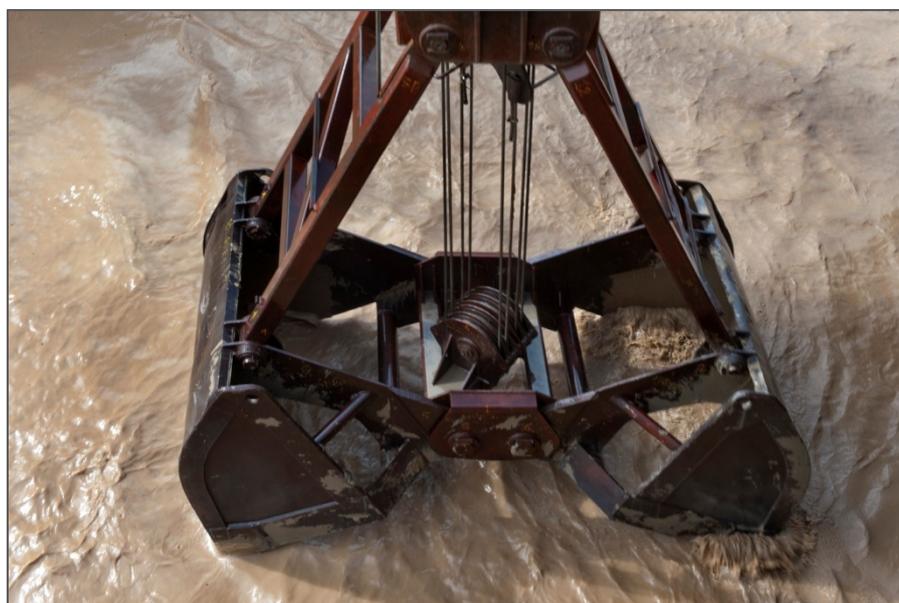


Plan d'action du bassin Rhône-Méditerranée  
pour la pollution par les PCB

SDAGE Rhône-Méditerranée 2010-2015

## **Recommandations relatives aux travaux et opérations impliquant des sédiments aquatiques potentiellement contaminés**



Fichier : *Recommandations-sediments-V2-0d.docx* - 07/10/2013

Photo de couverture © Laurent Mignaux/METL-MEDDE

<b>Historique des versions</b>			
<b>Version</b>	<b>Date</b>	<b>Rédaction</b>	<b>Evolution ou de modification</b>
V2.0	Septembre 2013	Yves GOUISSET – DREAL Rhône-Alpes IDRA Environnement GT « Recommandations sédiments <sup>1</sup> » CETE Lyon : Agathe DENOT, Laurent CANTEGRIT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extension à tous milieux aquatiques en eau douce et tous types de travaux.</li> <li>• Prise en compte de travaux en faveur de la restauration des milieux aquatiques</li> <li>• Ouverture à d'autres contaminants que les PCB</li> </ul>
V1	Avril 2008	Eric BOURLES – Service Navigation Rhône-Saône Yves GOUISSET – DREAL Rhône-Alpes, Délégation de bassin Rhône-Méditerranée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Création.</li> <li>• Encadrement des travaux d'entretien du chenal de navigation sur les grands cours d'eau.</li> </ul>

<sup>1</sup> Composition du GT Recommandation en 2013 (co-rédacteurs)

- Agence de l'Eau RM&C : Eve SIVADE, Thomas PELTE
- BRGM : Blandine CLOZEL
- CNR : Sylvain REYNAUD
- DDT 73 : Anne JOUHANNAUD-TRUSSON
- EDF : Fabrice BEIGNON
- ENTPE : Yves PERRODIN, Gwenaëlle ROUX
- DREAL PACA : Jean-Guillaume LACAS
- DREAL Rhône-Alpes : Cyril BOURG, Delphine CATHALA, Geneviève GOLASZEWSKI
- FRAPNA : Audrey ROGGEMAN / Lydie NEMAUSAT
- IDRA : Alain DREAU, Nicolas FAUCONNIER
- IRSTEA : Marc BABUT
- ONEMA : Michel DELPRAT

