



HAL
open science

Évaluation et limitation des impacts sur la qualité physico-chimique des milieux aquatiques lors des opérations de dragage de sédiments continentaux : synthèse des enjeux

Benoît Hazebrouck

► To cite this version:

Benoît Hazebrouck. Évaluation et limitation des impacts sur la qualité physico-chimique des milieux aquatiques lors des opérations de dragage de sédiments continentaux : synthèse des enjeux. INERIS; OFB. 2012, 33p. hal-03950736

HAL Id: hal-03950736

<https://hal.science/hal-03950736>

Submitted on 22 Jan 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

RAPPORT D'ÉTUDE

20/03/2012

INERIS-DRC-12-92636-03129B

**Evaluation et limitation des impacts sur la
qualité physico-chimique des milieux
aquatiques lors des opérations de dragage de
sédiments continentaux :**

Synthèse des enjeux

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable |

Evaluation et limitation des impacts sur la qualité physico-chimique des milieux aquatiques lors des opérations de dragage de sédiments continentaux :

Synthèse des enjeux

ONEMA (action 2011 n°31), Interreg IV C

Personnes ayant participé à l'étude : Benoît HAZEBROUCK, Lionel MANCIOPPI, Rodrigue MACKOSSO MOUELLE, Flore REBISCHUNG

Remerciements : VNF Siège National et Directions Territoriales Nord-Pas-de-Calais, Nord-Est, Centre-Est, Saône-Rhône-Méditerranée, Service Public de Wallonie, CNR, CETMEF, qui ont bien voulu répondre à nos questions sur les pratiques de dragage.

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Benoît HAZEBROUCK	Rodolphe GAUCHER	Martine RAMEL
Qualité	Ingénieur de l'Unité « Comportement des contaminants dans les sols et matériaux »	Responsable de l'Unité « Comportement des contaminants dans les sols et matériaux »	Responsable du Pôle « Risques et technologies durables »
Visa			

RESUME

L'accumulation de sédiments dans les ports, les chenaux d'accès, les canaux, les rivières et les fleuves entrave la circulation des bateaux. De plus, lorsqu'ils sont pollués, ces sédiments impactent la qualité chimique des milieux aquatiques. Des opérations de dragage sont réalisées, pour rétablir le bon usage des cours d'eau le plus souvent et parfois pour améliorer la qualité des milieux aquatiques.

Ce document présente les enjeux et perspectives des travaux réalisés par l'INERIS depuis 2009 en lien avec la problématique de l'évaluation et de la limitation des impacts sur la qualité physico-chimique des milieux aquatiques lors des opérations de dragage de sédiments continentaux. L'optique de ces travaux est d'apporter des connaissances pouvant contribuer à l'amélioration continue des pratiques en matière de dragages continentaux.

Avant 2008-2012, la maîtrise des impacts des opérations de dragages continentaux sur la qualité physico-chimique du milieu aquatique était peu intégrée en France dans la réglementation et dans les pratiques. Pourtant, lors des opérations de dragage dans la voie d'eau (par opposition au dragage à sec), les sédiments sont placés en contact direct avec l'eau, pouvant aller jusqu'à une mise en suspension complète dans le cas des dragages hydrauliques, et à un passage de l'état adsorbé sur le matériel particulaire à l'état dissous dans la phase aqueuse.

Avec la modification de la nomenclature des Installations Classées¹ d'avril 2010 et la classification des dragages d'entretien au titre de la Loi sur l'Eau² en janvier 2012, anticipée dans les pratiques à partir de 2008 environ, cette intégration s'est nettement renforcée. L'encadrement réglementaire des dragages continentaux comprend ainsi à présent :

- des obligations génériques de suivi de rejets et des seuils de rejets aussi bien en concentrations qu'en flux (hormis pour les eaux de ressuyage des sédiments inertes au sens de la réglementation déchets) ;
- pour les dragages d'entretien, des obligations génériques de suivi de la température et de l'oxygène dissous dans le cours d'eau en aval immédiat du dragage, et des concentrations minimales en oxygène dissous associées ;

¹ http://www.ineris.fr/aida/?q=consult_doc/navigation/2.250.190.28.6.2240/5

² Loi n°2006-1772 du 30/12/06 sur l'eau et les milieux aquatiques, codifiée en particulier dans les articles L.214-1 et suivants du Code de l'Environnement
(http://www.ineris.fr/aida/?q=consult_doc/consultation/2.250.190.28.8.85)

- une étude d'incidence et des prescriptions au cas par cas, qui peuvent notamment reprendre, pour les dragages d'investissements, les obligations génériques applicables aux dragages d'entretien.

Une hiérarchisation synthétique des impacts physico-chimiques selon les modalités de dragage est proposée ici compte tenu des pratiques observées et de la réglementation en vigueur en 2012. Elle met en évidence différents ampleurs d'impact suivant les modalités de dragage (extraction et post-extraction) et les paramètres considérés (MES, autres paramètres physiques, polluants sous forme dissoute ou polluants sous forme particulaire).

Le suivi et l'appréciation pratiques des impacts d'une opération de dragage continental sur la qualité physico-chimique du milieu aquatique se heurtent à des difficultés météorologiques, qui peuvent en augmenter le coût, mais aussi à des difficultés d'appréciation de la gravité de l'impact, impact généralement contrebalancé par une utilité intrinsèque sur la voie d'eau. Un élargissement du suivi aux impacts sur les écosystèmes pourrait aider à éclairer cette appréciation. Un tel suivi relève du domaine de la recherche méthodologique actuellement.

Les difficultés sont moindres pour le suivi réglementaire et la maîtrise du rejet des opérations de ressuyage et de séparation/déshydratation.

Différents moyens opérationnels permettent de réduire les impacts de l'opération sur le milieu : dragues spécifiques, écran de protection, ré-oxygénateur mobile, ... Ces moyens sont peu utilisés dans la pratique, du fait des contraintes de chantier et des surcoûts qu'ils impliquent.

Il ressort de cette analyse que, suite aux récentes évolutions réglementaires, **les enjeux résiduels** de la question des impacts des opérations de dragage continental sur la qualité physico-chimique du milieu aquatique **portent sur** :

- la bonne application des nouvelles règles au titre des installations classées et de la Loi sur l'eau, notamment concernant les rejets des opérations post-extraction ;
- l'évaluation des impacts de la remise en suspension lors de l'extraction mécanique des sédiments dans la voie d'eau. L'enjeu porte ici sur :
 - la connaissance générale pratique de ces impacts par retour d'expérience sur études de cas ;
 - la mise au point de la méthodologie de suivi et surtout d'interprétation ;
 - le niveau d'exigence du suivi à prescrire, au-delà du contrôle de l'oxygène dissous en aval immédiat du dragage.

Ce document est réalisé dans le cadre de la convention de partenariat de l'INERIS avec l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (action N°31, 2011) d'une part, et du projet Interreg Gedset (« Gestion Durable des Sédiments Transfrontaliers ») d'autre part.

