduite de l'ERS : articulation avec l'étude d'impact.....	24
2.2.1 Articulation avec la description du projet.....	25
2.2.2 Articulation avec l'état initial	25
2.2.3 Articulation avec l'évaluation des effets	26
2.3 Gouvernance	27
2.3.1 Acteurs spécifiques de l'ERS	27
2.3.2 Mode de gouvernance.....	27
2.4 Application aux opérations de dragage et d'immersion.....	28
2.4.1 Evaluation des risques chimiques.....	28
2.4.2 Evaluation des risques microbiologiques	31
2.4.3 Evaluation des risques phytoplanctoniques	34
Chapitre 3 Interprétation des résultats et gestion du risque. 36	
3.1 Comprendre les résultats et leur portée	36
3.1.1 ERS relatives aux substances chimiques	36
3.1.2 ERS relatives aux organismes bactériologiques.....	36
3.1.3 ERS relatives au phytoplancton	36
3.2 Prendre en compte et gérer les incertitudes	37
3.2.1 Incertitudes liées aux dangers	37
3.2.1.1 Caractérisation des sources	37
3.2.1.2 Evolution des substances et organismes dans le temps et dans l'espace	38
3.2.2 Incertitudes liées à la toxicité des contaminants chimiques.....	39

3.2.3 Incertitudes liées à l'exposition	39
3.3 Gérer le risque	40
3.3.1 Alimenter le processus décisionnel	40
3.3.2 Définir une stratégie de suivi adaptée	40
3.3.2.1 Définir des suivis spécifiques aux risques sanitaires	41
3.3.2.2 Intégration des réseaux de surveillance existants	41
3.3.2.3 Réseau REMI : suivi microbiologique	42
3.3.2.4 Le REPHY : suivi du phytoplancton et des phycotoxines.....	43
3.3.2.5 Le ROCCH : suivi des contaminants chimiques	44
3.3.2.6 Réseaux de surveillance des eaux de baignade.....	46

Liste des figures

Figure 1 : Schématisation de la démarche d'évaluation des risques adaptée à la problématique des dragages et de l'immersion	21
Figure 2 : Illustration des liens entre l'étude d'impact et le volet spécifique de l'évaluation des risques sanitaires	24

Acronymes et abréviations

AESN	Agence de l'Eau Seine-Normandie
AFSSA	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation)
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (anciennement
ASP	Amnesic Shellfish Poison
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BCF	Facteur de bioconcentration
BMF	Facteur de Biomagnification
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CETMEF	Centre d'Études Techniques Maritimes Et Fluviales (devenu CEREMA depuis janvier 2014)
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CMR	Cancérogène Mutagène Reprotoxique
COT	Carbone Organique Total
CRoral	Carcinogenic risk
CSHPF	Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DJA	Dose Journalière Admissible
DJE	Dose Journalière d'Exposition
DJT	Dose Journalière Tolérable
DHA	Dose Hebdomadaire Admissible
DMENO	Dose Minimale pour un Effet Nocif Observé
DMI	Dose Minimale Infectieuse
DMJ	Dose Moyenne Journalière
DSENO	Dose Sans Effet Nocif Observé
DSP	Diarrhetic Shellfish Poison
ENSP	École Nationale de Santé Publique (désormais EHESP)
ER	Excès de Risque
ERS	Evaluation des Risques Sanitaires
ERI	Excès de Risque Individuel
ERU	Excès de Risque Unitaire
GEODE	Groupement d'Étude et d'Observation sur les Dragages et l'Environnement



GTFC	Germes Témoins de Contamination Fécale
HAP	Hydrocarbures Poly-Aromatiques
HCB	Hexachlorobenzène
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des Risques
INRA	Institut National de Recherche Agronomique
INSEE	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
INVS	Institut National de Veille Sanitaire
MES	Matières en Suspension
MRL	Minimal Risk Level
NQE	Norme de Qualité Environnemental (relatif à la DCE)
NRC	National Research Council
OEHHA	Office of Environmental Health Hazards Assessment
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORS	Observatoire Régional de Santé
OSPAR	Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (Ospar pour « Oslo-Paris »)
PBT	Persistant Bioaccumulable Toxique
PCB	Polychlorobiphényles. DL : Dioxin-like. NoDL : No Dioxine Like.
PCR	Polymerase Chain Reaction
PNEC	Predictive No Effect Concentration
POP	Polluant Organique Persistant (relatif à la convention de Stockholm)
PSP	Paralytic Shellfish Poisoning
QD	Quotient de Danger
REMI	Réseau de surveillance Microbiologique
REPHY	Réseau de surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines
REPOM	Réseau de surveillance de la qualité des eaux et des sédiments des ports maritimes
RfD	Reference Dose
RINBIO	Réseau Intégrateurs Biologiques
RIVM	National Institute for Public Health and the Environment (Pays Bas)
ROCCH	Réseau d'Observation de la Contamination chimique (anciennement RNO)
SDP	Substance Dangereuse Prioritaire (relatif à la DCE)

SP	Substance Prioritaire (relatif à la DCE)
STEP	Station d'Épuration
TBT	Tributylétain
TDI	Tolerable Daily Intake
TEF	Facteur d'Equivalence Toxique
TGD	Technical Guidance Document
UFC	Unité Formant des Colonies
US-EPA	United States Environmental Protection Agency
VHA	Virus de l'Hépatite A
VHE	Virus de l'Hépatite E
VTR	Valeur Toxicologique de Référence

Glossaire

Biodisponibilité	La biodisponibilité est l'aptitude d'une substance chimique à atteindre sa cible organique. Ce concept très général intègre tous les phénomènes mis en jeu depuis la pénétration de l'agent dangereux dans un organisme vivant jusqu'à son métabolisme, son élimination ou son stockage.
Bioaccumulation	La bioaccumulation désigne la capacité de certains organismes à absorber et concentrer dans tout ou une partie de leur organisme certaines substances chimiques.
Bioamplification	La bioamplification, ou biomagnification (anglicisme), est l'augmentation de concentration d'un polluant au sein d'organismes du bas vers le haut de la chaîne trophique (ou alimentaire). Ce phénomène survient pour les produits qui ne sont dégradés ni dans l'environnement ni (ou très peu) dans le corps des organismes dans lesquels il se trouve.
Bioconcentration	La bioconcentration désigne le phénomène qui, pour une substance donnée, va engendrer des concentrations dans les êtres vivants supérieures aux concentrations présentes dans le milieu.
Danger	Événement de santé indésirable tel qu'une maladie, un traumatisme, un handicap, un décès. Par extension, le danger désigne tout effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire ou organique, lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique, physique ou biologique.
Effets stochastiques (ou sans seuils)	Les effets toxiques sans seuil de dose, qui désignent des effets de xénobiotiques toxiques pouvant agir quelle que soit la dose, sont des effets pouvant être provoqués quand par exemple une seule molécule suffit à provoquer un effet adverse dans une cellule, potentiellement néfaste pour l'organisme, par exemple : une mutation de l'ADN. Cette catégorie regroupe les produits CMR : cancérogènes, mutagènes (ou génotoxiques), reprotoxiques.
Chaîne alimentaire	La chaîne alimentaire caractérise une suite de relations alimentaires existant entre les êtres vivants : chaque être vivant mange celui qui le précède.
Effets déterministes (ou à effet de seuil)	Qualifie les effets toxiques dont la gravité est proportionnelle à la dose. Par convention, les effets déterministes ne surviennent que si un seuil de dose est atteint et dépasse les capacités de détoxication, de réparation ou de compensation de l'organisme.
Dose minimale pour un effet nocif observé (DMENO)	Dose ou la concentration la plus faible ayant provoqué un effet nocif observé - par rapport à un groupe témoin - au cours d'une expérimentation animale ou d'une étude épidémiologique.
Dose	Quantité d'agent dangereux mise en contact avec un organisme vivant. Pour l'exposition humaine ou animale aux substances chimiques, elle s'exprime généralement en milligramme par kilo de poids corporel et par jour. A défaut de précision, la dose est externe ou administrée.

Dose journalière admissible (DJA)	La dose journalière admissible est la valeur toxicologique de référence utilisée pour les effets toxiques à seuil quand l'exposition a lieu par voie orale ou cutanée. Elle s'exprime généralement en mg/kg.j (milligramme de substance chimique par kilo de poids corporel et par jour). La DJA définit la quantité maximale théorique d'agent toxique qui peut être administrée à un individu, issu d'un groupe sensible ou non, sans provoquer d'effet nuisible à sa santé.
Dose moyenne journalière (DMJ)	la DMJ est l'estimation de la dose quotidienne reçue par voie orale ou cutanée, en tenant compte de la fréquence et de la durée d'une exposition subchronique ou chronique. Elle s'exprime dans la même unité que la DJA*.
Dose sans effet nocif observé (DSENO)	Dose ou la concentration la plus élevée n'ayant pas provoqué un effet nocif observé - par rapport à un groupe témoin - au cours d'une expérimentation animale ou d'une étude épidémiologique
Effets aigus	Troubles liés à une exposition courte mais à forte dose. Généralement, ils sont immédiats ou surviennent à court terme (quelques heures à quelques jours).
Effets chroniques	Troubles en rapport avec une exposition faible et prolongée. Ils surviennent en général avec un temps de latence qui peut atteindre plusieurs mois, voire des décennies.
Excès de risque (ER)	Risque supplémentaire dû à une exposition spécifique par rapport au risque dans une population de référence (en général non exposée).
Excès de risque individuel (ERI)	Probabilité de survenue d'un danger, au cours de la vie entière d'un individu, liée à une exposition à un agent cancérigène (sans unité).
Excès de risque unitaire (ERU)	Estimation de l'ERI pour une exposition vie entière égale à 1 unité de dose d'agent dangereux. Cet indice est la valeur toxicologique de référence (VTR) pour les effets toxiques sans seuil. Il représente en général la pente de la borne supérieure de l'intervalle de confiance de la courbe dose-réponse et s'exprime, pour une exposition orale ou cutanée, en (mg/kg.j) ⁻¹ .
Exposition	Désigne, dans le domaine sanitaire, le contact entre une situation ou un agent dangereux et un organisme vivant. On distingue plusieurs vecteurs d'exposition ou voies d'exposition : inhalation, contact cutané, ingestion, etc.
Quotient de danger (QD)	Rapport entre l'estimation d'une exposition (exprimée par une dose ou une concentration pour une période de temps spécifiée) et la VTR de l'agent dangereux pour la voie et la durée d'exposition correspondantes. Le QD (sans unité) n'est pas une probabilité et concerne uniquement les effets à seuil.
Risque	Probabilité de survenue d'un danger.
Scénario d'exposition	Définit toutes les caractéristiques physiologiques et comportementales de l'être humain qui sont utilisées pour modéliser l'exposition, notamment : l'âge, le poids, le sexe, le volume respiratoire, la surface cutanée, le budget espace-temps, l'activité réalisée sur le site, la consommation



	alimentaire, l'ingestion de sol, etc.
Substance dangereuse	Molécule capable de provoquer un effet toxique chez l'homme.
Valeur toxicologique de référence (VTR)	Appellation générique regroupant tous les types d'indice toxicologique qui permettent d'établir une relation entre une dose et un effet (toxique à seuil d'effet) ou entre une dose et une probabilité d'effet (toxique sans seuil d'effet).