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>8</b>
1.1	CADRE D'ÉLABORATION DES RECOMMANDATIONS	8
1.2	OBJECTIF DES RECOMMANDATIONS	8
1.3	ARTICULATION AVEC LA RÉGLEMENTATION	8
1.4	CHAMP COUVERT PAR LES RECOMMANDATIONS	9
1.5	CHAMPS NON COUVERT	10
1.6	PCB ET PCB INDICATEURS	10
1.7	CONVENTION DU DOCUMENT	11
<b>2</b>	<b>CADRE GENERAL</b>	<b>12</b>
2.1	PROCESSUS DE CONTAMINATION DES SÉDIMENTS	12
2.2	RÉPARTITION DES CONTAMINANTS ENTRE EAU ET SÉDIMENTS	12
2.3	CONTAMINATION DE LA FAUNE ET DE LA FLORE AQUATIQUES À PARTIR DE SÉDIMENTS	12
2.4	MOBILITÉ DES SÉDIMENTS	16
2.5	LE TRANSPORT DES CONTAMINANTS PAR LES COURS D'EAU	19
2.6	RÔLE DES CRUES	19
2.7	IMPACTS DES OPERATIONS D'EXTRACTION DES SÉDIMENTS	20
<b>3</b>	<b>PRINCIPES DES RECOMMANDATIONS</b>	<b>22</b>
3.1	IDENTIFICATION DES MILIEUX AQUATIQUES CONTAMINÉS OU SUSPECTS	22
3.2	CARACTÉRISATION PRÉALABLE DE L'ÉTAT DE CONTAMINATION DES SÉDIMENTS	23
3.3	RÈGLE GÉNÉRALE	26
3.4	CAS DÉROGATOIRES	26
3.5	REGISTRE DES QUANTITÉS DE CONTAMINANTS REMIS EN CIRCULATION	28
3.6	ÉLÉMENTS DE RELATIVISATION	28
<b>4</b>	<b>MARCHE A SUIVRE POUR UN PROJET DE TRAVAUX</b>	<b>33</b>
	<b>ANNEXES</b>	<b>39</b>
	<b>FICHES MILIEUX</b>	<b>40</b>
	<b>A1 - ATERRISSEMENT EN COURS D'EAU</b>	<b>41</b>
	<b>A2 - ACCUMULATION SÉDIMENTAIRE DE CONFLUENCE</b>	<b>49</b>
	<b>A3 - TRAVAUX EN BERGE</b>	<b>55</b>
	<b>A4 - DRAGAGES EN LAC</b>	<b>63</b>
	<b>A5 - CURAGE D'ÉTANG</b>	<b>67</b>
	<b>A6 - BARRAGE : CHASSES ET CURAGES</b>	<b>73</b>
	<b>A7 - VOIES NAVIGABLES</b>	<b>81</b>
	<b>A8 - INFRASTRUCTURES DE NAVIGATION</b>	<b>87</b>
	<b>A9 - BASSIN PORTUAIRE</b>	<b>95</b>
	<b>A10 - ANNEXE FLUVIALE : CASIER GIRARDON DU RHÔNE</b>	<b>101</b>
	<b>A11 - RHONE</b>	<b>105</b>
	<b>ANNEXES TECHNIQUES</b>	<b>117</b>
	<b>A12 - SÉDIMENTS LIBRES/IMMOBILISÉS – OCCURENCES PROBABLES</b>	<b>118</b>
	<b>A13 - ÉLÉMENTS POUR LA DÉCISION D'ENTREPRENDRE LES TRAVAUX</b>	<b>119</b>
	A13.1 - LISTES DES AVANTAGES ET DÉSAVANTAGES	119
	<b>A14 - ECHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS</b>	<b>125</b>
	A14.1 - PREAMBULE	125
	A14.2 - STRATÉGIES D'ÉCHANTILLONNAGE	126

<b>A15 - FICHE PRÉLÈVEMENT.....</b>	<b>144</b>
<b>A16 - ANALYSES EN LABORATOIRE .....</b>	<b>146</b>
<b>A17 - GESTION À TERRE DES SÉDIMENTS EXTRAITS.....</b>	<b>164</b>
<b>A18 - RÉFÉRENTIELS DE QUALITÉ DES SÉDIMENTS .....</b>	<b>165</b>
<b>A19 - TECHNIQUES DE TRAVAUX, IMPACTS ET REDUCTION DES IMPACTS .....</b>	<b>175</b>
<b>A20 - BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>182</b>

