

Fiche milieu	
<h2>A2 - ACCUMULATION SÉDIMENTAIRE DE CONFLUENCE</h2> <p>Travaux d'approfondissement ou curage d'entretien pour maintenir la fonctionnalité d'un cours d'eau.</p>	

1	Processus de sédimentation au sein d'un cours d'eau	41
2	Répartition des contaminations	42
3	Opération sur le milieu	43
4	Protocole d'échantillonnage	44
5	Analyses physico-chimiques à lancer	46
6	Restitution des résultats	47
7	Mesures de réduction des impacts des travaux	47

A2.1 - PROCESSUS DE SÉDIMENTATION AU SEIN D'UN COURS D'EAU

En milieu fluvial, et plus particulièrement sur les zones de confluence, une discontinuité dans le transit sédimentaire apparaît. Les sédiments s'accumulent préférentiellement sur ce secteur et forment ce qui est couramment appelé le « bouchon vaseux » dans les zones de faible pente ou estuarienne ou « bouchon graveleux » lorsque le régime est torrentiel.

Généralement, le transport de matériaux solides en rivière se fait sous deux formes :

- par **charriage** sur le fond lorsque ces matériaux dépassent un certain diamètre et que le courant ne peut les mettre en suspension. Ils se déplacent alors en contact quasi-permanent avec le fond par roulement et petits sauts ;
- en **suspension** lorsque les matériaux sont suffisamment fins et le courant suffisamment puissant pour les transporter au sein de la colonne d'eau.

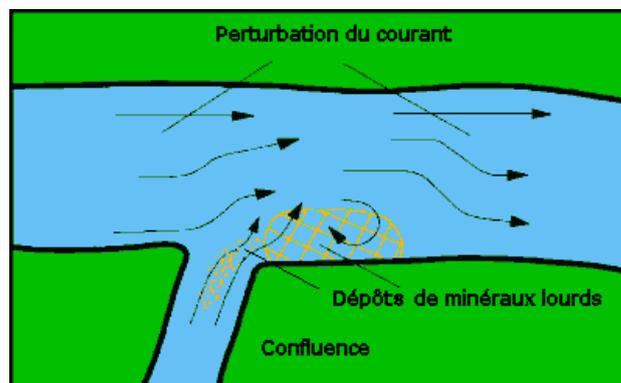


Figure 14 - Schéma de principe du phénomène de sédimentation dans la confluence de deux cours d'eau



Figure 15- Exemple de sédimentation à la confluence entre un cours d'eau et un exutoire d'étang



Figure 16 - Exemple de sédimentation à la confluence entre deux cours d'eau (Rhône et xxx)

Enfin, on relèvera que des zones de confluences existent aussi sur certains canaux (ex. : Canal du Rhône à Sète) en connexion avec des étangs proches par le truchement de « passes » :

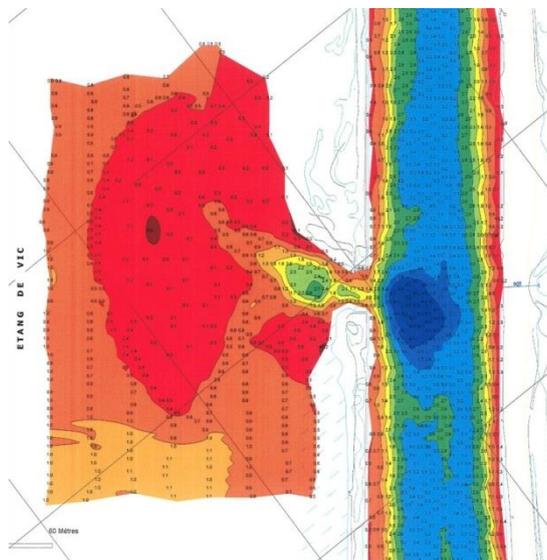


Figure 17 - Exemple de sédimentation à la confluence entre canal et étang (VNF Frontignan)

A2.2 - REPARTITION DES CONTAMINATIONS

Dans les cours d'eau, les contaminations dépendent des apports du bassin versant. Dans les zones agricoles, ce sont souvent des matières azotées et phosphorées qui s'accumulent dans les sédiments. Dans les zones urbaines, le ruissellement des eaux pluviales, les principaux tributaires et les points de rejet sont dans une majorité des cas responsables des éventuelles pollutions rencontrées. Ces zones méritent une attention particulière. Les zones industrielles situées à proximité sont également source de pollution.