Préambule

Ce guide, produit par le groupe **GEODE**, et élaboré par le **CEREMA** en concertation avec un comité de suivi constitué de gestionnaires portuaires, de représentants de l'administration centrale et des services déconcentrés du MEDDE, du Ministère de la Santé, ainsi que de scientifiques d'Iremer, de l'INERIS, et de l'Université de Rouen, se veut être une référence pratique et opérationnelle pour **l'évaluation des risques sanitaires des opérations de dragage et d'immersion de déblais de dragage en estuaire et en mer.**

Il constitue un outil méthodologique pour l'aide à la décision et ne représente pas un élément de doctrine réglementaire.

Comme l'illustrent les différents chapitres de cet ouvrage, la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires repose sur une démarche systématique qui ne doit pas pour autant occulter la nécessité de mener une réflexion approfondie et adaptée au cas par cas, sur les enjeux du projet.

Ce guide constitue ainsi un recueil d'un ensemble de questions à se poser et une « boîte à outils » pour accompagner les parties prenantes d'une opération de dragage et d'immersion dans l'évaluation des risques du projet sur la santé.

Il s'adresse à l'ensemble des acteurs impliqués dans la réflexion sur les impacts des opérations de dragage et d'immersion : maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, services instructeurs, services techniques des institutions, bureaux d'étude, usagers...

Ce guide est constitué de trois volets et d'annexes techniques :

- **Un volet de présentation des principes et démarche de l'évaluation des risques sanitaires (volet A) :** ce volet présente la philosophie de l'évaluation des risques sanitaires, ses fondements réglementaires et son articulation avec l'étude d'impact, une synthèse vulgarisée des méthodes d'évaluation appliquée aux dangers chimiques, bactériologiques et phytoplanctoniques, ainsi que des pistes de traitement et de valorisation des résultats d'une telle démarche dans l'optique d'une gestion adéquate des risques.
- **Un volet technique d'outils et méthodes (volet B) :** ce volet regroupe l'ensemble du travail méthodologique mené par le CEREMA et le groupe GEODE dans le cadre de l'élaboration de ce guide. Il présente les méthodologies détaillées qui ont été définies pour chaque type de risque sanitaire à considérer, ainsi que les méthodes de calculs associées.
- **Un volet d'étude de cas (volet C) :** ce volet permet de contextualiser les méthodes théoriques décrites dans les deux premiers volets du guide aux travers de trois cas concrets d'études.

- **Trois annexes techniques :**
 - La méthode du technical guidance document (TGD) : l'annexe présente les éléments de calculs de cette méthode applicable à la détermination des concentrations de substances d'intérêt sanitaire dans les différents compartiments du milieu marin (sédiment, eau et biote).
 - Les critères de décision pour l'évaluation de la sensibilité sanitaire de projets de dragage et d'immersion : l'annexe présente le travail mené dans le cadre de l'élaboration du guide pour déterminer des concentrations repères dans les sédiments permettant d'évaluer en première approche, la sensibilité du projet par rapport aux enjeux sanitaires et par extension, de juger de l'opportunité de mener ou non une évaluation des risques sanitaires approfondie.
 - L'expertise menée par le Docteur A. Mauffret, consultante en sciences de l'environnement, concernant l'évaluation des risques sanitaires liés à la contamination microbiologique des sédiments.

Introduction

Les opérations de dragage et d'immersion, nécessaires au maintien et au développement des activités maritimes, contribuent à la pression exercée par l'homme sur l'environnement marin et estuarien, et peuvent générer de fait, certains risques sur la santé humaine.

L'évaluation des risques sanitaires (ERS) des projets fait partie intégrante de l'étude des impacts du projet sur l'environnement prévue par l'article L.122-1 du Code de l'Environnement. Alimentée tant par l'état initial et la description du projet que par l'évaluation des effets sur les autres compartiments de l'environnement (eau, sédiment, biote), l'ERS fait généralement l'objet d'un volet spécifique de l'étude d'impact.

Elle constitue à ce titre une démarche à caractère analytique et scientifique qui, par une qualification voire une quantification des risques, permet de mieux les gérer par application le cas échéant de mesures et de suivis adaptés.

Si les principes génériques des ERS ont été posés il y a maintenant plusieurs années, et codifiés au travers d'une démarche type en 4 étapes clés, ils nécessitent d'être interprétés et contextualisés aux spécificités de chaque type d'opération considérée.

Pour les dragages et immersions, les spécificités résident dans les processus complexes de transfert d'agents dangereux entre les sédiments remaniés et les usagers directs ou indirects des milieux. Les agents considérés sont les substances chimiques d'intérêt sanitaire, les micro-organismes pathogènes et le phytoplancton toxique¹. Le risque essentiel qui leur est associé est la survenue d'effets néfastes sur la santé de consommateurs de produits de la mer dans lesquels ces agents auraient pu s'accumuler.

Dans le contexte de ces opérations, l'ERS permet d'identifier les agents à potentiel de danger, de représenter l'ensemble des mécanismes qui mènent de la source à l'exposition des individus, d'en évaluer la gravité et d'adapter si besoin le projet pour aboutir à une maîtrise acceptable des risques.

On rappellera à ce stade que l'ERS répond à quelques principes clés dont la spécificité, la transparence et la proportionnalité. On veillera à ce titre à adapter les principes méthodologiques fournis dans ce guide aux particularités des opérations, à présenter clairement les limites associées à leur résultat et à déployer un effort d'étude cohérent avec les enjeux du projet.

¹ Les effets potentiels du bruit ou de la radioactivité sur la santé ne sont pas traités dans ce document.

Volet A - Principes et méthodes de l'évaluation des risques sanitaires

Chapitre 1 Fondements, principes et objectifs de l'ERS

1.1 Définitions

Le risque est l'association d'un danger, de sa probabilité d'occurrence, de sa gravité et de son acceptabilité. En d'autres termes, un risque représente la coexistence d'un aléa et d'un enjeu.

L'U.S. National Research Council (NRC, 1993) définit ainsi l'ERS comme étant une démarche analytique reposant sur l'utilisation de faits scientifiques pour définir les effets sur la santé d'une exposition d'individus ou de populations à des matériaux ou à des situations dangereuses.

Dans le cadre d'un projet de dragage et d'immersion, cette évaluation porte sur l'exposition des populations à des agents à potentiels de dangers diffusés dans l'environnement sous l'action des opérations. Elle se focalise plus spécifiquement sur les contaminants chimiques ou biologiques susceptibles d'être diffusés dans les différents compartiments du milieu marin ou estuarien lors de la mobilisation des matériaux.

1.2 Fondements réglementaires

L'évaluation des risques d'un projet sur la santé fait partie intégrante de l'étude d'impact, elle-même introduite par l'article L.122-1 du Code de l'Environnement qui stipule que « *les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine sont précédés d'une étude d'impact* ».

L'article L.122-3 du Code de l'Environnement rappelle en outre que le contenu de l'étude d'impact comprend, entre autres, une étude des effets du projet sur la santé humaine, les mesures envisagées pour éviter, réduire ou compenser les effets négatifs notables sur la santé humaine, et les modalités de suivi de ces mesures. Ce contenu est décrit dans l'article R.122-5 du Code de l'Environnement.

Introduite par l'article 19 de la loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie, la prise en compte de la santé humaine dans des études d'impact a depuis fait l'objet de plusieurs circulaires structurantes. Trois d'entre elles revêtent un caractère méthodologique général applicable aux études d'impact d'opérations de dragages et d'immersion.

- Circulaire DGS/VS3/2000 n°61 du 3 février 2000 (parue au BO Santé n° 9/2000)

Elle introduit le guide de lecture et d'analyse du volet sanitaire des études d'impact, dont la réalisation a été confiée par la Direction de la Santé à l'Institut de veille sanitaire (INVS). Destiné à aider les services déconcentrés de l'Etat à émettre un avis sur les dossiers où une étude des effets sur la santé est requise, il formalise ce que devrait être le contenu optimal de ces études d'un point de vue de santé publique. Il expose en outre les bases de la démarche d'évaluation quantitative des risques. Ce guide est téléchargeable sur le site de l'INVS ([http://www.invs.sante.fr/pmb/invs/\(id\)/PMB_5862](http://www.invs.sante.fr/pmb/invs/(id)/PMB_5862)).

- Circulaire DGS n°2001/185 du 11 avril 2001 (parue au BO Santé n° 18/2001)

Faisant suite à la Circulaire DGS/VS3/2000 n°61 du 3 février 2000, elle précise les modalités d'évaluation et d'analyse des effets sur la santé dans les études d'impact. Elle définit notamment une liste des points qui doivent figurer obligatoirement dans l'étude d'impact et suggère qu'un volet spécifique de l'étude réunisse l'ensemble des informations relatives aux effets sanitaires. Elle rappelle enfin que l'étude des risques sanitaires doit être proportionnée à la dangerosité des substances émises et à l'importance et/ou à la fragilité de la population exposée à proximité des travaux et aménagements figurant dans la demande d'autorisation.

- Circulaire DGS/SD. 7B n° 2006-234 du 30/05/06

Cette circulaire traite des modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact.

1.3 Principes

■ Une démarche menée *ex ante* sous responsabilité du maître d'ouvrage

Comme l'étude d'impact, l'ERS est une analyse technique et scientifique permettant d'évaluer *ex ante*, c'est-à-dire avant que l'opération ne soit réalisée, les incidences futures, positives et négatives, de l'opération sur la santé humaine. Cette démarche relève de la responsabilité du maître d'ouvrage qui doit qualifier et si possible quantifier en conséquence les effets positifs et négatifs prévisibles de son projet sur la santé.

■ Une démarche transparente

Le principe de transparence postule que les faits scientifiques sur lesquels s'appuient les recommandations ou les décisions soient débattus et validés. Les liens entre les facteurs environnementaux et la santé humaine relèvent de processus complexes, souvent mal connus et de fait difficiles à évaluer. Face aux incertitudes que l'étude d'impact peut soulever dans le contexte marin ou estuarien d'une opération de dragage et d'immersion, l'évaluation des risques sanitaires constitue un outil rigoureux et transparent d'aide à la décision pour une meilleure gestion des risques spécifique à la santé. La démarche suppose notamment d'établir clairement les limites identifiées de l'exercice et les incertitudes associées aux résultats.

■ Une démarche systématique et spécifique

Afin d'aborder la question des risques sanitaires de manière cohérente d'un contexte à un autre, l'ERS constitue une démarche dont le déroulement se fait en 4 étapes normalisées :

- l'identification des dangers ;
- la définition des relations entre dose d'exposition et réponse de l'organisme ;
- l'évaluation de l'exposition humaine dans le contexte précis du projet considéré ;
- la caractérisation des risques sanitaires.

Cette approche systématique constitue un outil d'analyse et de décision rigoureux et explicite, permettant de synthétiser les connaissances disponibles et de traiter l'incertitude existante.

En outre, la pertinence de l'étude est assurée par une bonne prise en compte des caractéristiques propres du site, des processus physiques et biologiques régissant la diffusion des dangers, et des populations potentiellement exposées.

■ **Une démarche prudente**

Face aux incertitudes qui entourent l'effet des agents à potentiel de danger sur la santé d'une part, et les modèles d'exposition des populations à ces agents d'autre part, la démarche d'évaluation des risques sanitaires adopte un principe de prudence. Les étapes d'évaluation quantitative des conséquences d'une exposition sur la santé de l'homme sont ainsi souvent basées sur des hypothèses raisonnablement majorantes (ou scénarios pessimistes) définies au cas par cas.

■ **Une démarche proportionnée**

A l'image de l'étude d'impact, l'ERS est proportionnée « à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés et à leurs incidences sur l'environnement et la santé humaine » (art. R. 122-5-I. du code de l'environnement). La priorité n'est pas d'atteindre l'exhaustivité, mais plutôt de répondre dans une approche proportionnée et hiérarchisée aux enjeux majeurs de l'opération.