TABLE DES MATIERES

1. GLOSSAIRE ET LEXIQUE	8
2. INTRODUCTION	9
3. TRAVAUX REALISES PAR L'INERIS DEPUIS 2009.....	10
4. SCHEMA CONCEPTUEL	11
4.1 Terme source : les sédiments.....	11
4.2 Phase d'extraction des sédiments	11
4.3 Phase de gestion immédiate des sédiments extraits.....	13
5. REGLEMENTATION ET PRATIQUES	14
5.1 Ensemble de l'opération de dragage	14
5.2 Gestion immédiate des sédiments extraits	18
6. CONNAISSANCE ET APPRECIATION DES IMPACTS.....	23
7. SYNTHESE	24
8. CONCLUSION.....	28
9. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	30
10. LISTE DES ANNEXES.....	32

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Représentation schématique de différents types de dragues mécaniques et hydrauliques	12
Figure 2 : Dragage mécanique dans la voie d'eau et mise en dépôt des sédiments	13
Figure 3 : Installation de séparation liquide/solide de sédiments dragués	22

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Modalités de gestion immédiate des sédiments extraits et modes d'impact associés.....	14
Tableau 2 : Hiérarchisation des impacts physico-chimiques selon les modalités de dragage dans la voie d'eau.....	27

1. GLOSSAIRE ET LEXIQUE

COT	Carbone Organique Total
DBO ₅	Demande Biochimique ou Biologique en Oxygène pour 5 jours
DCO	Demande Chimique en Oxygène
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
ICPE	Installation classée pour la protection de l'Environnement
MES	Matières en Suspension
NPdC	Nord-Pas-de-Calais
NQE	Normes de Qualité Environnementale
ONEMA	Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques
PCB	PolyChloroBiphényles
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
VNF	Voies Navigables de France

Eaux de ressuyage	Eaux récupérées par le mécanisme de drainage naturel des sédiments aérés, et de migration de l'eau en excès
Lit mineur d'un cours d'eau	Espace occupé, en permanence ou temporairement, par un cours d'eau (à distinguer du lit majeur, qui inclut l'espace occupé lors des plus grandes crues)
Opération post extraction	Ensemble des opérations mises en œuvre pour la gestion des sédiments une fois dragués (remise dans la voie d'eau, ressuyage en bassin, séparation ou déshydratation active en bassin...)

2. INTRODUCTION

L'accumulation de sédiments dans les ports, les chenaux d'accès, les canaux, les rivières et les fleuves entrave la circulation des bateaux. De plus, lorsqu'ils sont pollués, ces sédiments impactent la qualité chimique des milieux aquatiques. Des opérations de dragage sont réalisées, pour rétablir le bon usage des cours d'eau ou améliorer la qualité des milieux aquatiques.

Si la gestion des sédiments dragués focalise les préoccupations, l'impact des travaux de dragage eux-mêmes sur les milieux aquatiques semble moins finement pris en compte dans les pratiques actuelles : les contrôles et suivis des impacts potentiels des opérations de dragage sur les milieux sont rares, et limités généralement à la mesure de paramètres globaux (MES, DCO, DBO₅, ...) sans prendre en considération les flux de polluants remobilisés. Pourtant, lors de ces travaux, les sédiments sont placés en contact direct avec l'eau, pouvant aller jusqu'à une mise en suspension complète dans le cas des dragages hydrauliques, et à un passage de l'état adsorbé sur le matériel particulaire à l'état dissous dans la phase aqueuse.

Le Grenelle de l'Environnement et les lois associées³ ont souligné la nécessité d'une amélioration de la gestion des sédiments. Il est en effet nécessaire de limiter l'impact des travaux de dragage et de la gestion à terre des sédiments extraits sur la qualité des milieux récepteurs. Le développement de modes de gestion fiabilisés permettra d'assurer une gestion optimale des sédiments pollués des cours d'eau dans le cadre d'un processus de valorisation construit et durable.

Ce document présente les enjeux et perspectives des travaux réalisés par l'INERIS depuis 2009 sur la problématique de l'évaluation et de la limitation des impacts sur la qualité physico-chimique des milieux aquatiques lors des opérations de dragage de sédiments continentaux. L'optique de ces travaux est d'apporter des connaissances pouvant contribuer à l'amélioration continue des pratiques.

Cette synthèse est réalisée dans le cadre de la convention de partenariat de l'INERIS avec l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (action N°31, 2011) d'une part, et du projet Interreg Gedset (« Gestion Durable des Sédiments Transfrontaliers ») d'autre part.

³ Loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, dite « loi Grenelle 1 » (<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020949548>) et loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite « loi Grenelle 2 » (<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022470434>)

3. TRAVAUX REALISES PAR L'INERIS DEPUIS 2009

Les travaux réalisés par l'INERIS depuis 2009 concernant la problématique de l'évaluation et de la limitation des impacts sur la qualité physico-chimique des milieux aquatiques lors des opérations de dragage de sédiments continentaux sont les suivants :

- Acquisition de retour d'expérience sur les pratiques des opérations de dragage en France et en Wallonie :
 - interview de gestionnaires de voies d'eau (Voies Navigables de France - VNF : Siège National et Directions Territoriales Nord-Pas-de-Calais, Nord-Est, Centre-Est, Saône-Rhône-Méditerranée ; Service Public de Wallonie ; CNR) et d'organismes d'expertise (CETMEF,...), selon un questionnaire dont la partie « impact des opérations de dragage » est reproduite en Annexe 1,
 - consultation de la littérature grise, de la réglementation, d'arrêtés préfectoraux d'autorisation de dragage,
 - participation à des projets de R&D et à des opérations de dragage (2009-2011), et échanges associés avec divers opérateurs ;
- Etude bibliographique française et internationale, auprès de la littérature scientifique et des organismes publics, entreprises et structures collectives du domaine de l'eau et des milieux aquatiques pertinents (2010 ; INERIS, 2010b⁴).
- Participation à une campagne de mesure d'impact sur un dragage mécanique (substances émergentes sur le canal de Lens, 2010 : INERIS, 2011), sous le pilotage de l'Ecole des Mines de Douai, en collaboration avec l'Institut Scientifique des Services Publics (ISSeP) de Wallonie et en partenariat avec les Voies Navigables de France - VNF, maître d'ouvrage.
- Recherche d'une opération de dragage hydraulique en milieu continental pour un suivi similaire, et conception d'un programme de travail adapté (2011 ; INERIS, 2012a). Aucun site n'a été trouvé qui correspondît aux critères de sélection.
- Les enseignements acquis sur 2009-2012 seront rendus sous forme de recommandations pour l'évaluation et la limitation des impacts sur la qualité physico-chimique des milieux aquatiques lors des opérations de dragage de sédiments (par exemple fiches de bonnes pratiques ; 2012).

Cette synthèse est fondée sur l'ensemble des travaux réalisés jusqu'ici. Elle s'appuie également sur la connaissance des sédiments continentaux acquise dans le cadre d'autres travaux pour l'ONEMA et le projet Gedset (INERIS, 2010b, 2012b).

⁴ Les mesures réglementaires (au titre de la Loi sur l'Eau) sur la qualité des eaux de ressuyage de sédiments mis en dépôt, eaux ensuite rejetées dans le cours proche, n'ont pas été intégrées à cette étude bibliographique.

4. SCHEMA CONCEPTUEL

On entend ici par « travaux de dragage » les phases d'extraction des sédiments du fond du cours d'eau et de gestion immédiate des sédiments au niveau de la voie d'eau (évacuation hors zone, remise dans la voie d'eau, séparation/déshydratation). La gestion ou valorisation ultérieure à terre en est exclue.

4.1 TERME SOURCE : LES SEDIMENTS

La nature et le degré de pollution des sédiments reflètent l'historique des apports reçus par le cours d'eau, notamment sous forme particulaire, en lien avec les activités humaines environnantes : ruissellement depuis des surfaces agricoles, eaux pluviales, rejets industriels ou de stations d'épuration, pollutions liées au transport fluvial (chargement, déchargement, navigation,...), ... Ces apports sont anciens ou récents suivant l'âge des sédiments.

Les polluants rencontrés sont (INERIS, 2010b, 2011, 2012b) :

- des polluants "classiques" : métaux lourds, notamment cadmium, zinc, plomb, cuivre, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), polychlorobiphényles (PCB), chloroforme, ion ammonium,... ;
- des polluants d'intérêt émergent : notamment des phtalates (DEHP), des organoétains (monobutylétain et tributylétain), des alykylphénols (4-(para)-nonylphénol), des retardateurs de flamme polybromés (polybromodiphényléthers – PBDE), ...

Les pollutions sont plus variées en polluants et plus élevées en teneur sur les voies navigables du Nord-Pas-de-Calais et de Wallonie.

Les conditions physico-chimiques des sédiments se caractérisent en outre par un potentiel redox faible (milieu réducteur, faible oxygénation), un pH légèrement plus acide que celui de la colonne d'eau, et des spéciations en conséquence des éléments présents (ammonium, sulfures,...).