A2.3 - OPÉRATION SUR LE MILIEU

Les opérations à considérer sont les curages d'entretien sur les zones d'atterrissement. Ils permettent de maintenir un tirant d'eau nécessaire au cours d'eau pour garantir la continuité de ou des activités qui lui sont associées (base de loisir, baignade, pêche, navigation, continuité écologique...). Le choix d'une technique de curage par rapport à une autre va dépendre :

- Des caractéristiques physico-chimiques des sédiments ;
- Des volumes de matériaux à extraire ;
- Du contexte environnemental du cours d'eau ;
- Des coûts économiques de l'opération à court et long terme ;

Globalement et sans tenir compte des expériences de bio-curage par dégradation microbiologique qui ne proposent que des solutions partielles, il existe trois grands moyens d'extraction : le curage mécanique, le curage hydraulique et le curage par agitation. Le tirant d'eau disponible et la portance des fonds conditionnent en grande partie la technique utilisée.



Figure 18 - Exemple d'un curage hydraulique par drague aspiratrice dans l'estuaire de la Vilaine (370 000m³ IAV)

Le curage d'une zone de confluence est une opération récurrente à long terme, en effet la sédimentation est préférentielle dans ces secteurs. La mise en place d'un système permanent de turbine placées sur les abords en direction du chenal principal d'écoulement peut permettre de diminuer la formation de zone d'accumulation néanmoins aucun retour d'expérience n'est pour l'heure actuelle disponible.

Document annexe « Techniques de travaux adaptées ».

A2.4 - PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

En l'absence de réglementation, la stratégie d'échantillonnage peut s'appuyer en premier lieu sur les protocoles des Voies Navigables de France (VNF) ou de la Compagnie Nationale du Rhône (CNR). Toutefois, ces protocoles doivent être adaptés au contexte des cours d'eau dont les volumes de sédiments sont généralement faibles sont peu voir pas contaminés.

Volume de matériaux à extraire (m³)	Nombre de station de prélèvement
< 2 000	1
2 000 à 10 000	2
10 000 à 25 000	4
25 000 à 50 000	6
> 50 000	6 + 1 par tranche de 10 000 m ³ supplémentaire

Tableau 2 - Proposition sur le nombre de station à échantillonner

Sur le terrain, Il est recommandé de réaliser plusieurs prélèvements ponctuels par station (3 généralement) pour constituer un échantillon moyen à analyser en laboratoire. La suspicion d'une zone contaminée (aire de carénage, présence de rejets,...) impose la réalisation de prélèvements et d'analyses spécifiques pour mieux caractériser le secteur.

Enfin, il est important également de tenir compte des épaisseurs de sédiment en jeu et de procéder à un sous échantillonnage (moyen ou non) pour analyser les matériaux curés et ceux qui vont rester en place sur le fond (principe de non dégradation du milieu). Il est donc préférable d'utiliser un moyen de prélèvement par carottage.

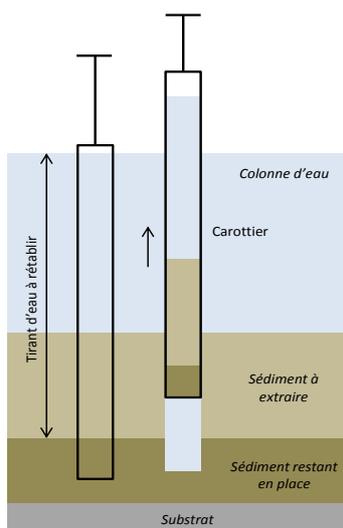


Figure 19 - Schéma d'un prélèvement carotté de sédiment

A2.5 - REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE DES POINTS DE PRÉLÈVEMENTS

Cf. Document annexe des recommandations « Echantillonnage des sédiments ».