Chacune des étapes de l'ERS doit ainsi être conduite de manière plus ou moins approfondie en fonction des données et des connaissances disponibles sur le sujet au moment de la réalisation de l'étude.

1.4 Objectifs

L'évaluation des risques sanitaires consiste à étudier les effets potentiels sur la santé d'un projet afin d'identifier des mesures adéquates permettant de réduire ces risques à un niveau acceptable. Il s'agit d'un outil d'aide à la décision spécifique aux enjeux sanitaires. Appliquée aux opérations de dragage et d'immersion, les objectifs de cette démarche peuvent être contextualisés ainsi :

■ **Identifier les dangers**

Il s'agit d'identifier l'ensemble des processus concourant à la possible occurrence d'un impact sur un ou plusieurs individus ou sur une ou plusieurs populations faisant un usage direct ou indirect de la zone d'influence du projet. Le principal danger à prendre en compte pour ces opérations est l'occurrence d'effets néfastes sur la santé par exposition d'individus à des substances chimiques d'intérêt sanitaire, des micro-organismes pathogènes, des toxines de phytoplancton.

■ **Représenter l'enchaînement des processus d'exposition**

Les mécanismes d'exposition d'usagers de la mer à des substances ou organismes stockés dans le substrat sont complexes. On considère essentiellement pour les opérations de dragage et d'immersion, les risques liés à l'ingestion de substances chimiques, d'organismes bactériologiques ou de toxines phytoplanctoniques, en particulier par le biais de la consommation de produits de la mer, dans lesquels ces agents peuvent s'accumuler. Les processus de dispersion et d'exposition qui relie l'agent pathogène à l'individu sont donc multiples et indirects. Ils s'inscrivent dans des échelles spatio-temporelles qui dépendent tant

des conditions physico-chimiques du milieu (ex : courantologie et dispersion de matériaux) que des espèces et des usages en présence (ex : proximité de parcs conchylicoles), de l'ampleur de l'opération (ex : volumes et flux de matières mis en jeu) et de son déroulement technique et opérationnel (ex : période de l'année et vulnérabilité des socio ou écosystèmes). La représentation des processus d'exposition est alors nécessaire pour avoir une vision claire des risques potentiels de l'opération sur la santé. Cette représentation est désignée dans la suite du document sous le terme de schéma conceptuel d'exposition.

■ **Evaluer la gravité**

L'ERS vise, pour chaque danger identifié, à caractériser sa gravité potentielle. Elle propose notamment des méthodologies adaptées aux effets dits déterministes, pour lesquels la gravité est proportionnelle à la dose, et les effets probabilistes pour lesquels la probabilité de survenue est proportionnelle à la dose. Cette gravité potentielle est le plus souvent appréciée à partir de données bibliographiques disponibles dans la littérature sur la toxicité des différents agents considérés.

■ **Déterminer l'acceptabilité**

La caractérisation des risques et leur évaluation selon des critères explicites et partagés permet de rendre plus transparents les processus décisionnels qui entourent l'autorisation des projets.

Dans le cadre des opérations de dragage et d'immersion on admet que les connaissances disponibles sur la toxicité des agents et les mécanismes de dispersion / accumulation dans les milieux permettent de :

- qualifier et quantifier les risques associés aux substances chimiques d'intérêt sanitaire ;
- qualifier mais non quantifier les risques associés aux micro-organismes pathogènes et aux toxines phytoplanctoniques.

■ **Neutraliser ou réduire les risques**

La neutralisation des risques se fait par la mise en œuvre de toute mesure de prévention et de protection qu'il est possible d'identifier pour éviter la production d'évènements non souhaités et leur enchaînement jusqu'à l'apparition d'effets néfastes sur la santé.

Dans le cadre des projets de dragage et d'immersion, ces mesures peuvent être de nature technique et opératoire (exemple : réduction de la dispersion des matières en suspension vers des zones sensibles par modification de la technique de dragage), ou basée sur le suivi de la qualité de l'environnement et associée à des mesures préventives d'usage des milieux ou de consommation des produits. Il est nécessaire de les qualifier dans le temps et dans l'espace pour s'assurer de leur pertinence et de leur pérennité.

Chapitre 2 Démarche et conduite de l'ERS

2.1 Les 4 étapes de l'ERS

■ Etape 0 : Caractérisation des sources

Cette étape préalable de caractérisation des sources correspond à un recensement de tous les agents chimiques, biologiques et physiques pouvant être émis dans l'environnement du fait du projet. Basée sur l'analyse de l'état initial, elle permet d'identifier les substances et agents dangereux susceptibles d'être retrouvés dans l'environnement de projet.

■ Etape 1 : Identification des dangers

Il s'agit d'une étape d'identification des effets néfastes pouvant être provoqués par des agents chimiques, biologiques et physiques selon les différents modes d'exposition des individus à ces agents.

■ Etape 2 : Evaluation du rapport dose-réponse

Il s'agit d'une étape d'estimation de la relation entre le niveau d'exposition à un agent dangereux et ses effets sur la santé.

■ Etape 3 : Evaluation de l'exposition

Il s'agit d'une étape de détermination des émissions, des voies de transfert et des vitesses de déplacement d'une substance et de sa transformation ou de sa dégradation afin d'évaluer les doses auxquelles les populations humaines ou les composantes de l'environnement sont exposées ou susceptibles de l'être.

■ Etape 4 : Caractérisation des risques

Il s'agit d'une étape d'estimation de l'incidence et de la gravité des effets indésirables susceptibles de se produire dans une population humaine ou une composante de l'environnement en raison de l'exposition, réelle ou prévisible, à une substance.

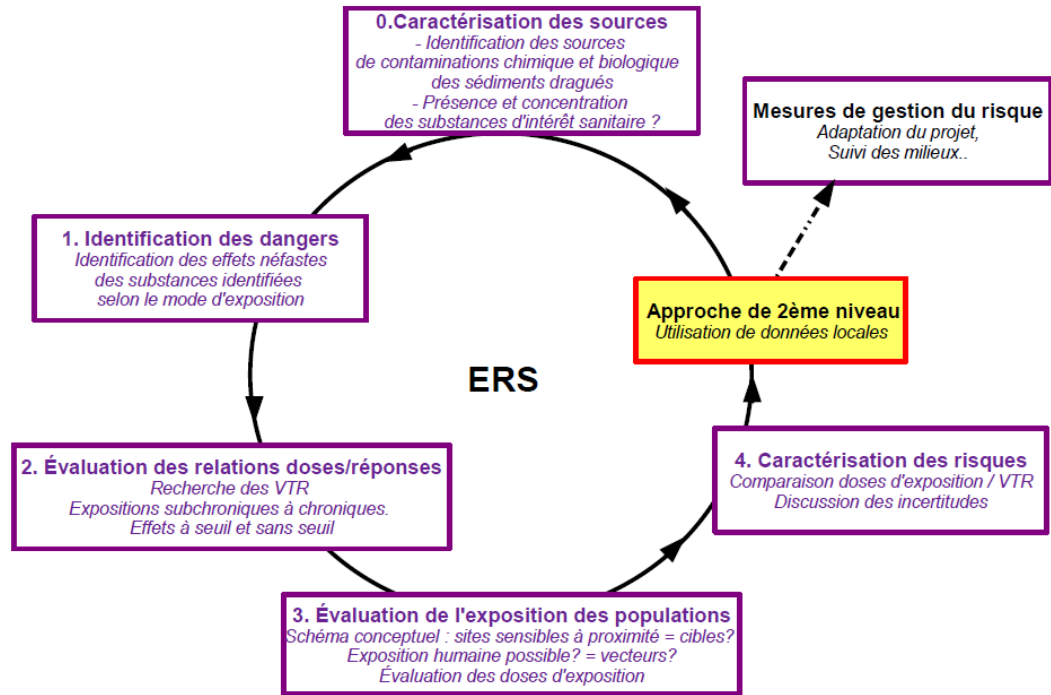


Figure 1 : Schématisation de la démarche d'évaluation des risques adaptée à la problématique des dragages et de l'immersion

Etape 0
Caractérisation des sources

Quels sont les agents chimiques, physiques et biologiques du projet susceptibles d'être mobilisés dans l'environnement du fait du projet ?

Un danger peut être défini comme un événement de santé indésirable tel qu'une maladie, un traumatisme, un handicap ou un décès. Par extension, le danger désigne tout effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire ou organique, lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique, physique ou biologique.

Cette étape consiste ainsi à recenser les agents chimiques, physiques et bactériologiques susceptibles d'être remobilisés dans l'environnement du fait du projet.

Cette identification repose sur :

- les caractéristiques des techniques utilisées qui permettent de décrire les phénomènes de remobilisation mis en jeu lors des opérations de dragage ou de rejet,
- les conditions hydrodynamiques des sites qui influencent les phénomènes de dispersion,
- les données environnementales disponibles qui permettent de conclure à la présence ou au risque de présence de substances chimiques, d'agents microbiologiques ou phytoplanctoniques à potentiel de danger.



Étape 1

Identification des dangers

Quels sont les agents chimiques, physiques et biologiques du projet susceptibles d'exercer un effet sanitaire néfaste non négligeable ?

Cette étape consiste ainsi à :

- Identifier le potentiel dangereux de ces agents, et les voies d'exposition qui leurs sont associées ;
- Conclure sur le potentiel dangereux des agents et sélectionner ceux pour lesquels le potentiel de danger est susceptible de ne pas être négligeable. Ils seront étudiés plus en détail dans les étapes suivantes.

Si la méthodologie d'évaluation des risques sanitaires a avant tout été définie pour gérer les effets toxiques de substances chimiques ou biologiques, une autre pression peut être prise en compte dans le volet sanitaire des études d'impact de dragage et d'immersion pour les opérations se déroulant en milieu urbanisé : le bruit.

En l'absence de dangers, l'ERS s'arrête à cette étape et conclut à l'absence de risques. Dans le cas contraire, on procède aux étapes suivantes de l'ERS, et plus particulièrement à l'évaluation de l'exposition (l'étape de définition des relations dose-réponse, spécifique aux risques chimiques dans le cas des opérations de dragage et d'immersion (cf. ci-après), peut être considérée comme une étape parallèle, à mener avant l'étape de caractérisation des risques mais ne se trouvant pas sur le chemin critique de l'évaluation de l'exposition).

Étape 2

Définition des relations dose-réponse

Quelles sont les doses théoriques à partir desquelles les agents identifiés ci-avant sont susceptibles d'induire des effets néfastes sur la santé ?

Cette deuxième étape consiste à définir, pour les agents retenus à l'étape précédente, la (ou les) **relation(s) entre les niveaux d'exposition et la survenue des dangers**.

Dans le cadre des opérations de dragage et d'immersion, l'évaluation des risques sanitaires porte essentiellement sur la remobilisation de contaminants physico-chimiques ou biologiques dans les différents compartiments des milieux impactés. Les effets sanitaires considérés seront à ce titre essentiellement des **effets de toxicité**.

Pour les substances chimiques, la relation entre la dose et la réponse peut être décrite par une **valeur toxicologique de référence (VTR)**. L'étape de définition des relations dose-réponse consiste donc à faire l'inventaire des VTR associées à la ou les substances considérées, lorsque celles-ci sont définies et disponibles. L'absence de VTR pour un agent donné ne conduit pas pour autant à l'arrêt de la démarche d'évaluation (cf. ci-après).