## Figures

<b>Figure 1</b> - Exemple de variation de la teneur en contaminant – PCB - en fonction de l'âge des sédiments – et donc ici de la profondeur – sur des carottes prélevées en 2012 sur un casier Girardon à Péage de Roussillon. ....	16
Figure 2 - Schéma des déplacement des sédiments avec le courant (F. Boulvain, Université de Liège).....	19
Figure 3 : <i>Dispersion des sédiments au cours d'un clapage (Alzieu, 1988)</i> .....	20
Figure 4 - Profil des teneurs en plomb des sédiments de l'étang de la Gruère (Jura suisse) en fonction de l'âge (Shotyk et al., 1996) .....	29
Figure 5 -Schéma de gestion d'un projet de travaux impliquant des sédiments potentiellement contaminés. ....	33
Figure 6 - Schémas de principe du phénomène d'érosion et de sédimentation dans un cours d'eau au niveau des berges .....	42
Figure 7- Exemple d'un curage mécanique en eau dans un cours d'eau (DEC).....	43
Figure 8- Exemple d'un curage hydraulique par drague aspiratrice en rivière (NEMEAU).....	44
Figure 9 - Secteurs de prélèvement pour un atterrissement d'une longueur inférieure à 600 mètres .....	44
Figure 10 - <i>Secteurs de prélèvement pour un atterrissement d'une longueur supérieure à 600 m. L'illustration présente un atterrissement d'une longueur de 700 m. dans laquelle 4 secteurs de prélèvement ont été définis</i> .....	45
Figure 11 – <i>Prélèvements en fonction de la nature des sédiments rencontrés.</i> .....	45
Figure 12 - Bathymétrie avant et après travaux de la Petite Loire à Blois (DDT45).....	47
Figure 13 - Schéma de principe de la mise en place d'un suivi en continu des MES .....	47
Figure 14 - Schéma de principe du phénomène de sédimentation dans la confluence de deux cours d'eau.....	49
Figure 15- Exemple de sédimentation à la confluence entre un cours d'eau et un exutoire d'étang.....	50
Figure 16 - Exemple de sédimentation à la confluence entre deux cours d'eau (Rhône et xxx).....	50
Figure 17 - Exemple de sédimentation à la confluence entre canal et étang (VNF Frontignan) .....	50
Figure 18 - Exemple d'un curage hydraulique par drague aspiratrice dans l'estuaire de la Vilaine (370 000m3 IAV) .....	51
Figure 19 - Schéma d'un prélèvement carotté de sédiment .....	52
Figure 20 - Exemple d'une érosion active de berge sur la rivière Dulais au Royaume Unis (Aquaterra).....	55
Figure 21 - Schéma de principe de l'accumulation sédimentaire sur les berges (Eau Seine Normandie).....	56
Figure 22 - Reprise de berges à l'Isle sur la Sorgue (SMBS) .....	57
Figure 23 - Reprise de berges à Châteauneuf de Gadagne (SMBS) .....	57
Figure 24 - Protection de digue par la pose d'encrochement (Arcadis).....	58
Figure 25 - Berges maçonnées et petits aménagements visant à créer des abris piscicoles (SMBS) .....	58
Figure 26- Aménagement associant réhabilitation des berges et création d'un chemin piétonnier (SMBS).....	58
Figure 27 - Exemple de bathymétrie couplée à une topographie des berges (Mesuris).....	59
Figure 28 - Exemple d'échantillonnage sur les berges (points noirs) et dans le chenal de l'Oise (points verts) en prévision d'un élargissement <b>du chenal (IDRA-ISL)</b> .....	60
Figure 29 - Qualité des sédiments en fonction des seuils de déchets inertes (Arrêté du 28/10/10) .....	61
Figure 30 - Exemple d'une vidange d'un plan d'eau sur la commune de Damgan avant curage mécanique (IDRA 2011) .....	68
Figure 31 - Dragage de l'étang de Jugon les Lacs (450 000 m <sup>3</sup> – IDRA 2007-2008) .....	69
Figure 32 - Exemple de levé bathymétrique dans un étang du Louroux (IDRA) .....	69
Figure 33 - Schéma d'un prélèvement carotté de sédiment .....	70
Figure 34 - Exemple de restitution d'une carte d'isoconcentration en mercure.....	71
Figure 35 - Schéma d'un profil de barrage.....	73