A2.6 - ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Les analyses physico-chimiques à lancer en priorité doivent respecter les paramètres de l'Arrêté du 9 août 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* ».

- Métaux (Arsenic, Cadmium, Cuivre, Chrome, Mercure, Nickel, Plomb, Zinc) ;
- HAP (16 composés de l'US-EPA) ;
- PCB (CB 28, CB 52, CB 101, CB 118, CB 138, CB 153, CB180).

D'autres analyses physico-chimiques et écotoxicologiques peuvent être engagées selon le contexte local et le devenir des matériaux curés (dépôts à terre, restitution au milieu aquatique,...). On peut citer par exemple la valeur agronomique des sédiments en vue d'une valorisation agricole (matières azotées, phosphorées, rapport C/N).

Cf. Document annexe des recommandations « Analyses Laboratoires ».

A2.7 - RESTITUTION DES RÉSULTATS

Les analyses physico-chimiques doivent être présentées sous la forme de tableaux de synthèse des résultats bruts du laboratoire et comparées aux valeurs réglementaires (seuils S1 de l'Arrêté du 9 août 2006, 60µg/Kg pour les PCB_i) et/ou valeurs repères (le choix des seuils doit être justifié).

Remarque : Les valeurs S1 n'ont pas vocation à servir de valeur d'évaluation d'impact sur les milieux aquatiques, mais sont utilisés pour statuer de la procédure réglementaire à engager dans le cadre d'opérations en lien avec le milieu aquatique. Elles constituent souvent un premier point de repère permettant d'apprécier l'incidence d'une opération et correspondent à des niveaux potentiels d'impact croissant sur un même milieu.

L'ensemble des analyses quantitatives et qualitatives sont reportées dans un rapport détaillé comprenant une :

- Représentation cartographique des estimations quantitatives de sédiments avec des relevés bathymétrique avant et après travaux ainsi que l'épaisseur de sédiments

A2.8 - MESURES DE RÉDUCTION DES IMPACTS DES TRAVAUX

Les moyens de réduction des impacts sont à ajuster en fonction de la sensibilité du milieu. Pour les opérations de curage sur étangs, il est préconisé de mettre en place :

- Des moyens de préhension limitant la remobilisation des sédiments dans l'eau ;
- Des barrages anti-MES autour des engins de curage ;
- Un suivi de la turbidité de l'eau à proximité du chantier.
- Pour de la redistribution sédimentaire, une prise en compte de la teneur en MES dans le milieu aval avec la mise en place d'un suivi en continu (MES, pH, O₂ et O₂ dissous)

Cf. Document annexe des recommandations « Mesures de surveillance, réduction et suppression des impacts »

En se limitant aux opérations de curage, les différents impacts résultant du fonctionnement des engins de curage sont listés ci-dessous :

A19.4.1 - Pollutions accidentelles du milieu aquatique

Les pollutions accidentelles susceptibles de survenir concernent les fuites d'hydrocarbures (huiles, carburant) par l'engin de curage ou les pertes de sédiment dans le cas d'un objectif de non remise à l'eau (mauvaise étanchéité des barges, erreurs de manipulation). Il en résultera une dégradation plus ou moins conséquente du milieu aquatique.

Par précaution, les engins de curage devraient utiliser des huiles de type végétal et biodégradable. L'étanchéité des barges doit être systématiquement contrôlée avant mise en service.

Les autres pollutions accidentelles revêtent un caractère exceptionnel qui ne présente pas un véritable danger si une réaction immédiate d'arrêt du chantier et de nettoyage est menée. Les volumes de carburant seront minimes et stockés à l'écart du milieu aquatique (bac de rétention). Les moyens de lutte contre ces pollutions (absorbant d'hydrocarbures, barrages flottants) seront disponibles à proximité des ateliers de curage et de reprise à terre des sédiments. Des exigences sur ces points seront formulées dans le cadre des consultations d'entreprises.