Pour rappel, la circulaire DGS/SD. 7B n° 2006-234 du 30/05/06 définit les modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact.

Pour les micro-organismes pathogènes, des Doses Minimales Infectieuses (DMI) sont proposées dans la littérature pour traduire cette relation dose-réponse. Ces valeurs sont néanmoins très disparates d'une étude à une autre et la particularité des voies d'exposition marines rend l'utilisation de ces indices complexe. Cette étape n'est pas appliquée pour les ERS relatives à la bactériologie.

Pour les toxines de phytoplancton, les relations dose-réponse sont définies

par des concentrations réglementaires de toxines dans les produits au-dessus desquelles ils ne sont pas consommables. Comme pour les bactéries pathogènes, la valorisation de ces indices dans le contexte des dragages et immersions est trop complexe. Cette étape n'est pas appliquée pour les ERS relatives au phytoplancton.

Etape 3

Evaluation de l'exposition humaine

Qui est exposé, par quelles modalités (contact, ingestion, inhalation, fréquence, niveau) et à quel(s) agent(s) ?

Cette troisième étape de l'évaluation consiste à **caractériser les voies d'exposition au danger**, compte-tenu des modalités de contamination des milieux d'une part, et des populations faisant usage de ces milieux d'autre part.

Il s'agit ainsi :

- de décrire les modes de diffusion et de propagation des agents dans les milieux ;
- d'évaluer les taux de contamination induits ;
- de décrire la relation à l'environnement des populations en faisant directement ou indirectement usage ;
- de définir un modèle d'exposition.

Dans le cas où l'étape conclut à l'absence d'exposition, l'ERS s'arrête à ce stade.

A noter que les étapes 2 et 3 ne sont pas nécessairement à mener de manière consécutive, et que l'évaluation de l'exposition peut être menée directement à la suite de l'identification des dangers.

Etape 4

Caractérisation des risques

Existe-t-il un risque et peut-il être quantifié ?

Cette ultime étape de l'ERS consiste à synthétiser les résultats des étapes précédentes afin d'apprécier la probabilité de survenue d'un effet néfaste sur la santé d'un individu dans le cadre du projet.

Pour les substances chimiques, cette étape est calculatoire et aboutit à l'estimation d'un score de risque qui reflète cette probabilité.

Pour les agents biologiques, cette étape est qualitative et conduit à apprécier l'existence ou non d'un risque.

2.2 Conduite de l'ERS : articulation avec l'étude d'impact

L'évaluation des risques sur la santé s'intègre dans la démarche plus globale de l'évaluation environnementale du projet. Elle accompagne donc l'opération à différents points clés de son déroulement, dès sa conception.

Quoique relevant d'une méthodologie spécifique (cf. ci-avant), le déroulement de l'ERS est calé sur celui de l'étude d'impact du projet, dont elle constitue un volet particulier. Le schéma suivant illustre les liens entre les deux démarches.

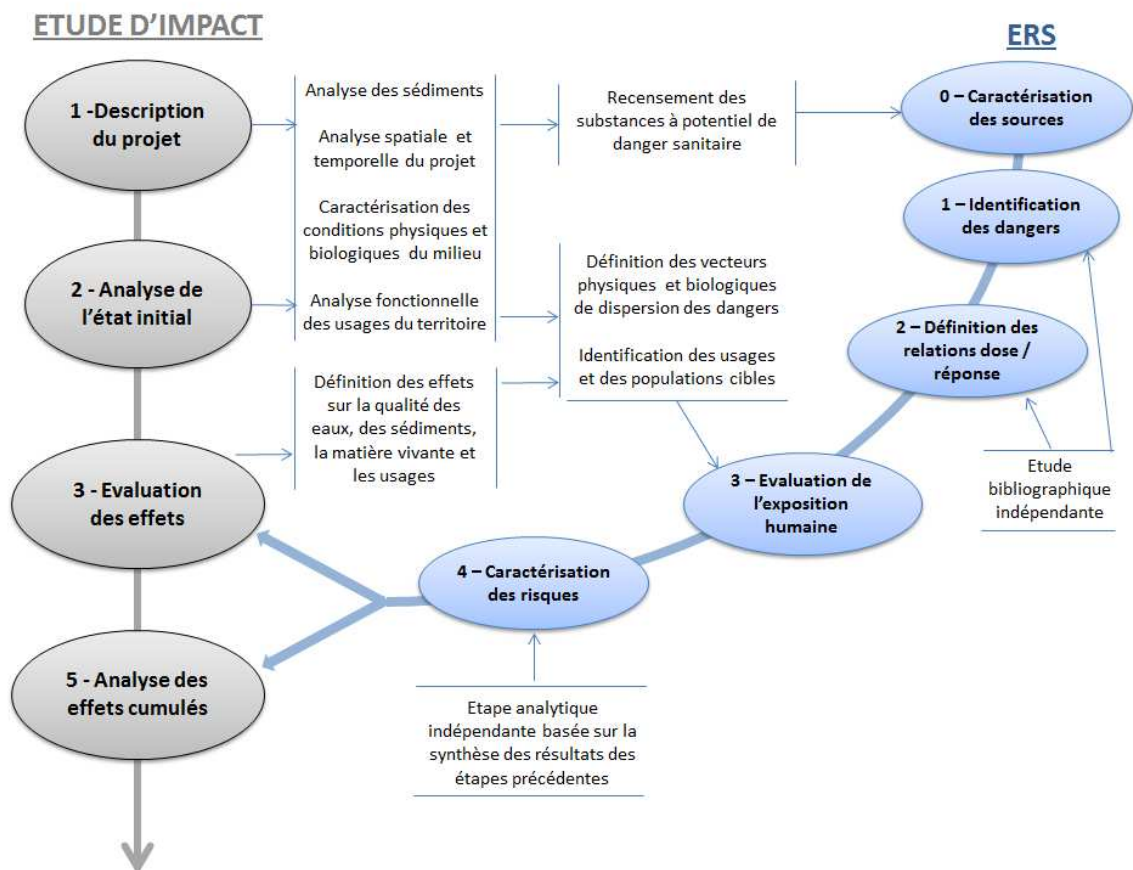


Figure 2 : Illustration des liens entre l'étude d'impact et le volet spécifique de l'évaluation des risques sanitaires

L'ERS repose ainsi sur la description du projet, l'état initial du ou des site(s) de projet et peut intégrer tout ou partie des résultats de l'évaluation des effets du projet sur d'autres compartiments vecteurs de dangers vers l'homme : qualité de l'eau, qualité des sédiments, qualité de la matière vivante et des ressources halieutiques pêchées ou élevées. La définition des relations dose réponse et la caractérisation des risques peuvent être considérées comme des étapes indépendantes. La caractérisation des risques présente la particularité d'établir une synthèse analytique des résultats des trois étapes qui la précèdent.

2.2.1 Articulation avec la description du projet

Une connaissance précise du projet et de son déroulement dans l'espace et dans le temps est nécessaire pour mener une ERS, notamment pour définir les voies d'exposition et identifier les individus ou populations sensibles à prendre en compte dans la caractérisation des risques.

- **Déroulement temporel et fenêtres environnementales** : comme pour les effets du projet sur les écosystèmes, l'ampleur des risques sanitaires peut être étroitement liée à la période de l'année durant laquelle les effets sur les milieux sont générés. La coïncidence avec les périodes de pêche ou de baignade devra dans certains contextes être prise en compte. La physiologie de certains organismes accumulateurs de substances tels que les coquillages peut aussi dépendre de la période de l'année considérée.
- **Organisation spatiale** : l'implantation du ou des périmètres d'opération conditionne directement l'interaction du projet avec les milieux et les activités qu'ils accueillent. Une définition précise de la localisation du chantier est indispensable dès la phase d'évaluation prévisionnelle des impacts.

2.2.2 Articulation avec l'état initial

L'état initial de l'étude d'impact alimente deux des quatre étapes structurantes de l'ERS : l'identification des dangers et la définition des voies d'exposition.

■ Recensement des agents à potentiel de danger

L'identification des dangers passe par le recensement des agents chimiques, physiques et bactériologiques associés au projet et susceptibles d'induire des effets néfastes sur l'environnement. La caractérisation des matériaux à draguer, obligatoire dans le cadre de l'étude des impacts du projet et retranscrite dans l'état initial, alimente ainsi la première étape de l'ERS.

Les analyses de sédiments sont prévues par l'arrêté du 9 août 2006 complété par les arrêtés des 23 décembre 2009, 8 février 2013 et 27 juillet 2014. La liste des substances à analyser couvre la quasi-totalité des substances d'intérêt sanitaire à prendre en compte dans l'ERS. L'étude d'autres sources de données telles que celle du REPOM (réseau de surveillance de la qualité des eaux et des sédiments des ports maritimes), permet de définir l'opportunité de procéder ou non à des analyses de substances complémentaires.

■ Identification des voies d'exposition

L'identification des voies d'exposition nécessite de connaître le fonctionnement physique des milieux ainsi que l'organisation fonctionnelle du territoire sur le plan des usages.

Il s'agit en effet de décrire les processus de transferts d'agents entre des zones sources (les sites de travaux et plus précisément les matériaux remaniés), et des zones cibles (bassins de consommateurs de produits de la mer par exemple), jusqu'à la population exposée et son mode d'exposition : ingestion, contact cutané, inhalation.

- **Processus physiques** : la dispersion des matériaux et des substances associées dans la colonne d'eau est notamment régie par la courantologie, la bathymétrie et la taille des particules. La caractérisation de l'état initial du site fournit les éléments nécessaires à la construction de modèles de dispersion plus ou moins complexes compte-tenu des enjeux et de la dimension du projet. Ces données sont mises à profit de l'ERS pour

identifier les risques d'atteintes de cibles intermédiaires sensibles (parcs conchylicoles par exemple).

- **Usages fonctionnels du territoire** : la compréhension de l'usage du territoire maritime ou estuarien par l'homme est essentielle pour appréhender la manière dont il peut être exposé à des dangers générés par le projet. Zones et pratiques de pêche professionnelle ou de loisir, site de cultures marines, organisation des filières... Par son approche exhaustive de l'environnement de projet, l'état initial de l'étude d'impact peut être renforcé sur des éléments spécifiques utiles à l'ERS. On cherchera notamment à préciser tous les liens directs ou indirects pouvant lier des individus à la zone d'influence de projet.

2.2.3 Articulation avec l'évaluation des effets

Les risques sanitaires des projets sur la santé relèvent dans la majorité des cas de processus d'exposition indirects. La caractérisation de l'exposition doit dès lors intégrer une évaluation de la dispersion des agents dans les compartiments de l'environnement qui relie la source (en l'occurrence le sédiment) et la cible (l'individu exposé ou la population).

L'évaluation des risques sanitaires repose ainsi sur :

- l'évaluation des effets sur la qualité des eaux : étendue du panache turbide et évaluation des concentrations en MES et autres substances ou micro-organismes ;
- l'évaluation des effets sur la qualité du substrat : empreinte sédimentaire du projet et variation de concentrations induites en substances et micro-organismes ;
- l'évaluation des effets sur la matière vivante : exposition de la matière vivante aux matériaux de projet et accumulation de substances et micro-organismes à potentiel de danger ;
- l'évaluation des effets sur les usages : lien entre matière vivante et ressource exploitée, relocalisation des activités, etc.

2.3 Gouvernance

Outre les modalités de gouvernance communes à l'étude d'impact, quelques spécificités peuvent être attachées à l'ERS.