4.2 PHASE D'EXTRACTION DES SEDIMENTS

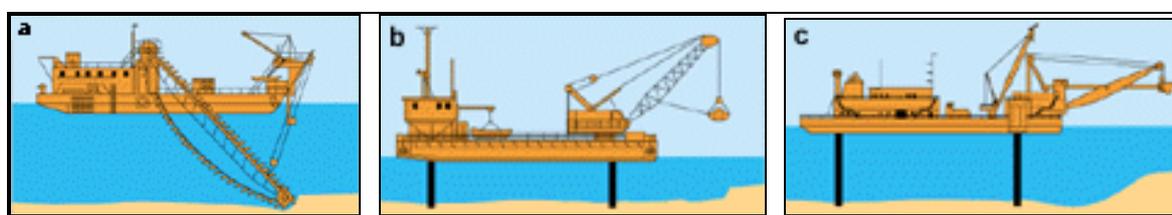
Lors de l'extraction des sédiments du fond du cours d'eau, les sédiments sont remis en suspension dans l'eau, partiellement pour un dragage mécanique ou complètement pour un dragage hydraulique (Figure 1). Il s'ensuit plusieurs mécanismes d'impact sur la qualité physico-chimique des eaux (d'après INERIS, 2010b) :

- présence accrue de matière en suspension (MES), d'éléments nutritifs et de polluants adsorbés sur cette MES, et en corollaire augmentation de la turbidité, de la demande chimique en oxygène (DCO), et diminution de la teneur en oxygène dissous ;
- mélange de l'eau de la rivière avec l'eau interstitielle des sédiments, aux conditions plus réductrices et légèrement plus acides, et présentant des polluants dissous à l'équilibre avec les sédiments ;

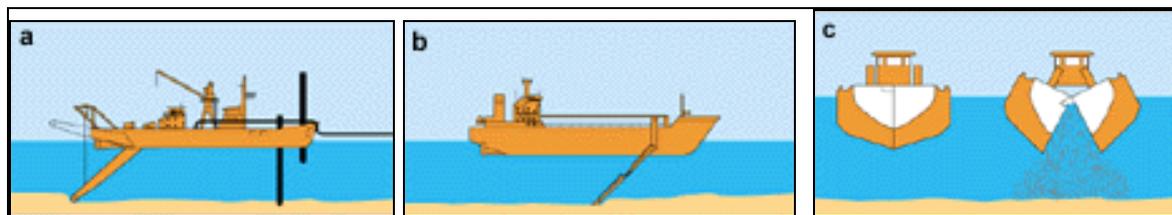
- remobilisation sous forme dissoute de polluants préalablement adsorbés sur les sédiments, par contact direct avec l'eau. Cette solubilisation peut être affectée (par exemple renforcée pour le zinc), par le changement des conditions d'oxydo-réduction, moins réductrices et acides dans la colonne d'eau.

Seule une partie de ces impacts sur le milieu aquatique, y compris des impacts chimiques, est liée à la pollution éventuelle des sédiments.

L'extraction peut aussi être réalisée à sec. C'est notamment la pratique de la Direction Territoriale Centre-Est de VNF. Dans ce cas, un bief (canal de navigation entre deux écluses) est mis à sec les sédiments sont dragués à l'aide d'une pelleuse. L'impact sur la qualité physico-chimique des eaux lors de l'extraction est, dans ce dernier cas, nul.



a) drague à godets ; b) drague à benne ; c) drague à pelle. Source : Ifremer 2008



a) aspiratrice stationnaire avec conduite de refoulement ; b) aspiratrice en marche ; c) dragues fendables. Source : Ifremer 2008

Figure 1 : Représentation schématique de différents types de dragues mécaniques et hydrauliques



Mouvement de la pelle sur le ponton et extraction des sédiments dans le canal



Pousseur de barge (environ 500 m³ de boue de dragage)



Plateforme de chargement des camions



Déchargement du camion (environ 20 m³) dans le site de dépôt



Vue panoramique du site de dépôt [vers Loison-sous-Lens]

Figure 2 : Dragage mécanique dans la voie d'eau et mise en dépôt des sédiments

4.3 PHASE DE GESTION IMMEDIATE DES SEDIMENTS EXTRAITS

La gestion immédiate des sédiments extraits se fait selon l'une des modalités reportées dans le Tableau 1 avec leurs modes d'impact associés. Le point de rejet diffère de celui de l'extraction, sauf dans le cas d'une remise en suspension sans extraction hors de la voie d'eau.

Tableau 1 : Modalités de gestion immédiate des sédiments extraits et modes d'impact associés

Modalités de gestion immédiate	Modes d'impact
Evacuation hors zone ⁵	Pas d'impact
Remise dans la voie d'eau, par clapage ou remise en suspension	Identique à l'extraction ; dispersion particulièrement importante dans le cas de la remise en suspension
Ressuyage en bassin, pour décantation, avec rejet des eaux dans la voie d'eau	Présence de polluants dissous ou adsorbés à la MES résiduelle.
Séparation/déshydratation active (hydrocyclonage, filtration et/ou décantation) avec rejet des eaux excédentaires dans la voie d'eau	Présence de polluants dissous ou adsorbés à la MES résiduelle, et éventuellement de produits ajoutés pour favoriser la décantation

5. REGLEMENTATION ET PRATIQUES

5.1 ENSEMBLE DE L'OPERATION DE DRAGAGE

D'après le retour d'expérience recueilli mi-2009, un suivi de l'impact du dragage proprement dit sur le milieu aquatique n'était alors réalisé que pour certaines opérations où un arrêté préfectoral autorisant l'opération le requerrait, voire de façon systématique pour la Compagnie Nationale du Rhône⁶. Il se limitait alors à un ou quelques paramètres prescrits par l'arrêté préfectoral (oxygène dissous, MES ou turbidité...).

La mise en œuvre de moyens spécifiques de prévention des impacts, tels que d'un ré-oxygénateur mobile dans la voie d'eau, est peu courante, mais existe (un cas au moins de mise en place d'un ré-oxygénateur mobile). Elle peut survenir sur des dragages présentant des risques particuliers.

⁵ D'après le retour d'expérience recueilli par l'INERIS, l'évacuation hors zone sans opération post-extraction est notamment pratiquée par la Direction Territoriale Centre-Est de VNF après extraction à sec : les sédiments dragués ne subissent pas de ressuyage et sont transportés par camion sur une courte distance pour l'acheminement aux différentes filières de valorisation (épandage, remblaiement de carrière, renforcement de berges). Il s'agit de sédiments peu ou pas pollués.

⁶ Suivi systématique de la MES en amont et en aval, pour des dragages essentiellement de restauration du milieu sur des bras de navigation et d'entretien, avec remise en suspension des sédiments (en aval et en amont). Ces dragages ne sont pas soumis à autorisation (1 seul dossier d'autorisation sur plus de 80 dragages de restauration du milieu et d'entretien par an), mais sont gérés au sein d'un plan de gestion. La différence amont/aval de la MES est appréciée suivant trois classes prédéfinies de valeurs.

En 2009, seuls les dragages d'investissement⁷ étaient soumis à déclaration ou autorisation (au titre de la rubrique 3.1.2.0⁸ de la Loi sur l'Eau, articles L.214-1 et suivants du Code de l'Environnement). L'arrêté type correspondant⁹ prévoit que les travaux évitent ou limitent autant que possible les perturbations sur le milieu aquatique (Art. 4), compte-tenu notamment de la sensibilité de l'écosystème (Art. 5). Le déclarant rend compte à la police de l'eau des mesures prises et des effets qu'il a identifiés sur le milieu (Art. 10).