A19.4.2 - Augmentation de la turbidité de l'eau

Concrètement, les impacts liés à une augmentation des Matières En Suspension (MES) se traduisent de différentes façons dans le milieu aquatique.

a. Impacts sur le milieu pélagique (phytoplancton, poissons)

L'augmentation des concentrations en MES peut se traduire à court terme par une chute de l'oxygène dissous et une augmentation des teneurs en ammoniac¹⁰ dans la colonne d'eau. A plus long terme, le changement des conditions physico-chimiques (réoxydation des sédiments anoxiques) peut entraîner un relargage des contaminants adsorbés sur les MES comme les métaux. Le phytoplancton et les poissons sont les principaux organismes aquatiques concernés par le panache de MES.

Concernant les risques de relargage de contaminants contenus par les sédiments, il a été montré que la désorption des contaminants n'intervenait qu'à des échelles de temps incompatibles avec la durée de vie du panache turbide. Les contaminants restent alors sous forme particulaire et sédimentent avec le panache. En milieu lacustre, un calcul théorique montre que les MES décanteront en 5 heures maximum¹¹. L'ammoniac est le principal facteur de toxicité au moment de l'opération de curage.

b. Impacts sur le milieu benthique (macrofaune, frayère)

En se déposant sur les fonds, les MES forment une couche superficielle faiblement cohésive, dite couche néphéloïde. A long terme, les invertébrés benthiques sont directement affectés par les contaminants adsorbés sur ces MES (processus de bioaccumulation et bioamplification le long de la chaîne trophique). Dans des cas extrêmes, lorsque les sédiments sont restitués au milieu aquatique, les MES forment des dépôts et recouvrent les fonds (destruction de la macrofaune et des frayères).

c. Impacts sur la végétation aquatique

L'incidence des curages concerne les systèmes végétaux des berges, herbiers aquatiques et zones de roselières qui constituent à la fois un habitat, une source de nourriture et une zone de reproduction pour de nombreuses espèces aquatiques.

L'augmentation des teneurs en MES peut affecter temporairement la transparence de l'eau et indirectement l'activité photosynthétique des végétaux. De plus, la croissance des végétaux peut être ralentie voir stoppée à cause de dépôts massifs et répétés par l'envasement des fonds.

A19.5 - RÉDUCTIONS DES IMPACTS DES TRAVAUX

Certaines mesures permettent de réduire, dans certains cas, l'impact et la propagation des sédiments mis en suspension à l'occasion de travaux de dragage. Elles sont fonctions des techniques et des milieux.

A19.5.1 - Cours d'eau / Plan d'eau

En cours d'eau, le courant est un facteur de dispersion inévitable et seuls :

- le choix de l'outil ;
- des précautions dans les manœuvres ;
- le choix de périodes avec des régimes hydrologique faibles ;

peuvent réduire les impacts.

Confer *Figure 81 –Chute des matériaux clapés à partir d'une barge., page 115.*

En plan d'eau, l'absence de courant (en général), permet d'utiliser avec plus d'efficacité des méthode des de réduction de la dispersion des fines. Il s'agit essentiellement de barrages flottants ou de tubes ou « chaussettes » de clapage.

A19.5.2 - Protection de la zone de dragage - Barrages flottant, godet à clapet

Des barrages anti-MES peuvent être disposés autour des engins de curage et de la zone de chargement en barge pour limiter les risques dispersion des sédiments. Ces barrages flottants sont déplacés au gré de l'avancement du chantier.



Le barrage flottant est équipé d'une jupe en géomembrane (200gr/m²) immergée et stabilisée par un lest bas périphérique.

Figure 112 : Barrage flottant.



Figure 113 : Godet à clapet pour éviter la dispersion des sédiments à la remontée.

A19.5.3 - Protection de la zone de clapage - Tube plongeur

Un tube plongeur télescopique peut être utilisé pour l'immersion des matériaux dragues en profondeur. Il est constitué d'éléments mobiles assemblés en acier ou en polyéthylène.