2.3.1 Acteurs spécifiques de l'ERS

Les Agences Régionales de Santé (ARS) constituent des acteurs référents pour l'évaluation des risques sanitaires de projets soumis à étude d'impact. Leur intervention se situe pendant la période d'instruction du dossier, période pendant laquelle elles peuvent être sollicitées par les services de police de l'eau ou par l'autorité environnementale pour fournir un avis sur le volet sanitaire de l'étude.

Leur avis prend en compte la qualité du recensement des dangers (inventaire exhaustif et détaillé des émissions), la qualité de la sélection des agents, la qualité de l'évaluation de l'exposition des populations, les résultats de la caractérisation des risques sanitaires imputables à l'opération et déjà présents sur la zone d'impact du projet ainsi que la discussion critique des principales conclusions, les mesures effectives de réduction pour les polluants toxiques et de surveillance du site (émissions, milieux voire populations) proposées par le pétitionnaire ainsi que la présentation des risques sanitaires aux populations.

2.3.2 Mode de gouvernance

La gouvernance de l'ERS s'inscrit dans celle de l'étude d'impact et ne possède pas de spécificités majeures en soi.

On notera néanmoins que compte-tenu des enjeux du projet, il peut s'avérer nécessaire d'adjoindre à l'étude de ses effets, des expertises spécifiques sur la santé et de consulter des organismes de référence en la matière (INERIS, INVS, ARS, etc).

On notera également l'importance du thème de la santé dans les débats impliquant les acteurs du territoire et la place prépondérante des résultats de l'ERS dans ces discussions. La clarté et la rigueur de la démarche sont à ce titre essentielles pour son acceptabilité.

2.4 Application aux opérations de dragage et d'immersion

2.4.1 Evaluation des risques chimiques

Potentiel de danger

1 - Effet(s) potentiel(s) du projet sur la chimie des milieux

Les opérations de dragage et d'immersion peuvent affecter la qualité chimique des milieux par remaniement des fonds et mise en suspension de matériaux. Certains contaminants chimiques susceptibles de s'accumuler dans les sédiments sont alors dispersés dans le milieu, adsorbés aux particules fines du sédiment ou libres dans l'eau.

2 - Voies d'exposition à risque

La principale voie d'exposition à considérer pour le risque sanitaire lié aux contaminants chimiques est l'ingestion de produits de la mer. On considérera à ce titre les phénomènes de concentration de substances d'intérêt sanitaire dans les coquillages et plus largement l'accumulation dans la chaîne trophique par bioconcentration et biomagnification.

3 – Contaminants chimiques à considérer dans le cadre de l'ERS

Les substances chimiques d'intérêt sanitaire à considérer dans les sédiments marins sont les substances prioritaires de la DCE et d'Ospar susceptibles de se retrouver dans les sédiments et le biote. Ces substances peuvent être classées en quatre catégories :

- contaminants réglementés concernant leur teneur dans les produits de la mer : *arsenic, benzo(a)pyrène, cadmium, plomb, mercure, PCB-DL, dioxines et furanes, hexachlorobenzène* ;
- contaminants faisant l'objet de recommandations concernant leur teneur dans les produits de la mer : *PCB indicateurs (CB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180), anthracène, fluoranthène, naphthalène, benzo(b)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)anthracène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, chrysène* ;
- contaminants prioritaires en milieu marin et possédant une VTR : *pyrène, phénanthrène, nickel, lindane, tributylétain (TBT)* ;
- contaminant provenant de bassins versants agricoles, pouvant se retrouver en milieu marin et possédant une VTR : *dieldrine*.

4 – Sensibilité du site

La sensibilité du site est évaluée à partir de l'identification et le dosage des contaminants dans les sédiments. A ce titre, l'arrêté du 9 août 2006 complété par les arrêtés des 23 décembre 2009, 8 février 2013 et 27 juillet 2014 définit la liste des substances à analyser dans les sédiments avant dragage. L'ensemble des substances précitées y figure à l'exception de l'hexachlorobenzène, la dieldrine, les PCB_{DL}, les dioxines et furanes. En cas de suspicion de contamination pour ces substances, des analyses complémentaires spécifiques peuvent être menées. Le volet technique (volet B) de ce guide explicite les moyens d'appréciation de la

contamination des milieux par ces substances (REPOM, corrélations avec autres substances analysées).

Relation dose-réponse

Les relations dose – réponse pour les substances chimiques sont données par les valeurs toxiques de référence (VTR). Ces VTR sont des indices toxicologiques qui permettent d'établir une relation entre une dose et un effet (toxique à seuil d'effet) ou entre une dose et une probabilité d'effet (toxique sans seuil d'effet).

On distingue les VTR à seuil de dose correspondant à une estimation de la quantité de substance à laquelle un individu peut théoriquement être exposé sans constat d'effet sanitaire néfaste, et les VTR sans seuil de dose se définissant comme une augmentation de la probabilité, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu exposé lors de sa vie entière à une unité de dose de la substance développe une pathologie.

A noter que ces VTR sont spécifiques d'une durée d'exposition (aiguë, subchronique ou chronique), d'une voie d'exposition (orale, respiratoire,...), d'un type d'effet (reprotoxique, cancérigène,...), voire d'une catégorie de population (enfant, femme enceinte,...).

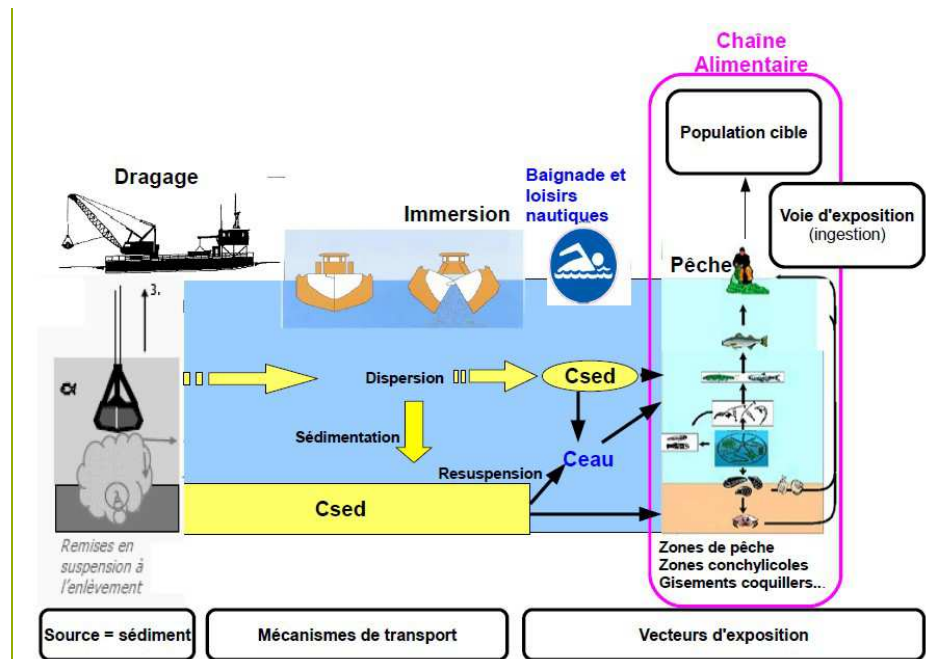
Dans le cadre des ERS relatives aux immersions de sédiments de dragage les VTR relatives aux expositions subchroniques à chroniques par ingestion sont considérées.

Le volet technique de ce guide (volet B) présente les différents types de VTR existants pour les expositions subchroniques à chroniques par ingestion et liste les valeurs existantes pour les substances sanitaires d'intérêt définies ci-avant.

Ces VTR sont définies par différents organismes de recherche sur l'évaluation du risque sanitaire tels que IRIS (Integrated Risk Information System) de l'US-EPA (Environmental Protection Agency), l'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), Health Canada (Santé Canada), ou bien encore l'OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment).

Voies d'exposition

La seule voie d'exposition à considérer pour les substances chimiques d'intérêt sanitaire est l'accumulation dans la chaîne alimentaire et le transfert vers l'homme par ingestion de produits de la mer. Ainsi, le schéma conceptuel suivant doit être pris en compte pour déterminer l'exposition de l'homme aux substances initialement présentes dans le sédiment.



Le calcul de l'exposition passe ainsi par :

- la définition de l'aire d'influence physico-chimique du projet : emprise des zones de dragage et d'immersion + emprise du panache turbide ;
- la définition des espèces pêchées et de leur capacité à intégrer des substances présentes dans la colonne d'eau, dans le sédiment ou dans le biote lui-même. A noter qu'on ne considère que les poissons, les crustacés, ou les mollusques se nourrissant exclusivement dans l'aire d'influence physico-chimique des sites de dragage et/ou d'immersion des sédiments ;
- la définition des populations consommatrices des espèces pré-identifiées provenant de la zone d'influence du projet, et l'évaluation de la fréquence et de la durée de consommation de ces espèces.

Le volet technique de ce guide (volet B) fournit un ensemble de méthodes quantitatives pour procéder à chacune de ces étapes analytiques.

Caractérisation des risques

Dans le cas des substances chimiques, la caractérisation des risques est quantitative. Le calcul du risque qu'un individu ou une population développe une pathologie par ingestion de produits de la mer diffère selon qu'on s'intéresse à des effets de seuil ou non². Le volet technique de ce guide (volet B) fournit les méthodes de calcul applicables à ces deux catégories de substance.

2.4.2 Evaluation des risques microbiologiques

Potentiel de danger

1 - Effet(s) potentiel(s) du projet sur la bactériologie

Les opérations de dragage et d'immersion sont susceptibles d'affecter la qualité microbiologique des milieux par remobilisation de bactéries, de virus ou encore de protozoaires pathogènes. Certaines espèces sont en effet susceptibles d'être présentes dans les sédiments lorsque ceux-ci sont exposés à des rejets divers d'origine anthropique.

2 - Voies d'exposition à risque

Les voies potentielles d'exposition à des dangers sont multiples : ingestion, inhalation et contact cutané.

3 – Espèces à considérer dans le cadre de l'ERS

Les micro-organismes à considérer dans le cadre de l'ERS sont les suivants :

- **bactéries entériques** : *Campylobacter C. jejuni*, *E. coli* pathogènes (STEC, EHEC, VTEC...), *Salmonella* (*S. enteritidis*, *S. typhi*, *S. paratyphi*), *Shigella* (*S. sonnei*, *S. flexneri*), *Yersinia spp.* *Clostridium* (*C. perfringens*), *Listeria* (*L. monocytogenes*) ;
- **bactéries non entériques** : *Aeromonas* (*A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. sobria*, *A. veronii*, *A. jandaei*, *A. trota* et *A. schubertii*), *Pseudomonas* (*P. aeruginosa*), *Staphylococcus* (*S. aureus*), *Vibrio* (*V. alginolyticus*, *V. carchariae*, *V. Cholerae*, *V. cincinnatiensis*, *V. damsela*, *V. fluvialis*, *V. furnissii*, *V. hollisae*, *V. metschnikovii*, *V. mimicus*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*) ;
- **virus entériques** : Entérovirus (Poliovirus, Virus Coxsackie, Echovirus, Entérovirus non groupés), Norovirus (Norwalk, appartient aux Calicivirus), Rotavirus, Adénovirus, virus hépatiques (Virus hépatiques A, VHA / Virus hépatiques E, VHE), Astrovirus, Sapovirus (appartient aux Calicivirus), Orthoreovirus, Coronavirus ;

² Effets à seuils : effets pour lesquels il existe un seuil en dessous duquel aucun effet n'existe et pour lesquels la gravité de l'effet est proportionnelle à l'exposition

Effets sans seuils : effets pour lesquels la probabilité de survenue de l'effet est proportionnelle à la dose d'exposition, même faible, mais pas sa gravité



- **protozoaires entériques** : *Giardia (G. lamblia)*, *Cryptosporidium (C. parvum)*, Amibes intestinales (*Entamoeba histolytica*), *Toxoplasma gondii*.