Par exemple, l'arrêté préfectoral d'autorisation préalable de mise à la classe Va du Grand Gabarit Section Escaut (Dourges-Mortagne) du 30 novembre 2005 prescrit un suivi de l'oxygène dissous de façon précise, mais sans fixer de seuil. Cet arrêté prévoit toutefois qu'une « *procédure de gestion de chantier de dragage en fonction de son incidence sur les eaux de l'Escaut sera mise en place conformément au dossier d'autorisation* ». En outre, l'arrêté prescrit : « *afin de limiter les impacts de curage sur la faune piscicole, l'opération de curage et d'approfondissement se fera dans la période mi-juillet, mi-mars* ».

Les dragages d'entretien et d'assainissement ne sont classés au titre de la Loi sur l'Eau que depuis le 1^{er} janvier 2012, le plus souvent avec un régime d'autorisation¹⁰. L'arrêté type correspondant, également applicable aux dragages

⁷ Le dragage d'investissement vise à « *modifier les caractéristiques initiales du cours d'eau ou du canal, à créer des canaux, etc. (ex : canalisation d'une rivière, élargissement, approfondissement...)* » ; le dragage d'entretien vise à « *rétablir les caractéristiques initiales du cours d'eau ou du canal dans sa largeur et sa profondeur naturelles ou d'origine* » (pratique la plus fréquente) ; le dragage d'assainissement vise à « *retirer des sédiments contaminés de la voie d'eau afin de minimiser leurs effets sur l'environnement. Ce cas est relativement rare et est généralement confondu dans le dragage d'entretien* » (VNF, 2008).

⁸ Rubrique 3.1.2.0 (créée en 1993) : « *Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau :*
1° *Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A) ;*
2° *Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D) ».*

⁹ Arrêté du 28/11/07 fixant les prescriptions générales applicables aux installations, ouvrages, travaux ou activités soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 3.1.2.0 (2°) de la nomenclature annexée au tableau de l'article R. 214-1 du code de l'environnement. Nous n'avons pas identifié de version antérieure de cette arrêté type, y compris dans la rubrique correspondante antérieure à 1993 (rubrique 2.5.0) ; la note d'information SETRA de 2008 sur la Nomenclature de la loi sur l'eau indique une absence d'arrêté type pour cette rubrique.

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000017662144&fastPos=26&fastReqId=206377924&categorieLien=cid&oldAction=rechTexte>

¹⁰ Rubrique 3.2.1.0 (créée en 1993) : « *Entretien de cours d'eau ou de canaux, à l'exclusion [...] du maintien et du rétablissement des caractéristiques des chenaux de navigation, des dragages visés à la rubrique 4.1.3.0 [dragages en milieu marin] [...], le volume des sédiments extraits étant au cours d'une année :*
1°/ *Supérieur à 2 000 m3.....Autorisation*
2°/ *Inférieur ou égal à 2 000 m3 dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1.....Autorisation*
3°/ *Inférieur ou égal à 2 000 m3 dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1.....Déclaration* »

soumis à autorisation, est paru le 30/5/2008¹¹. Il prescrit notamment (Art. 5) une étude d'incidence préalable incluant un état des lieux sur l'eau et les sédiments¹² et des données biologiques *in situ* représentatives concernant la faune et la flore aquatique. Le programme d'intervention « doit permettre une évaluation satisfaisante des impacts prévisibles des opérations d'entretien, et particulièrement de curage, sur le milieu aquatique en général et les usages recensés » (Art. 7). Les dispositions nécessaires doivent être prises pour limiter la perturbation du milieu aquatique¹³, et inclure « un protocole de surveillance décrivant les actions et mesures envisagées pendant la phase des travaux pour limiter les impacts prévisibles sur l'environnement et les usages recensés et suivre la qualité de l'eau ». La surveillance inclut impérativement la mesure en continu, à l'aval hydraulique immédiat des opérations, de la température et de l'oxygène dissous, avec un seuil d'oxygène dissous à respecter, le cas échéant par un arrêt temporaire des travaux (Art. 8).

Le Guide VNF de mars 2008, consacré essentiellement aux curages d'entretien et d'assainissement et non aux curages d'investissement, reprend par anticipation ces prescriptions. Il prévoit que le programme d'intervention comprenne « un protocole de surveillance décrivant les actions et mesures envisagées pendant la

Les seuils S1 sont définis par l'arrêté du 09/08/2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993.

L'exclusion des dragages d'entretien et d'assainissement prend fin au 1^{er} janvier 2012, en vertu de l'Article 10 du Décret n° 2007-1760 du 14/12/07 portant dispositions relatives aux régimes d'autorisation et de déclaration au titre de la gestion et de la protection de l'eau et des milieux aquatiques, aux obligations imposées à certains ouvrages situés sur les cours d'eau, à l'entretien et à la restauration des milieux aquatiques et modifiant le code de l'environnement.

La grande majorité des opérations dépasse le seuil des 2000 m³ annuels.

¹¹ Arrêté du 30/05/08 fixant les prescriptions générales applicables aux opérations d'entretien de cours d'eau ou canaux soumis à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 3.2.1.0 de la nomenclature annexée au tableau de l'article R. 214-1 du code de l'environnement.

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000019061664&fastPos=1&fastReqId=581835364&categorieLien=cid&oldAction=rechTexte>

¹² Eau : « pH, conductivité, température, oxygène dissous, saturation en oxygène, matières en suspension, azote kjeldahl, azote ammoniacal, nitrites, nitrates, orthophosphates, phosphore total » ;

Fraction fine des sédiments :

- « phase solide : composition granulométrique, azote kjeldahl, phosphore total, carbone organique, perte au feu (matières organiques), métaux, hydrocarbures aromatiques polycycliques, PCB totaux [disposant de seuils S1] ;
- phase interstitielle : pH, conductivité, azote ammoniacal, azote total. Le préfet peut arrêter d'autres paramètres si nécessaire et selon le contexte local ».

¹³ « Le déclarant ou le bénéficiaire de l'autorisation prend toutes les dispositions nécessaires pour limiter la perturbation du milieu aquatique et des zones rivulaires pendant les travaux » (Art 7) ; « le préfet pourra fixer les périodes pendant lesquelles les travaux ne devront pas avoir lieu ou devront être restreints (période de migration et de reproduction des poissons, de loisirs nautiques ou de pêche, etc.) » (Art. 6).

phase des travaux pour limiter les impacts prévisibles sur l'environnement et les usages recensés [et] suivre la qualité de l'eau », et un « protocole de surveillance de la qualité de l'eau lors de l'opération de dragage (...), notamment lorsque le milieu de dragage est sensible ». Ce protocole doit être établi au regard des objectifs de qualité du cours d'eau définis dans le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE). Il doit définir les seuils d'intervention pour limiter les impacts et les interventions en cas de dépassements de seuil. Un tableau de paramètres de suivi de la qualité de l'eau pendant l'extraction des sédiments est proposé à titre d'exemple, il cite l'oxygène dissous, la DCO, la DBO₅, le pH, les MES, la conductivité et la turbidité. Il ne cite pas les polluants remobilisés (métaux, hydrocarbures,...), mais signale les MES comme vecteurs de polluants.

Le guide dragage du CETMEF (2011) recommande un suivi journalier de la qualité des eaux pendant toute la durée des travaux de dragage, pour les paramètres suivants :

- en continu : température, oxygène dissous, pH, conductivité, MES et/ou turbidité,
- sur prélèvement séquentiel : ammoniac.

Il préconise que le suivi soit effectué sur deux stations de prélèvement d'eau (500 m en amont du chantier et 500 m en aval) se décalant au rythme du chantier. Ces analyses doivent permettre de s'assurer du respect de l'objectif de qualité fixé par le SDAGE ou l'arrêté d'autorisation du plan de dragage. *« Si les seuils concernant la qualité de l'eau superficielle venaient à ne pas être respectés, les travaux devraient être, par exemple, stoppés pendant quelques heures afin que les matières en suspension se redéposent : des dispositifs visant à réduire la dispersion du panache de pollution, tels que barrages flottants en géotextile peuvent être envisagés ».*

Le guide VNF cite des moyens permettant de réduire les impacts de l'opération sur le milieu :

- dragues mécaniques et hydrauliques spécifiques, limitant la remise en suspension, dont le guide signale toutefois les contraintes en termes de rendement, de coût et de manque d'adaptabilité ;
- écran de protection à immerger à proximité immédiate de la drague, permettant *« d'isoler la phase d'extraction et [de] contrôler la remise en suspension des sédiments et des contaminants associés »*, et de *« protéger une zone sensible [ou] remarquable »*. Cette méthode est mise en avant dans le guide, mais est signalée comme applicable uniquement *« avec des dragues utilisant des conduites de transport flottantes (pour limiter l'ouverture de l'écran lors du passage des barges) »* ;
- ré-oxygénateur mobile.