En milieu lacustre, il peut permettre une immersion en deçà, de la thermocline et une meilleure maîtrise du panache dans le milieu.

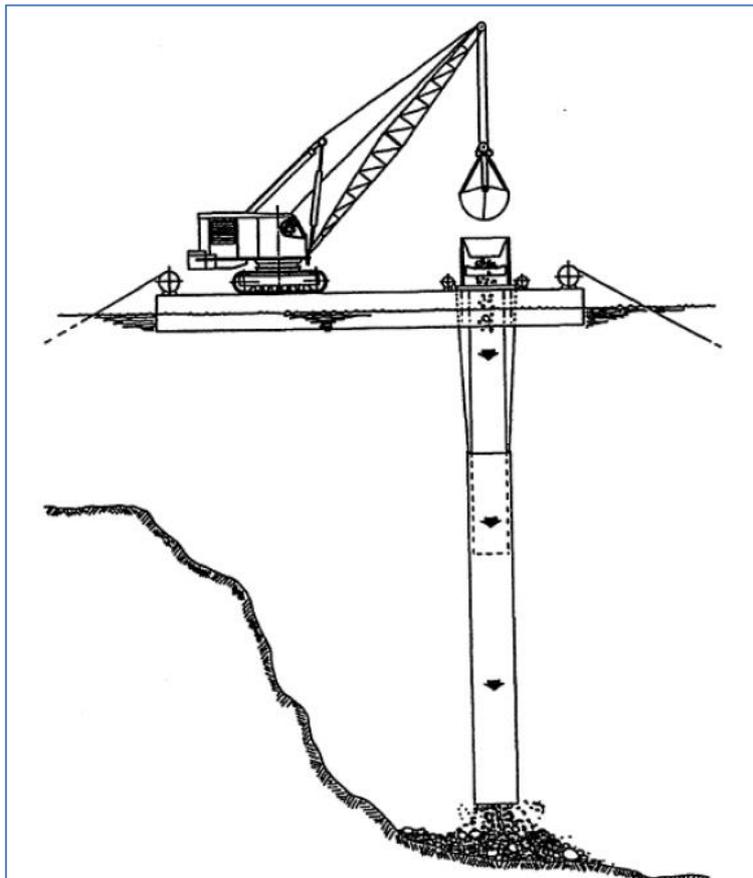


Figure 114 : Tube plongeur pour réduire les panaches de clapage (source OFEFP).