Les caractéristiques de ces espèces sont récapitulées dans le volet B de ce guide.

4 – Sensibilité du site

La sensibilité du site peut être évaluée en première approche à partir de la granulométrie et de la richesse en matière organique des sédiments. Ces paramètres conditionnent en effet le potentiel de colonisation microbienne des matériaux.

En présence d'un milieu physique favorable, l'analyse de germes témoins de contamination fécale (GTCF) permet d'évaluer la contamination microbiologique des sédiments. *E. coli* et entérocoques (qui survivent peu en milieu marin) sont ici recommandés comme indicateurs.

Des seuils de sensibilité (ou critères décisionnels) sont fournis dans le volet technique de ce guide (volet B). Ils permettent d'apprécier la nécessité ou non de procéder aux étapes suivantes de l'ERS.

Relation dose-réponse

Les relations doses-réponses dépendent à la fois de l'agent pathogène, de la sensibilité de l'hôte (statut immunitaire, âge...), et des conditions de l'exposition.

Des Doses Minimales Infectieuses (DMI) sont proposées pour certains micro-organismes dans des études spécifiques. Cependant, ces relations sont très variables d'une étude à l'autre.

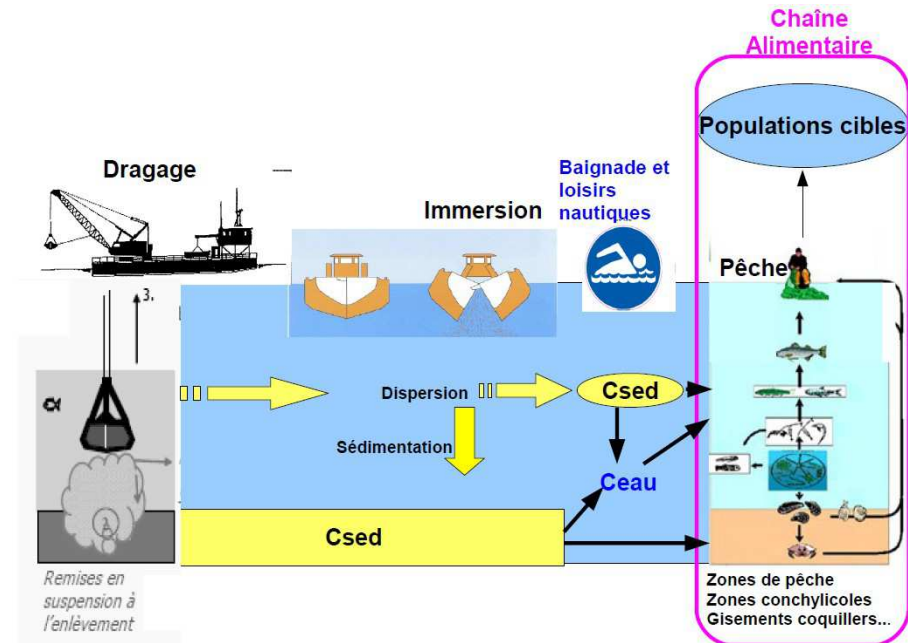
Dans le cadre d'une opération de dragage et d'immersion, la relation dose dans le sédiment – réponse de l'utilisateur est de plus indirecte. Elle dépend de nombreux facteurs environnementaux (dispersion dans la colonne d'eau + efflorescence + accumulation dans la matière vivante) qui rendent complexe la modélisation du passage du sédiment à l'utilisateur, et donc l'établissement d'une relation dose-réponse directe.

Pour ces deux raisons, le critère dose-réponse n'est pas pris en compte dans l'ERS relative à la microbiologie, qui est de fait qualitative.

Voies d'exposition

Les voies d'exposition à considérer pour le risque biologique sont : l'ingestion, l'inhalation et le contact cutané.

Ces trois voies d'exposition reposent sur une succession de mécanismes biologiques et physiques complexes, représentés par le schéma conceptuel ci-après :



L'aire d'influence des opérations de dragage et d'immersion peut en partie être appréciée par modélisation de la dispersion des particules remises en suspension (auxquelles sont adsorbés les micro-organismes) et les temps de survie des différents micro-organismes dans le milieu.

En l'absence de modèle ou de mesures locales, une distance maximale de 5 km peut être considérée.

Caractérisation des risques

L'évaluation des risques sanitaires liés à la présence de microorganismes pathogènes dans les sédiments est de fait basée sur une approche qualitative : on conclut par l'existence ou non du risque sans statuer sur un niveau.

L'existence ou non du risque sera évaluée en fonction du dépassement ou non des concentrations limites en germes témoins de contamination fécale (E.coli et entérocoques) et, si ces seuils sont dépassés, par la mise en évidence ou non de germes pathogènes.

2.4.3 Evaluation des risques phytoplanctoniques

Potentiel de danger

1 - Effet(s) potentiel(s) du projet sur le phytoplancton

Les opérations de dragage et d'immersion sont susceptibles d'affecter la qualité phytoplanctonique des milieux par remobilisation de kystes enfouis dans les sédiments. Des espèces appartenant à la classe des dinophycées peuvent en effet former des kystes susceptibles de rester enfouis dans les sédiments pendant une période plus ou moins longue. En remobilisant des kystes dans la colonne d'eau à une période propice à leur germination, les opérations de dragage et d'immersion créent un risque d'efflorescence pour ces espèces.

2 - Voies d'exposition à risque

La principale voie d'exposition à considérer pour le risque sanitaire lié au phytoplancton toxique est l'ingestion de coquillages contaminés (et de poissons pour un nombre limité d'espèces planctoniques).

3 – Espèces à considérer dans le cadre de l'ERS

Les espèces marines productrices de phycotoxines susceptibles de se retrouver dans les fruits de mer et les poissons consommés par l'homme appartiennent à deux classes de microalgues eucaryotes : les dinophycées (dinoflagellés), et les diatomophycées (diatomées).

Les espèces appartenant à la classe des **dinophycées** étant les seules susceptibles de former des kystes dans le sédiment, on ne retiendra que celles-ci pour l'ERS : *Alexandrium minutum*, *Alexandrium spp.* (*andersonii*, *catenella*, *tamarense*), *Dinophysis spp.*, *Prorocentrum spp.*, *Pyrodinium bahamense var. compressa*, *Ostreopsis spp.*, *Karenia brevis*, *Gambierdiscus sp.* (en pratique, surtout *Alexandrium*).

4 – Sensibilité du site

La sensibilité du site pour ces espèces est appréciée de manière qualitative par consultation des résultats du réseau de surveillance national REPHY (cf. chapitre 3). Il s'agit d'évaluer le risque de présence dans les sédiments de kystes d'une espèce donnée par analyse des détections passées de cette espèce dans la colonne d'eau, au point de contrôle du réseau le plus proche du site. La détection de l'espèce sur une période de référence indique un risque de présence. En pratique, peu d'espèces de phytoplanctos toxiques émettent des formes de résistance.

Relation dose-réponse

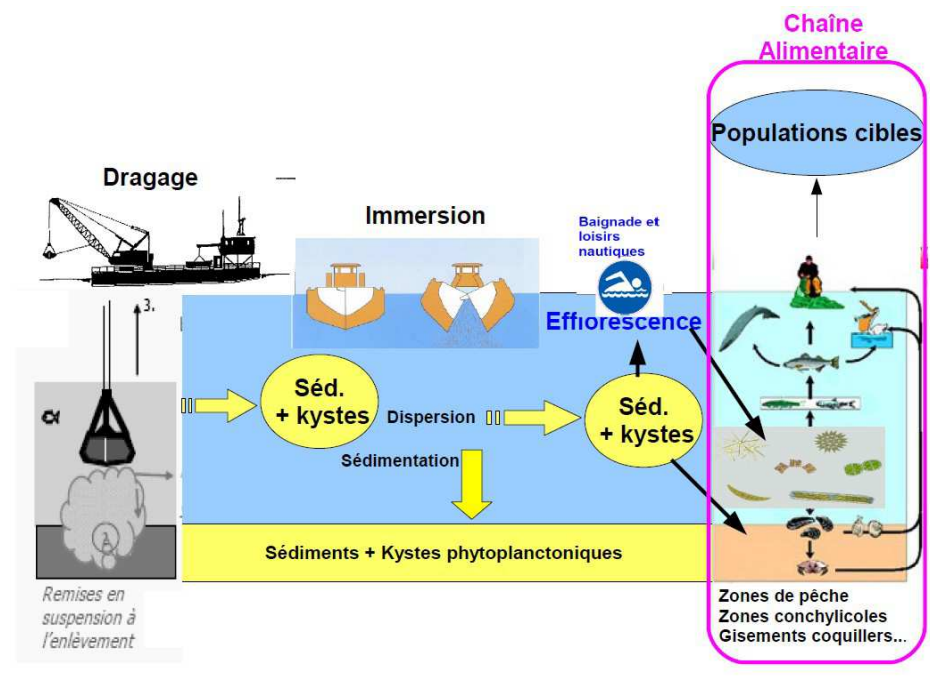
Les risques sanitaires des phycotoxines étant liés à l'ingestion de produit de la mer contaminés, les relations dose-réponse existantes sont définies par les seuils réglementaires définissant les limites de concentration de toxines dans les produits pour lesquelles ils sont ou non consommables.

Dans le cadre d'une opération de dragage et d'immersion, la relation dose dans le sédiment – réponse du consommateur est bien entendue indirecte. Elle dépend de nombreux facteurs environnementaux (dispersion dans la colonne d'eau + efflorescence + accumulation dans la matière vivante) qui

rendent impossible la modélisation du passage du sédiment au consommateur, et donc l'établissement d'une relation dose-réponse directe. Ce critère n'est ainsi pas pris en compte dans l'ERS, qui est de fait qualitative.

Voies d'exposition

La principale voie d'exposition à considérer pour le risque sanitaire lié au phytoplancton toxique est l'ingestion de fruits de mer ou de poissons (à noter que l'intoxication par les poissons ne concerne qu'*Ostreopsis* et *Gambierdiscus*). Comme évoqué ci-avant, l'exposition se fait par une succession de mécanismes biologiques et physiques complexes qui ne permettent pas de quantifier l'exposition d'un consommateur aux toxines. Un schéma conceptuel peut néanmoins être établi :



Caractérisation des risques

L'évaluation des risques sanitaires liés à la présence de kystes de dinoflagellés toxiques dans les sédiments est de fait basée sur une approche qualitative de présence / absence. Les risques sont donc définis par le classement ou non de la zone d'étude en zone à risque.

Chapitre 3 Interprétation des résultats et gestion du risque

La démarche d'évaluation des risques sanitaires vise à conclure sur le caractère éventuel du risque et, dans la mesure du possible, de le quantifier sous forme de probabilité d'occurrence. Les résultats des démarches déclinées dans le chapitre précédent par type de risque ne définissent ni l'acceptabilité du risque, ni les modalités de sa gestion. C'est l'interprétation de ces résultats et leur intégration à la démarche globale de l'étude d'impact qui permet d'alimenter le processus décisionnel et opérationnel du projet.

3.1 Comprendre les résultats et leur portée

3.1.1 ERS relatives aux substances chimiques

Les ERS relatives aux substances chimiques se basent sur une approche quantitative et calculatoire.