L'inventaire des méthodes de curage établi en 2002 par In Vivo, l'Agence de l'eau Artois Picardie, le Pôle de Compétence Sites et Sols Pollués présente de manière détaillée différentes techniques limitant les impacts de l'opération sur le milieu.

Les dragages susceptibles de détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens font l'objet de dispositions spécifiques de protection des écosystèmes aquatiques (rubrique 3.1.5.0).

5.2 GESTION IMMEDIATE DES SEDIMENTS EXTRAITS

Dans la pratique, la remise dans la voie d'eau ne concerne généralement que des sédiments relativement peu pollués, *i.e.* respectant les seuils S1 de contamination (CETMEF, 2011¹⁴). Ces seuils sont originellement issus d'études écotoxicologiques et statistiques du niveau d'effet probable des sédiments sur le milieu aquatique notamment, réalisées pour VNF entre 2001 et 2003 (VNF, 2008). Ils tiennent ainsi lieu de justification de la faisabilité de la remise dans la voie d'eau dans l'étude d'incidence. Le CETMEF (2011) précise que « *si les niveaux relatifs aux éléments et composés traces sont supérieurs aux seuils S1 alors le Maître d'ouvrage devra justifier la non dangerosité des sédiments* » au sein de l'étude d'incidence.

D'après le retour d'expérience recueilli, le rejet des eaux de ressuyage se faisait anciennement directement dans la voie d'eau, mais passe actuellement souvent par un bassin tampon faisant l'objet d'un contrôle de qualité régulier transmis à la police des eaux. Cette pratique est décidée selon les rejets prévus et les endroits. Elle est systématique dans la région Nord-Pas-de-Calais et en Wallonie, dont les sédiments sont particulièrement pollués (INERIS, 2010b). Elle est reprise dans l'arrêté préfectoral autorisant l'opération. En France, les paramètres contrôlés dans les eaux de rejet sont classiquement les MES, la DCO, la DBO₅ ; le plus souvent (mais pas toujours¹⁵), ils n'incluent pas les flux de polluants remobilisés (métaux, hydrocarbures,...).

¹⁴ Selon l'arrêté du 30/05/08 fixant les prescriptions générales applicables aux opérations d'entretien de cours d'eau ou canaux soumis à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 3.2.1.0 de la nomenclature annexée au tableau de l'article R. 214-1 du code de l'environnement, la remise dans la voie d'eau est à privilégier, mais sous condition d'une conclusion favorable quant à sa faisabilité au regard notamment « *de la contamination des sédiments, des effets sur les habitats aquatiques à l'aval et des conditions technico-économiques* ». Il s'agit ici de « *ne pas remettre en cause le mécanisme de transport naturel des sédiments et le maintien du lit dans son profil d'équilibre* ». Nous n'avons pas consulté de telle étude de faisabilité. Dans la pratique, le critère clé appliqué est donc le respect des seuils S1, qui définissent les niveaux de pollution à partir desquels une opération de dragage de moins de 2000 m³ est soumise à autorisation plutôt qu'à déclaration au titre de la Loi sur l'Eau. Le guide VNF (2008) prévoit que les sédiments peuvent être remis dans le cours d'eau lorsqu'ils sont considérés par VNF comme non dangereux, c'est-à-dire lorsqu'ils présentent une Moyenne des rapports concentrations / seuils S1 inférieure à 0,1, ou sinon répondant négativement au test écotoxicologique *Brachyonus Calciflorus* et respectant les seuils d'acceptation en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND).

¹⁵ Par exemple, l'arrêté préfectoral d'autorisation préalable aux travaux de curage et d'approfondissement du Canal de Calais du PK 8.140 au PK 17.150 du 26 mai 2008 prévoit en outre le contrôle des eaux de décantation avant rejet, puis des eaux de rejets, pour les métaux et les hydrocarbures totaux : il impose le respect des niveaux de rejet de déclaration pour la rubrique 2.2.3.0, et des critères d'objectifs de qualité de niveau 2 du milieu récepteur.

L'opération de rejet dans la voie d'eau est classée au titre de la Loi sur l'Eau sous la rubrique 2.2.3.0¹⁶, soumise à déclaration ou à autorisation selon les flux de polluants émis (dont MES, DCO, DBO₅, composés organohalogénés adsorbables sur charbon actif (AOX), métaux et métalloïdes, hydrocarbures). L'arrêté type correspondant de juillet 2006¹⁷ prévoit que le rejet soit conforme aux niveaux annoncés dans le dossier de déclaration et « *ne contiennent pas de substances, en quantité et concentration, capables d'entraîner la destruction de la flore et de la faune* » ; il ne prévoit pas de surveillance systématique des rejets ; une telle surveillance, et des limites de rejets, peuvent être imposés par le préfet. Les paramètres cités pour ces limites de rejet sont la DCO, la DBO₅, le carbone organique total (COT), les MES, l'ammoniac (NH₄⁺), le pH, la température, mais la ponctuation (trois points) signale que liste est ouverte (cf. l'exemple d'arrêté d'autorisation, note 15 p 18).

En outre, depuis la modification de la nomenclature des installations classées d'avril 2010¹⁸, lorsque les sédiments ne sont pas inertes, les activités de ressuyage relèvent d'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation, en tant qu'installations soit de transit, regroupement ou tri de déchets non inertes, soit de stockage de déchets pour un ressuyage en dépôt définitif (respectivement rubriques 2716 ou 2718¹⁹, et 2760 1° ou 2°, selon que le sédiment est dangereux ou non). Dès lors, les rejets doivent être suivis et respecter les seuils de l'Arrêté du 02/02/98 relatif aux rejets des

¹⁶ Rubrique 2.2.3.0 : « *Rejet dans les eaux de surface, à l'exclusion des rejets visés aux rubriques 4.1.3.0, 2.1.1.0, 2.1.2.0 et 2.1.5.0 :*

1° *Le flux total de pollution brute étant :*

a) *Supérieur ou égal au niveau de référence R 2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (A) ;*

b) *Compris entre les niveaux de référence R 1 et R 2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (D) (...) »*

Les seuils R1 et R2 sont définis par l'arrêté du 09/08/2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993.

¹⁷ Arrêté du 27/07/06 fixant les prescriptions générales applicables aux rejets soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 2.2.3.0 (1° b et 2° b) de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié.

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT00000270578&fastPos=11&fastReqId=2053501873&categorieLien=cid&oldAction=rechTexte>

¹⁸ Décret n° 2010-369 du 13/04/10 modifiant la nomenclature des installations classées. Ce décret introduit un « *classement (...) des activités de traitement des déchets non plus en fonction de la provenance des déchets, mais en fonction de leur nature et de la dangerosité* » (MEEDTL, 2010). Or, les sédiments extraits des cours d'eau se situaient en dehors des provenances de déchets prises en compte dans la nomenclature antérieure.

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022092730&fastPos=1&fastReqId=120006529&categorieLien=cid&oldAction=rechTexte>

¹⁹ Les quantités étant dans la pratique supérieures aux seuils d'autorisation de 1000 m³ de la rubrique 2716 et de 1 t de la rubrique 2718. « *Les installations d'entreposage de sédiments [...] relèvent de [ces rubriques], y compris celles mettant en oeuvre une simple décantation gravitaire et procédant à la déshydratation naturelle en andains* » (MEEDTL, 2010).

installations classées soumises à autorisation²⁰. Cet arrêté fixe des limites de teneurs et de flux de polluants dans les rejets aqueux, notamment pour une grande variété de métaux et d'hydrocarbures, mais pas pour des substances d'intérêt émergent telles que les phtalates, PBDE, alkyl phénols. En outre, les seuils de concentrations dans les rejets de la Note du 27 avril 2011 sur la recherche et la réduction des substances dangereuses (RSDE) dans les rejets aqueux des installations classées²¹ peuvent constituer des repères supplémentaires.