A20 - BIBLIOGRAPHIE

- ALZIEU C., 1999** – *Dragage et environnement marin – Etat des connaissances – IFREMER – 210p ;*
- AQUAREF, 2011.** – *Guide des prescriptions techniques pour la surveillance physico-chimique des milieux aquatiques, échantillonnage et analyse des eaux et des sédiments en milieu continental.* Rapport avec la participation de l'INERIS, BRGM, CEMAGREF, LNE. – 96p.
- Aquaref, 2011.** – *Guide d'échantillonnage et de pré-traitement des sédiments en milieu continental pour les analyses physico-chimiques de la DCE – ONEMA, MEDDTL –24p.*
- BABUT M. & MEIGE, 2008.** – Proposition de seuils décisionnels temporaires pour la gestion des sédiments à draguer dans le Rhône. CEMAGREF – 7 p.
- Babut M., Perrodin Y, et al., 2004** – *Méthodologie d'évaluation écotoxicologique de matériaux de dragage : tests de la démarche & essais d'optimisation. Rapport final CEMAGREF, ENTPE, VNF, METL. 100 p.*
- Bonnet C., 2000** – *Développement de bio-essais sur sédiments et applications à l'étude, en laboratoire, de la toxicité de sédiment dulçaquicoles contaminés. Thèse de Doctorat. Univ. de Metz, Laboratoire d'écotoxicologie CEMAGREF.*
- CHARRIAU A., 2010.** – *Etude de la contamination organique et métallique associée aux sédiments du District Hydrographique International de l'Escaut.* Agence de l'Eau Artois Picardie, Région Nord Pas de Calais, CNRS, Géosystème, Université de Lille 1. 33p.
- CETMEF, 2011.** – *Dragage d'entretien des voies navigables, aide à l'élaboration et au suivi d'un plan de gestion pluriannuel.* 185 p.
- CETMEF, 2009** – *Dragage hydrodynamique – Etat des lieux des pratiques françaises et recommandations générales – CETMEF, MEDDTL – 80p ;*
- Communauté d'Agglomération du lac du Bourget, IDRA Environnement SA, 2009** - SCHEMA DIRECTEUR DU CURAGE DES PORTS DU LAC DU BOURGET
- ENV. CANADA, 1994.** – *Document d'orientation sur le prélèvement et la préparation de sédiments en vue de leur caractérisation physico-chimique et d'essais biologiques – Rapport SPE 1/RM/29 – Série de la protection et de l'environnement – 178p ;*
- GEFFARD, 2001.** – *Toxicité potentielle des sédiments marins et estuariens contaminés : évaluation chimique et biologique, biodisponibilité des contaminants sédimentaires.* Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux I – 376p ;
- GHESTEM JP., avec la participation de LACGENAL J. (LNE), 2008.** – *L'assurance qualité pour les prélèvements dans les milieux aquatiques en vue d'analyses physico-chimiques : état des lieux 2008.* BRGM/RP-56859-FR, 63p, 2 illustrations, 2 annexes.
- JEANNOT R., LEMIERE B., CHIRON S., 2000** – *Guide méthodologique pour l'analyse des sols pollués. Rapport BRGM R 50128, 110 p, 44 fig., 3 annexes*
- JORF, 1998.** – Arrêté du 08/01/98 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n°97-1133 du 08/12/97 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées.
- JORF, 2006.** – Arrêté du 9 août 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 no 93-743 du 29 mars 1993.
- JORF n°147, 2008.** – 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.

JORF, 2010. – Arrêté du 28 octobre 2010 relatif aux installations de stockage de déchets inertes. NOR: DEVP1022585A.

LACHAMBRE & FISSON, 2007. – *Contamination chimique en estuaire de Seine - Fiches substances d'origines naturelles et anthropiques* – Groupement d'intérêt public Seine-Aval ;

METL, 2000. – *Circulaire n°2000-62 du 14 juin 2000 relative aux conditions d'utilisation du référentiel de qualité des sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire défini par arrêté interministériel. Instructions techniques portant sur le prélèvement et l'analyse des déblais de dragage – volet échantillonnage.* pp 7-9.

Mouvet C., Vaillant P., Babut M., Pandard P., 2009 – *Test H14 pour les sédiments : présentation du protocole proposé pour validation par le groupe de travail « dangerosité des sédiments » du MEEDDM et argumentaire succinct de choix effectués.* 6 p.

MURDOCH & MACKNIGHT, 1991. – *Handbook of Techniques for Aquatic Sediments Sampling* – CRC Press, Inc., Boca Raton, FL – 210p ;

UNEP, 2007. – *Manuel d'échantillonnage et d'analyse des sédiments.* Programme des Nations Unies pour l'Environnement - Plan d'action pour la méditerranée. UNEP(DEPI)/MED WG.321/Inf.4 – 29p.

Santiago S., et al., 2002 – *Guide pour l'utilisation des tests écotoxicologiques avec Daphnies, bactérie luminescentes, algues vertes, appliquées aux échantillons de l'environnement. Groupe de travail « Tests écotoxicologiques » de la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman.* 49 p.+ annexes ;

VNF, 2011. – *Circulaire technique – Opération de dragage – VNF/SME/C-TEC/DRAG/e* – 26 p ;

Sites internet

Législation/Réglementation : <http://www.legifrance.gouv.fr/>

Protocole H14 : <http://www.brgm.fr/publication/pubDetailRapportSP.jsp?id=RSP-BRGM/RP-60835-FR>