Dans le cas **d'effets sans seuil** (substances à effet cancérigène), les résultats sont des **Excès de Risque Individuel** c'est à dire des augmentations de probabilité de développer des effets sanitaires pour un individu suite à son exposition au facteur de risque (ou substance). Le calcul du risque collectif (ou Impact Sanitaire) se fait en multipliant la probabilité d'apparition d'effets par l'effectif de la population concernée. Le résultat obtenu est donc un nombre de cas d'individus.

Dans le cas **d'effets avec seuil**, le risque s'exprime en rapport de dose appelé **Ratio de Danger** : rapport de la dose d'exposition de l'individu ou de la population sur la dose de référence en dessous de laquelle on ne détecte pas d'apparition d'effets sanitaires. Ce résultat permet uniquement de conclure sur la potentielle apparition d'effets mais pas sur leur importance.

3.1.2 ERS relatives aux organismes bactériologiques

Les ERS relatives aux organismes bactériologiques se basent sur une approche qualitative d'appréciation de la présence ou de l'absence de germes pathogènes. Les résultats sont donc non quantitatifs et se résument à une conclusion sur l'absence ou l'existence de risque.

3.1.3 ERS relatives au phytoplancton

Les ERS relatives aux toxines phytoplanctoniques se basent sur une approche qualitative d'appréciation de la présence ou de l'absence d'espèces de phytoplancton toxique. Les résultats sont donc non quantitatifs et se résument à une conclusion sur l'absence ou l'existence de risque.

3.2 Prendre en compte et gérer les incertitudes

La méthode d'évaluation des risques sanitaires décrite dans le chapitre précédent repose sur un ensemble de données dont l'acquisition ou la modélisation peut s'avérer complexe et sensible à différents facteurs de variabilité.

Dans une optique de transparence de la démarche, les incertitudes doivent être identifiées et exposées. Au-delà d'informer les différentes parties prenantes, il s'agit de pouvoir évaluer et justifier de l'adéquation entre les efforts déployés pour caractériser les risques, les enjeux du projet, et les mesures mises en œuvre pour maintenir le risque à un niveau acceptable.

Les analyses de sensibilité sont alors un outil utile pour évaluer le poids des incertitudes sur les résultats finaux de l'ERS. Dans le cadre d'une démarche calculatoire, elles consistent à modifier une ou plusieurs des valeurs de calcul et à observer l'influence sur le résultat final. A noter que dans le cadre des méthodologies proposées dans ce guide, ces analyses de sensibilité ne peuvent être appliquées qu'à la démarche d'évaluation quantitative des risques sanitaires liés aux substances chimiques (cf. ci-avant).

La classification des incertitudes permet en outre de définir si le degré de confiance d'un paramètre peut être amélioré ou non par un effort accru d'évaluation, et si oui par quel(s) moyen(s) (analyses complémentaires des matériaux, renforcement des modèles, etc.). A noter qu'en respect du principe de proportionnalité de l'étude d'impact, la pertinence de déployer cet effort complémentaire doit être apprécié en fonction des enjeux du projet, et des mesures existantes pour gérer le risque *a posteriori* (exemple : modélisations poussées des phénomènes de dispersion vs mise en place de suivis préventifs de la qualité des produits).

On retiendra enfin qu'en raison des incertitudes identifiées, il peut s'avérer impossible de conclure sur l'existence ou non d'un risque sur la santé et sur son importance. Le processus décisionnel et opérationnel de projet se base alors sur l'analyse des incertitudes et définit les modalités de gestion du risque adéquate.

La définition des incertitudes concerne à la fois la caractérisation des sources, l'évaluation de l'exposition des individus, l'évaluation de la toxicité des substances et la caractérisation des risques.

3.2.1 Incertitudes liées aux dangers

3.2.1.1 Caractérisation des sources

Contaminants chimiques

Les incertitudes relatives à la caractérisation chimique des matériaux à draguer peuvent être induites par :

- le plan d'échantillonnage ;
- les modalités de prélèvement (carottage, prélèvement par benne...) ;
- la quantification analytique en laboratoire.

Cette incertitude peut en partie être gérée en suivant la circulaire du 14 juin 2000 réglementant le protocole de caractérisation des matériaux en vue d'une opération de dragage, notamment vis-à-vis de la sélection des points d'échantillonnage, du matériel de prélèvement et de la sélection de laboratoires agréés pour ces analyses. Le guide sur les suivis environnementaux des opérations de dragage et d'immersion fournit par ailleurs des éléments de méthode sur ces analyses et de réflexion sur leur représentativité.

Microorganismes pathogènes

Les incertitudes relatives à la caractérisation bactériologique des matériaux à draguer peuvent être induites par :

- la stratégie d'échantillonnage et la variabilité spatio-temporelle de la présence de ces micro-organismes dans les sédiments ;
- la quantification analytique en laboratoire.

Comme les substances chimiques cette incertitude peut être gérée en suivant les indications d'analyse de la circulaire du 14 juin 2000. Si les enjeux le justifient, la variabilité temporelle peut être réduite par l'augmentation d'analyses échelonnées dans le temps. Il paraît néanmoins illusoire de définir les valeurs réelles de contamination des sédiments au moment des opérations, étant notamment donné la dynamique de décroissance des germes, le temps nécessaire pour les analyser et le temps de décalage entre les analyses et les opérations. A noter qu'on cherchera avant tout à caractériser la présence ou l'absence de germes pathogènes plutôt que d'obtenir une concentration fiable et représentative, celle-ci ne pouvant être valorisée dans la démarche de l'ERS (démarche qualitative).

Phytoplancton toxique

Les incertitudes relatives à la caractérisation phytoplanctonique des matériaux à draguer peuvent être induites par :

- le plan d'échantillonnage et la variabilité spatio-temporelle des efflorescences phytoplanctoniques ;
- la détection et la quantification analytique de kystes spécifiques en laboratoire³.

L'incertitude sur la variabilité spatio-temporelle est généralement maîtrisée par l'intégration d'observations d'efflorescence sur une période de temps de plusieurs années, par le biais notamment du réseau national de surveillance REPHY.

3.2.1.2 Evolution des substances et organismes dans le temps et dans l'espace

Outre la caractérisation de la présence des substances ou organismes dans les sédiments, c'est également leur évolution dans le temps une fois remobilisés dans la colonne d'eau ou la matière vivante qui est sujette à des processus complexes à appréhender. On distingue notamment comme sources d'incertitudes :

- les interactions de mélanges de polluants (effets cocktails) ;

³ Cela n'est réalisé que dans des laboratoires de recherche d'Ifremer et ne peut être mis en oeuvre en routine

- les produits de dégradation ;
- les dynamiques de dispersion / accumulation dans le milieu et la prévision des doses d'exposition aux individus.

3.2.2 Incertitudes liées à la toxicité des contaminants chimiques

Les incertitudes relatives à l'évaluation de la toxicité concernent :

- le choix et la pertinence de la VTR :
 - la définition de cette valeur repose-t-elle sur des données humaines ou des données animales ?
 - les observations réalisées lors d'expérimentation à dose moyenne sont-elles extrapolables vers les faibles doses d'exposition des populations ?
 - les observations sur une population peuvent-elles être transposées à une autre ?
- la possibilité d'une interaction liée à une exposition concomitante à plusieurs polluants produisant des effets de synergie ou d'antagonisme ;
- le risque lié aux substances qui n'ont pas été prises en compte dans l'évaluation en raison d'un manque de données les concernant ;
- l'analogie entre les effets de plusieurs facteurs de risque différents.

3.2.3 Incertitudes liées à l'exposition

Les incertitudes concernant l'évaluation des expositions sont particulièrement marquées dans le contexte maritime et estuarien des opérations de dragage et d'immersion. Elles peuvent porter sur :

- l'évaluation du comportement des sédiments sur la zone de dragage et d'immersion : ces incertitudes sont liées au modèle de dispersion des matériaux et communes aux évaluations des risques sur les écosystèmes. La réduction de ces incertitudes implique généralement un travail conséquent de modélisation, nécessitant lui-même des données physiques complexes à caractériser précisément ;
- l'évaluation du comportement des substances lors des dragages et rejets et à plus long terme sur la zone de dépôt : l'incertitude est liée au manque de connaissances scientifiques, à la variabilité des facteurs utilisés (K_p , $K_{mes-eau}$...) et au manque de données sur le devenir des sédiments. Ces incertitudes sont difficiles à améliorer dans le cadre des études d'impact des projets ;
- la méthodologie du TGD et les hypothèses associées :
 - hypothèse d'un état d'équilibre entre la phase solide et la phase liquide dans le milieu aquatique ;
 - hypothèse sur la distribution des contaminants dans les compartiments du sédiment et entre l'eau, le sédiment et le carbone organique ;
 - hypothèse d'une similarité de sensibilité aux contaminants entre les organismes benthiques et les organismes pélagiques ;

- hypothèse d'une contamination des organismes benthiques par l'intermédiaire de l'eau interstitielle (et non pas par le biais de l'ingestion de particules solides du sédiment).
- la non prise en compte de la dégradation des substances chimiques ;
- la méthode de conversion entre le biote et l'eau présente des facteurs d'incertitude importants : elle ne permet pas la prise en compte des éventuels processus de métabolisation de la substance qui ont lieu dans l'organisme (processus a priori inexistant chez les mollusques). Il existe la plupart du temps des incertitudes sur le facteur de bioconcentration (BCF) et c'est donc la valeur la plus forte qui est utilisée dans les calculs ;
- les consommateurs : il s'agit pour l'essentiel des consommateurs des produits de la mer susceptibles d'être contaminés par les matériaux de projet. Il s'agit le plus souvent d'une population diffuse, potentiellement très étendue sur le territoire. Il est alors complexe d'évaluer tant les données de consommation que les données d'identité des consommateurs.

3.3 Gérer le risque

3.3.1 Alimenter le processus décisionnel

Dans la lignée des objectifs de l'étude des impacts du projet sur l'environnement, l'ERS alimente avant tout le processus décisionnel du projet. Ses résultats doivent permettre de répondre aux questions essentielles suivantes : Faire ? Ne pas faire ? Faire autrement ?

Il peut ainsi être jugé à ce stade que les risques attendus sont :

- acceptable dans l'état actuel de définition du projet ;
- inacceptable sous quelque forme que ce soit du projet ;
- acceptable sous condition d'adaptation du projet.

Pour ce dernier point, les adaptations peuvent prendre la forme de mesures d'évitement ou de réduction des effets et donc des risques, ou la forme de suivis ciblés. Ces deux approches sont souvent interdépendantes et mises en œuvre conjointement.

3.3.2 Définir une stratégie de suivi adaptée

L'objectif majeur d'un suivi environnemental est la préservation de l'environnement soit par le biais de suivis en temps réel permettant une adaptation directe du projet par la mise en œuvre d'actions correctives, soit par le biais de suivis de moyen et long termes visant une amélioration itérative des projets par retour d'expérience. Appliqués aux impacts sanitaires, les suivis servent à préserver la santé des populations et s'inscrivent avant tout dans une stratégie de prévention. Deux types de suivis peuvent alors être distingués :

- les suivis sur-mesure pouvant être mis en œuvre dans le cadre du projet pour répondre au mieux à ses spécificités ;
- les réseaux de surveillance existants pouvant être mis à contribution pour le suivi des effets du projet.

3.3.2.1 Définir des suivis spécifiques aux risques sanitaires

Le guide sur les suivis environnementaux des opérations de dragage et d'immersion constitue un document méthodologique d'accompagnement à la conception de suivis environnementaux.