Pour les sédiments inertes, l'activité de transit (pour un centre de ressuyage temporaire) relève de la rubrique 2517 des installations classées, soumise au plus à déclaration²² ; le stockage durable ne relève pas des installations classées mais est régi par un arrêté ministériel²³. Cet arrêté ministériel et l'arrêté type de la rubrique 2517 ne mentionnent pas de prescriptions pour d'éventuels rejets aqueux.

Le guide VNF de 2008 traite le ressuyage à travers les terrains de dépôt de sédiments, temporaires ou permanents. Il rappelle l'obligation d'éviter tout ruissellement depuis les terrains de dépôt, et mentionne la possibilité de mise en place d'une étanchéification du terrain, d'un bassin de décantation des eaux de ressuyage, et d'un suivi de la qualité des rejets et des eaux souterraines.

²⁰ Arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000204891&fastPos=1&fastReqId=1843394999&categorieLien=cid&oldAction=rechTexte>

²¹ Note du 27 avril 2011 relative aux adaptations des conditions de mise en œuvre de la circulaire du 5 janvier 2009 relative aux actions de recherche et de réduction des substances dangereuses (RSDE) dans les rejets aqueux des installations classées. Cette note décrit la démarche à suivre par les services de l'Inspection des Installations Classées pour analyser le rapport remis par un exploitant d'installation soumise à autorisation ou à enregistrement à l'issue de la surveillance initiale de son installation. Elle définit deux seuils A et B (pour chaque substance, le seuil A est inférieur au seuil B) pour aider à hiérarchiser les actions à entreprendre en direction des ICPE les plus contributrices :

- Un dépassement du seuil B implique la réalisation d'un programme d'action (« *l'exploitant doit (...) impérativement engager une réflexion approfondie et, le cas échéant, des investigations poussées pour déterminer les moyens à sa disposition pouvant permettre d'obtenir des réductions voire des suppressions d'émissions* »).
- Un dépassement du seuil A implique la mise en place d'une surveillance pérenne.

Ce référentiel est appliqué par l'administration, mais n'a pas de valeur réglementaire stricte. Il apparaît d'autant plus indicatif pour des installations temporaires de ressuyage ou de séparation/déshydratation que l'action RSDE ne s'y applique pas (cf. Circulaire du 05/01/09 relative à la mise en œuvre de la deuxième phase de l'action nationale de recherche et de réduction des substances dangereuses pour le milieu aquatique présentes dans les rejets des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation).

<http://rsde.ineris.fr/doc/circulaires/note-rsde2011-signee.pdf>

²² Déclaration entre 15 000 m³ et 75 000 m³ de capacité de stockage ; autorisation au-delà, cas quasiment exclu pour un centre temporaire.

²³ Arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes

http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/3965

Le guide CETMEF de 2011 préconise une organisation spécifique quant à la récupération, au stockage, au suivi de la qualité, à la maîtrise des débits, des eaux de ressuyage, pendant et après l'opération, afin d'assurer le respect des engagements du dossier d'autorisation (flux de polluants par rapport aux seuils de la rubrique 2.2.3.0, débits) et des prescriptions complémentaires du service instructeur. En 2011, l'INERIS a accompagné l'évolution des pratiques liées à la modification de la nomenclature des installations classées en réalisant une étude d'impact des rejets d'une zone de ressuyage et de valorisation en remblais de sédiments (toutefois sur des sédiments marins).

Dans le cas d'une séparation/déshydratation active par hydrocyclonage, filtration et/ou décantation, la lixiviation des sédiments est prolongée, et en outre potentiellement renforcée par l'agitation supplémentaire apportée (notamment en hydrocyclone).

Des flocculants sont ajoutés dans le bassin de décantation, pour favoriser la décantation. Cet ajout réduit les rejets de MES et éventuellement de polluants dissous (par précipitation), mais peut induire un rejet nouveau de ces produits.

L'eau de sortie de l'installation (bassin de décantation actuellement) est rejetée dans la voie d'eau. Sur les quelques opérations étudiées par l'INERIS, de fin 2007 à 2011, il s'agissait d'un rejet direct, sans bassin tampon ni contrôle de la qualité des eaux. Les entretiens avec les opérateurs n'ont pas fait apparaître de pratique de contrôle de ces rejets dans les opérations passées.

Certains projets de recherche et développement testent la possibilité de séparer la fraction ultra-fine (< 15 µm) de la fraction fine des sédiments extraits (15-75 µm environ), afin de valoriser cette partie fine, moins polluée, et d'ainsi limiter les quantités de sédiments pollués à éliminer. Cette séparation physique ou physico-chimique, opérée en milieu aqueux, peut renforcer de nouveau la lixiviation des polluants. Il conviendrait donc de contrôler les effluents de ce traitement, et sans doute de les traiter pour éviter que le traitement de séparation granulométrique ne se ramène, pour la pollution lixiviable, à une dilution de la pollution.

Comme pour le ressuyage, l'activité séparation/déshydratation active est soumise à autorisation²⁴ au titre des installations classées (ici que les sédiments soient considérés comme inertes ou non), et l'opération de rejet est classée au titre de la Loi sur l'Eau sous la rubrique 2.2.3.0 (déclaration ou autorisation). Les règles et référentiels présentés ci-dessus pour le ressuyage des sédiments non inertes s'appliquent.

Les Guides VNF (2008) et CETMEF (2011) ne présentent pas de recommandations spécifiques pour cette activité.

²⁴ Rubrique 2790 ou 2791, selon que le sédiment est dangereux ou non La quantité de sédiments traités étant dans la pratique supérieure ou égale à 10 t/j, le seuil d'autorisation de la rubrique 2791 (déchets non dangereux).



Figure 3 : Installation de séparation liquide/solide de sédiments dragués

6. CONNAISSANCE ET APPRECIATION DES IMPACTS

Au-delà des considérations conceptuelles sur le devenir des polluants dans les sédiments et leur libération en cas de remise en suspension, les travaux bibliographiques et expérimentaux menés par l'INERIS (2010a, 2011) ont identifié un nombre limité d'études de suivi des impacts d'opérations de dragage continental de sédiments sur la qualité physico-chimique des eaux :

- Trois études de suivi sur site, dont celle à laquelle a participé l'INERIS en 2010, concernant, toutes, des dragages mécaniques.
- Deux études de simulation en laboratoire

Les travaux menés n'ont pas apporté de données de surveillance de rejets d'installations de ressuyage ou de séparation/déshydratation.

Les données théoriques et les expérimentations en laboratoire montrent un impact potentiel du dragage proprement dit.

Pour le dragage mécanique, les données de terrain confirment la réalité de cet impact, pour les paramètres attendus : MES, turbidité, potentiel redox, pH, oxygène dissous²⁵, ammonium et nitrate, métaux (plomb, zinc, cuivre, cadmium,...),...²⁶, ainsi que les HAP dissous, le DEHP très probablement, et certains PBDE potentiellement lors du dragage du Canal de Lens en 2011 où ces paramètres ont été mesurés (INERIS 2010a et 2011, Alary *et al.*, 2011). L'empreinte spatiale et temporelle observée reste limitée : quelques centaines de mètres voir jusque 2,5 km sur le linéaire, et une durée de moins de 8 mois. Pour les métaux, l'une des trois études de terrain (CNRSSP, 2001), sur un canal du Nord, indique que l'impact se présente essentiellement sous forme particulaire, et ne perdure pas, à l'instar de l'impact en MES : l'état de la colonne d'eau est comparable à celui avant curage dans l'heure qui suit l'arrêt de la pelle.

La description des techniques suggère des degrés de mise en suspension des sédiments différents et donc des impacts différents sur la qualité physico-chimique des eaux. Mais les faibles données expérimentales acquises n'ont pas permis de vérifier ces différences.

Ces travaux mettent en évidence deux difficultés dans le suivi des impacts d'une opération de dragage continental de sédiments pollués sur la qualité physico-chimique des eaux :

- Difficultés métrologiques de la mesure de l'impact dans la voie d'eau, en particulier dans la prise en compte de la variabilité spatio-temporelle de la

²⁵ Sauf sur un des trois suivis pour l'oxygène dissous (CNRSSP, 2001), en dépit d'un impact confirmé pour le potentiel redox.

²⁶ Les HAP particuliers, les PCB et les hydrocarbures totaux n'ont pas été analysés dans ces travaux expérimentaux.

qualité des eaux de la voie d'eau, suivant les saisons, les rejets, les différents affluents,... Cette difficulté peut impliquer une exigence d'un nombre accru de mesures pour un suivi de qualité, et donc un coût accru.

- Difficultés d'appréciation de la gravité de l'impact, : outre l'absence de référentiels pour certains paramètres (par ex. certains polluants émergents), il est parfois difficile d'évaluer l'impact négatif d'une action lorsqu'il est directement contrebalancé par une utilité intrinsèque sur la voie d'eau. Ainsi, un dépassement de la Concentration Maximale Admissible (NQE-CMA) implique-t-il un potentiel d'impact sur le milieu "trop" important dans ce contexte ; doit-il absolument être évité lors du dragage, au prix de l'arrêt de celui-ci le cas échéant ? Qui plus est lorsque le "bruit de fond" de la pollution chimique de la voie d'eau présente éventuellement d'autres dépassements tout aussi marqués numériquement ? Un élargissement du suivi aux impacts sur les écosystèmes pourrait aider à éclairer cette appréciation, avec toutefois des difficultés métrologiques accrues et une évaluation possible uniquement *a posteriori* dans un premier temps. Des travaux méthodologiques en ce sens ont été menés par l'Institut Scientifique des Services Publics (ISSeP) de Wallonie dans le suivi du dragage du Canal de Lens en 2011.

Les difficultés sont moindres pour le suivi et la maîtrise du rejet des opérations de ressuyage et de séparation/déshydratation, du fait de la nature simplement réglementaire des seuils, de la simplicité du contrôle aval et amont (apport et rejet canalisés) et, pour les installations de ressuyage au moins, de la présence généralisée à présent d'un bassin tampon.

7. SYNTHÈSE

Nous proposons dans le Tableau 2 ci-après une hiérarchisation synthétique des impacts physico-chimiques selon les modalités de dragage dans la voie d'eau (par opposition au dragage à sec), compte tenu des pratiques observées et de la réglementation en vigueur en 2012.

Cette hiérarchisation met en évidence différentes ampleurs d'impact suivant les modalités de dragage (extraction et post-extraction) et les paramètres considérés (MES, autres paramètres physiques, polluants sous forme dissoute ou particulaire).

Le schéma suivant situe ces différents impacts dans le cycle d'une opération de dragage :

- A : impact à l'extraction ;
- B : impact au rejet (différent selon l'opération post-extraction mise en œuvre).

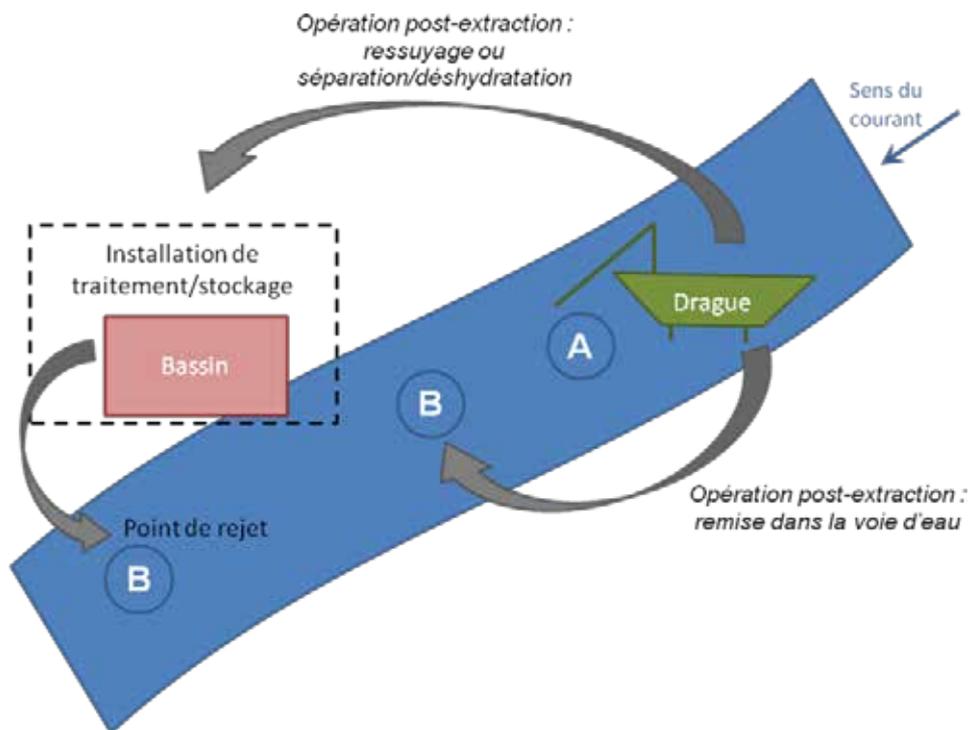


Tableau 2 : Hiérarchisation des impacts physico-chimiques selon les modalités de dragage dans la voie d'eau

Type d'extraction	Opération post-extraction	Impact à l'extraction (A)	Impact au rejet (B)	Commentaire		
Mécanique	Remise dans la voie d'eau	++ physique - polluants	+++ physique - polluants	Mélange eau/sédiment post-extraction maximal Sédiments peu pollués Minimal réglementaire pour l'oxygène dissous dans la voie d'eau en aval du dragage ^a		
	Ressuyage (bassin temporaire ou permanent)		+/- physique + dissous - particulaire			Moindre mélange post-extraction, et limitation de la MES Limitation réglementaire des rejets
	Séparation/déshydratation active		++/- physique ++/? dissous - particulaire			Physique et dissous : Mélange eau/sédiment post-extraction maximal, mais correctif (possible) dans la décantation (MES,...) Limitation réglementaire des rejets Rejet possible de floculants
Hydraulique	Remise dans la voie d'eau	- physique - polluants	+++ physique - polluants	Mélange eau/sédiment maximal	Sédiments peu pollués Minimal réglementaire pour l'oxygène dissous dans la voie d'eau en aval du dragage ^a	
	Ressuyage (bassin temporaire ou permanent)		++/- physique ++ dissous - particulaire		Limitation de la MES Limitation réglementaire des rejets	
	Séparation/déshydratation active		++/- physique ++/? dissous - particulaire		Limitation réglementaire des rejets Physique et dissous : limitation (possible) dans la décantation (MES,...) Rejet possible de floculants	

« physique » : impact sur des paramètres physiques du cours d'eau

« polluants » : impact sur les concentrations en polluants, sur fraction particulaire et dissoute.

- : impact négligeable / + : impact sensible / ++ : impact important / +++ : impact très important

^a Le minimal réglementaire pour l'oxygène dissous dans la voie d'eau en aval du dragage est valable indépendamment de l'opération post-extraction, pour les dragages d'entretien d'emblée, et s'impose pour les dragages d'investissement selon l'arrêté préfectoral.