Il propose, notamment dans son chapitre 4, des éléments de réflexion sur l'opportunité de mettre en œuvre des suivis environnementaux. Ces éléments de réflexion sont proposés pour chaque composante de l'environnement. L'annexe technique de ce guide présente quant à elle les méthodes de suivi détaillées.

Les schémas d'exposition décrits dans le chapitre précédent illustrent les possibles suivis pouvant servir la maîtrise des risques sanitaires.

■ Suivre la qualité des eaux pour maîtriser l'étendue des effets

L'eau est le premier vecteur de dispersion des matériaux et des contaminants qui leurs sont associés. Afin de maîtriser cette dispersion vers des sites sensibles sur le plan sanitaire, et face aux incertitudes qui entourent généralement cette dispersion et son étendue dans l'espace, le suivi de la qualité des eaux peut constituer une première mesure de gestion du risque sanitaire. Il peut être assorti de prescriptions opérationnelles visant à limiter cette étendue (arrêt des opérations pour réduire la dispersion par exemple) ou induire le déclenchement de suivis complémentaires (suivi de la qualité de la matière vivante si atteinte d'un gisement ou d'un parc d'élevage par exemple).

■ Suivre la qualité des eaux pour maîtriser la nature des effets

Face à certaines incertitudes sur les phénomènes même de contamination de la colonne d'eau (relargage de contaminants, possibles efflorescences phytoplactoniques, ...), les suivis sont des outils de vérification des effets réels engendrés par le projet sur l'environnement. En affinant la description de ces effets intermédiaires, les suivis contribuent à réduire *a posteriori* les incertitudes des ERS et, le cas échéant, permettent d'améliorer la maîtrise des risques par le déclenchement de mesures correctives.

■ Suivre la qualité de la matière vivante pour supprimer le risque

En cas d'atteinte d'une ressource de pêche ou d'élevage, le suivi de la qualité des animaux, notamment vis-à-vis des normes de consommation existantes, permet de garantir leur innocuité vis-à-vis de la santé des consommateurs, et le cas échéant, d'enclencher les mesures de restriction de distribution des produits nécessaires.

3.3.2.2 Intégration des réseaux de surveillance existants

Plusieurs réseaux d'observation et de surveillance de la mer côtière sont en place sur le littoral français. Ils veillent à la qualité des milieux afin notamment de protéger les usagers du milieu marin contre des risques sanitaires provoqués par des phénomènes divers : contamination accidentelle d'origine humaine, efflorescence de phytoplancton toxique, etc. Ces réseaux permettent en outre de satisfaire les besoins en matière de :

- respect de la réglementation sanitaire relative à la salubrité des coquillages des zones de pêche et de production conchylicoles ;
- respect de la réglementation sanitaire relative à la qualité des eaux de baignade.

Les informations fournies par ces réseaux peuvent être mises à contribution des suivis relatifs aux risques sanitaires des opérations de dragage et d'immersion, à condition que leurs caractéristiques soient concordantes avec les enjeux du projet :

- localisation des points de contrôle par rapport à la localisation des effets du projet ;
- fréquence et saisonnalité des contrôles par rapport à la temporalité (occurrence et durée) des effets du projet ;
- contaminants suivis.

Les réseaux nationaux d'intérêt pour l'évaluation des risques sanitaires sont décrits ci-après. Les caractéristiques de ces réseaux pouvant permettre d'apprécier une éventuelle contribution à un programme de suivi environnemental de dragage et d'immersion sont présentées.

3.3.2.3 Réseau REMI : suivi microbiologique



Le REMI, **réseau de contrôle microbiologique des zones de production conchylicoles** effectue la surveillance sanitaire des zones conchylicoles classées dans les conditions prévues par la réglementation.

Il comprend un dispositif de surveillance régulière et un dispositif d'alerte.

Le dispositif de surveillance régulière vérifie que le niveau de contamination microbiologique de chaque zone de production reste conforme au classement défini dans les arrêtés préfectoraux et dépistent les épisodes inhabituels de contamination.

Le dispositif d'alerte est déclenché par les résultats de la surveillance qui dépassent ou risquent de dépasser les normes définissant les classes de qualité, ou en cas de risque de contamination (rejet polluant, orage), voire d'épidémie constatée ou présumée d'origine coquillière.

Couverture géographique	Surveillance de 299 zones classées parmi les 468 zones classées A, B ou C par l'administration (2009). Le ou les points de suivi sont situés dans un ou plusieurs secteurs potentiellement impactés par les sources de contamination de façon à ce qu'ils permettent la mise en œuvre du dispositif d'alerte dès que nécessaire.
Fréquence et période des analyses	Dans le cadre de la surveillance régulière, les prélèvements de coquillages sont effectués mensuellement, ou si le niveau de contamination de la zone est stable de façon bimestrielle. Dans le cas d'une alerte, un nouveau prélèvement est réalisé sous 48h puis de manière hebdomadaire jusqu'à la levée de l'alerte
Contaminants analysés	Les indicateurs de contamination fécale mesurés dans les échantillons de coquillages sont les bactéries Escherichia coli.
Pour en savoir plus	http://envlit.ifremer.fr/surveillance/microbiologie_sanitaire/presentation

3.3.2.4 Le REPHY : suivi du phytoplancton et des phycotoxines



Le REPHY, réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines est un réseau national qui a pour objectifs :

- d'observer l'ensemble des espèces phytoplanctoniques des eaux côtières, et de recenser les événements tels que les eaux colorées, les efflorescences exceptionnelles et les proliférations d'espèces toxiques ou nuisibles pour la faune marine,
- de surveiller plus particulièrement les espèces produisant des toxines dangereuses pour les consommateurs de coquillages.

Ces objectifs sont complémentaires, puisque la surveillance régulière de l'ensemble des espèces phytoplanctoniques permet la détection des espèces toxiques et nuisibles connues, mais également d'espèces potentiellement toxiques. C'est la présence de ces espèces toxiques dans l'eau qui déclenche la surveillance des toxines dans les coquillages.

La surveillance exercée par le REPHY s'applique aux coquillages dans leur milieu naturel, c'est à dire dans les zones de production (parcs, filières, bouchots, etc.) ou dans les zones de pêche professionnelle (sous réglementation française pour les gisements au large).

Couverture géographique

Des prélèvements d'eau sont effectués sur une soixantaine de points répartis sur l'ensemble du littoral. Lors des occurrences d'espèces toxiques, la surveillance est renforcée : des points supplémentaires sont activés (200 points mobilisables au total) et les coquillages des secteurs concernés sont inclus dans l'analyse.

Fréquence et période des analyses	<p>Des prélèvements d'eau sont effectués toute l'année pour déceler les espèces de phytoplancton toxique.</p> <p>Pour les espèces qui ne contaminent les coquillages qu'à condition d'être présente en forte concentration dans l'eau, le dépassement du seuil d'alerte sur un prélèvement d'eau entraîne l'échantillonnage des coquillages à fréquence hebdomadaire.</p> <p>Pour les espèces de phytoplancton, les espèces de coquillage ou les zones pour lesquelles une recherche systématique des toxines s'impose, le calendrier de prélèvement et d'analyse des coquillages est calé sur les zones et périodes à risque⁴ :</p> <ul style="list-style-type: none"> • toxines lipophiles : échantillonnage hebdomadaire en période de risque et sur zone à risque ; • gisements du large et de grande profondeur : échantillonnage tous les quinze jours en période de pêche et hebdomadaire en cas d'alerte • oursins de Méditerranée : échantillonnage mensuel avant et pendant la période de pêche.
Contaminants analysés	Coquillages : phycotoxines.
Pour en savoir plus	http://envlit.ifremer.fr/surveillance/phytoplancton_phycotoxines/presentation

3.3.2.5 Le ROCCH : suivi des contaminants chimiques



Le ROCCH, **réseau d'observation de la contamination chimique du littoral**, a pour objectif de répondre aux obligations nationales, communautaires et internationales de surveillance chimique⁵.

La surveillance des contaminants chimiques est effectuée dans les trois matrices marines, eau, biote et sédiment. De plus, pour le compte de la DGAL (Direction Générale de l'ALimentation), le ROCCH effectue le suivi chimique des zones de productions conchylocoles.

⁴ Les zones à risque correspondent dans le cadre du REPHY à des zones marines dans lesquelles un résultat supérieur au seuil sanitaire a été observé au moins une année, sur une période de référence définie comme les trois dernières années d'observation.

Les périodes à risque recouvrent l'ensemble des mois à risque pour chacune des zones à risque, sachant qu'un résultat supérieur au seuil sanitaire sur un mois d'une des trois dernières années conduit à définir le mois concerné comme un mois à risque.

A noter que ces zones et périodes sont spécifiques aux particularités géographiques, à la physiologie des espèces de coquillage et aux caractéristiques physico-chimiques des toxines concernées.

⁵ Application de la DCE (Directive cadre sur l'Eau) et conventions OSPAR (OSlow PARis) et de Barcelone.



Couverture géographique	<p>La surveillance sanitaire du réseau ROCCH porte sur les zones conchylicoles classées A, B ou C afin d'en évaluer les niveaux de contamination chimique des coquillages en zones classées et d'en suivre l'évolution.</p> <p>A noter que le ROCCH surveille également des sites non directement représentatifs de zones de production mais de zones d'apports importants pouvant conditionner le devenir des zones adjacentes (estuaires par exemple).</p>
Fréquence et période des analyses	<p>La surveillance sanitaire s'effectue dans les coquillages en février, sur toutes les zones classées « surveillance sanitaire » et sur les espèces réellement exploitées. On estime en effet en matière de chimie que les évolutions sont lentes et que les niveaux de contamination ne varient pas significativement d'une année sur l'autre. Les teneurs en contaminants sont en effet proches du maximum annuel en fin d'hiver, assurant une protection optimale du consommateur.</p>
Contaminants analysés	<p>La surveillance sanitaire porte aujourd'hui sur les trois métaux réglementés (cadmium, plomb et mercure), les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) représentés par le benzo(a)pyrène, et enfin les dioxines et PCB (PolyChloroBiphényles) de type dioxine (PCB-DL).</p> <p>Il convient toutefois de préciser que seuls les métaux et les contaminants organiques hydrophobes (ex. HAP, PCBs, insecticides organochlorés) sont concernés par cette stratégie de surveillance. Les contaminants organiques hydrophiles (nombreux pesticides) ne peuvent être suivis par ce type de surveillance.</p>
Pour en savoir plus	<p>http://envlit.ifremer.fr/surveillance/contaminants_chimiques/presentation</p>

3.3.2.6 Réseaux de surveillance des eaux de baignade

Des suivis réguliers des eaux de baignade sont réalisés par l'ARS dans le cadre de la surveillance de la qualité des eaux de baignade à raison d'une fréquence d'environ une analyse tous les 10 jours.

Le délai d'analyse est de 48 heures et les résultats obtenus sont ainsi ponctuels et *a posteriori* et ne permettent pas une prévention immédiate de l'exposition aux risques de pollution occasionnels.

Dans le cadre de leurs obligations vis-à-vis de la nouvelle directive baignade, les communes doivent réaliser, en parallèle de la surveillance réglementaire des eaux de baignade effectuée par l'ARS, un autocontrôle complémentaire de leurs eaux de baignade appuyant une démarche de gestion active (analyse chaque matin avant l'ouverture des plages) et de gestion de crise (à tout moment de la journée sur demande express des communes). Les méthodes d'analyses effectuées dans le cadre de ces contrôles fournissent des résultats quasi instantanés.

geode

Nous contacter

courriel : ***geode@nantes.port.fr***

téléphone contact : **02 40 44 20 99**

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