8. CONCLUSION

Avant 2008-2012, la maîtrise des impacts des opérations de dragages continentaux sur la qualité physico-chimique du milieu aquatique était peu intégrée en France dans la réglementation et dans les pratiques, au-delà de la limitation de la remise en suspension à des sédiments relativement peu contaminés et du contrôle de la MES lors des dragages (avec remise en suspension) de la Compagnie Nationale du Rhône. Pourtant, lors des opérations de dragage dans la voie d'eau (par opposition au dragage à sec), les sédiments sont placés en contact direct avec l'eau, pouvant aller jusqu'à une mise en suspension complète dans le cas des dragages hydrauliques, et à un passage de l'état adsorbé sur le matériel particulaire à l'état dissous dans la phase aqueuse.

Avec la modification de la nomenclature des Installations Classées d'avril 2010 et la classification des dragages d'entretien au titre de la Loi sur l'Eau en janvier 2012, anticipée dans les pratiques à partir de 2008 environ, cette intégration s'est nettement renforcée. L'encadrement réglementaire des dragages continentaux comprend ainsi à présent :

- des obligations génériques de suivi de rejets et des seuils de rejets aussi bien en concentrations qu'en flux (hormis pour les eaux de ressuyage des sédiments inertes au sens de la réglementation déchets) ;
- pour les dragages d'entretien, des obligations génériques de suivi de la température et de l'oxygène dissous dans le cours d'eau en aval immédiat du dragage, et des concentrations minimales en oxygène dissous associées ;
- une étude d'incidence et des prescriptions au cas par cas, qui peuvent notamment reprendre, pour les dragages d'investissements, les obligations génériques applicables aux dragages d'entretien.

Une hiérarchisation synthétique des impacts physico-chimiques selon les modalités de dragage est proposée ici compte tenu des pratiques observées et de la réglementation en vigueur en 2012. Elle met en évidence différentes ampleurs d'impact suivant les modalités de dragage (extraction et post-extraction) et les paramètres considérés (MES, autres paramètres physiques, polluants sous forme dissoute ou polluants sous forme particulaire).

Le suivi et l'appréciation pratiques des impacts d'une opération de dragage continental sur la qualité physico-chimique du milieu aquatique se heurtent à des difficultés métrologiques, qui peuvent en augmenter le coût, mais aussi à des difficultés d'appréciation de la gravité de l'impact, faute de référentiel pleinement adapté à un impact temporellement unique et contrebalancé par une utilité intrinsèque sur la voie d'eau. Un élargissement du suivi aux impacts sur les

écosystèmes pourrait aider à éclairer cette appréciation. Un tel suivi relève du domaine de la recherche méthodologique actuellement.

Les difficultés sont moindres pour le suivi réglementaire et la maîtrise du rejet des opérations de ressuyage et de séparation/déshydratation.

Différents moyens opérationnels permettant de réduire les impacts de l'opération sur le milieu : dragues spécifiques, écran de protection, ré-oxygénateur mobile,... Ces moyens sont peu utilisés dans la pratique, du fait des contraintes de chantier et des surcoûts qu'ils impliquent.

Il ressort de cette analyse que, suite aux récentes évolutions réglementaires, **les enjeux résiduels** de la question des impacts des opérations de dragage continental sur la qualité physico-chimique du milieu aquatique **portent sur** :

- la bonne application des nouvelles règles au titre des installations classées et de la Loi sur l'eau, notamment concernant les rejets des opérations post-extraction ;
- l'évaluation des impacts de la remise en suspension lors de l'extraction mécanique des sédiments dans la voie d'eau. L'enjeu porte ici sur :
 - la connaissance générale pratique de ces impacts par retour d'expérience sur études de cas ;
 - la mise au point de la méthodologie de suivi et surtout d'interprétation ;
 - le niveau d'exigence du suivi à prescrire, au-delà du contrôle de l'oxygène dissous en aval immédiat du dragage.

9. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Alary Claire, Laurence Haouche, Erwan Simon, Sophie Lambert, Benoît Hazebrouck, Rodrigue Mackosso, Agnès Laboudigue. Caractérisation de l'impact potentiel d'une opération de curage sur le système aquatique. Présentation auprès de l'ONEMA. 08/03/2011.

CETMEF, 2011. Dragages d'entretien des voies navigables, aide à l'élaboration et au suivi d'un plan de gestion pluriannuel. Mai 2011.

CNRSSP, 2001. Rapport interne : Impact d'une opération de curage sur un système aquatique Cas de la rivière canalisée Scarpe moyenne : Mobilité du Pb, Zn, Cu, Cd, Hg et des PCB. Grosjean A., Alary C., Ambrosi. J-P CNRSSP/01/28-CEREGE. Décembre 2001.

In Vivo, Agence de l'eau Artois Picardie, Pôle de Compétence Sites et Sols Pollués, 2002. Méthodes de gestion et de réutilisation des sédiments pollués. Inventaire détaillé technique et financier des méthodes de curage, de traitement et des usages possibles. Logiciel d'aide à la décision pour la gestion des sédiments. Projet Life. 2002. <http://www.eau-artois-picardie.fr/IMG/pdf/gestionsediments.pdf>.

INERIS, 2009. Impacts sur les milieux aquatiques des sédiments de dragage gérés à terre : Problématique, contexte réglementaire, modélisation du transfert de contaminants organiques. INERIS-DRC-08-95306-16457A. Anne Bénard, B. Hazebrouck. 30/06/2009. www.ineris.fr.

INERIS, 2010a. Qualité des sédiments fluviaux en France : synthèse des bases de données disponibles. DRC-10-105335-04971A. Jean-Marie Padox, Pierre Hennebert. 26 Juin 2010.

INERIS, 2010b. Etude bibliographique de l'impact environnemental des opérations de dragage des sédiments continentaux sur la qualité physico-chimique des eaux douces superficielles. DRC-10-112070-11037A. Rodrigue Mackosso M., Benoît Hazebrouck. 23/12/2010.

INERIS, 2011. Impacts des opérations de dragage de sédiments continentaux sur la qualité physico-chimique des milieux aquatiques - Participation a une campagne de mesure d'impact sur un dragage mécanique (substances émergentes sur le canal de Lens, 2010). DRC-11-112070-06683A. R. Mackosso, B. Hazebrouck. 30/05/2011.

INERIS, 2012a. Suivi des impacts d'un dragage hydraulique sur la qualité physico-chimique d'un cours d'eau : méthodologie de mesure et recherche d'un site partenaire. DRC-12-92636-08941A. Flore Rebuschung. Décembre 2011.

INERIS, 2012b. Substances prioritaires et émergentes dans les sédiments fluviaux : quelques données françaises. INERIS-DRC-11-105335-03227A. Jean-Marie Padox, Benoît Hazebrouck. Avril 2012.

MEEDTL, 2010. Circulaire du 24/12/10 relative aux modalités d'application des décrets n° 2009-1341, 2010-369 et 2010-875 modifiant la nomenclature des installations classées exerçant une activité de traitement de déchets.

SETRA, 2008. « Nomenclature de la loi sur l'eau ; Application aux infrastructures routières – Addendum au guide ». Note d'information. SETRA. Juin 2008.

VNF, 2008. Guide dragage. VNF. Mars 2008.

10. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Partie « impact des opérations de dragage » du questionnaire d'entretien sur les pratiques de dragage	1

Annexe 1

Partie « impact des opérations de dragage » du questionnaire d'entretien sur les pratiques de dragage

Ce questionnaire a été établi avec le BRGM dans le cadre du projet Gedset.

Quelles sont les pratiques et les résultats en matière d'évaluation et contrôles de l'impact des dragages sur le cours d'eau ?

L'utilisation d'un ré-oxygénateur mobile est-elle une pratique courante ? Cette technique a-t-elle prouvé son efficacité ?

Lien avec la réglementation, cahier des charges ?

Ces pratiques sont-elles présentes à l'échelle nationale ou différentes suivant les régions ?

Quels sont les types de drague les plus utilisés ? Chaque type de drague présente des contraintes (rendement, coût, adaptabilité aux voies d'eau). Un projet LIFE avait fait une synthèse sur ces aspects : ces données sont-elles à jour, notamment au niveau économique ?

Avez- vous connaissance d'une source d'informations pour l'évaluation de la consommation de carburant des dragues ?