Figure 36 - Schéma de l'évolution des âges des dépôts .....	73
Figure 37 – Différence de sédimentation derrière un barrage (en haut) et un seuil (en bas) (d'après G. Degoutte) .....	74
Figure 38 - Exemple de drague aspiratrice à élinde modulable (VIS) .....	75
Figure 39 - légende .....	75
Figure 40 : Barrage avec large retenue. A - Topographie initiale ; B – Bathymétrie avant opération ; C- Epaisseur de sédiment accumulé. On observe que l'épaisseur et les volumes les plus importants sont ceux liés à la formation deltaïque de l'entrée de la rivière principale et autres affluents. ....	76
Figure 41 : barrage avec retenue linéaire. A - Topographie initiale ; B – Bathymétrie avant opération ; C- Epaisseur de sédiment accumulé. Les épaisseurs les plus importantes (il est plus difficile de raisonner en termes de volume/forme de la retenue) sont également liées à ce dépôt qui s'amorce très en amont du barrage.....	77
La Figure 42 Figure 43 : A- bathymétrie juste avant une chasse, à proximité du barrage - B – Bathymétrie après chasse ; C- Identification (pointillé noir) des zones remobilisées et des zones peu ou pas modifiées. La bathymétrie avant/après curage. Les volumes latéraux sont stabilisés, formant de nouvelles terrasses à peine mobilisées alors que les volumes en amont, dans le chenal, ont été totalement évacués. Les nouveaux dépôts qui vont s'accumuler dans le chenal seront donc beaucoup plus récents que les dépôts latéraux. ....	77
Figure 43 : A- bathymétrie juste avant une chasse, à proximité du barrage - B – Bathymétrie après chasse ; C- Identification (pointillé noir) des zones remobilisées et des zones peu ou pas modifiées par la chasse. ....	77
Figure 44 : Représentation des trois secteurs où l'échantillonnage sera mené (l'échelle représente l'épaisseur des sédiments accumulés) .....	78
Figure 45 : Représentation des 7 secteurs où l'échantillonnage sera mené .....	78
Figure 46 - légende .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 47 - Exemple de curage mécanique en eau à l'aide d'une pelle sur ponton (Jan de Nul) .....	82
Figure 48 - Exemple de curage mécanique à sec (Ouest France) .....	82
Figure 49 - Bathymétrie d'une portion de canal et vue en coupe d'un gabarit de curage (ISL) .....	83
Figure 50 - Qualité des sédiments en fonction des seuils de déchets inertes (Arrêté du 28/10/10) .....	85
Figure 51 - Envasement en amont d'une porte écluse (écluse de Jarville – canal de la Marne au Rhin)(Bord à Bord).....	88
Figure 52 - Exemple d'un affouillement autour d'une pile de pont (US Gouvernement).....	88
Figure 53 - Ecluse de Vire, curage à sec (Ouest France) .....	89
Figure 54 - Ecluse de Marsenac, curage en eau (Commune de Flagnac).....	89
Figure 55 - Pelle bras long pour curage d'appontement (IDRA) .....	89
Figure 56 - Exemple de bathymétrie sur l'écluse des Fontinettes à Flandre et de l'écluse de Mericourt (VNF).....	90
Figure 57 - Exemple d'échantillonnage sur l'écluse de Marpent – VNF Nord Pas de Calais (IDRA).....	91
Figure 58 - Qualité des sédiments en fonction des seuils de déchets inertes (Arrêté du 28/10/10) .....	92
Figure 59 - Exemple de levé bathymétrique en milieu portuaire .....	96
Figure 60 - Schéma d'un prélèvement carotté de sédiment .....	97
Figure 61 - Exemple de restitution des résultats des tests de lixiviation lancés sur sédiment portuaire.....	98
Figure 62 - Exemple de restitution d'une carte d'isoconcentration en mercure en milieu portuaire.....	99
Figure 63 – Evolution temporelle des appareils Girardon .....	101
Figure 64 - Schéma « 3D » d'un casier Girardon (exagération verticale) .....	102
Figure 65 - A- Schéma représentant les étapes d'accrétion du casier (et la projection au sol des passées à PCB) ; B- Représentation de la mémoire de la concentration en PCB au cours du temps .....	102
Figure 66 – répartition des zones d'échantillonnage.....	103
Figure 67 – profil en long du Rhône -Sogreah 2000, mise en forme Hydratec/MINEA .....	106
Figure 68 – Extrait du dossier de demande d'autorisation des dragages d'entretien du Rhône .....	106
Figure 69 – Chute CNR type .....	107
Figure 70 – Principales zones de dragages et de remobilisation des matériaux.....	108
Figure 71 – Volume total dragué et nombre d'interventions par aménagement .....	109
Figure 72 – Types de sédiments dragués sur le Rhône.....	110
Figure 73 – Tube manuel pour prélèvement de sédiments fins. ....	110
Figure 74 – Pelle amphibie pour zone peu profonde.....	110
Figure 75 – Benne preneuse pour tous sites .....	111

Figure 76 – Benne preneuse.....	111
Figure 77 –Pelle sur ponton pour sites avec profondeur <10m.....	111
Figure 78 –Pelle sur ponton. ....	111
Figure 79 –Atelier de forage tous sites .....	111
Figure 80 –Atelier de forage .....	111
Figure 81 –Coupe longitudinale de fonctionnement d’une drague aspiratrice. Schéma de fonctionnement d’un chaland en train de restituer les sédiments par clapage. ....	114
Figure 82 –Chute des matériaux clapés à partir d’une barge. ....	115
<b>Figure 83</b> : Organigramme de la chaîne complète d’un diagnostic sédimentaire [d’après ENV. CANADA, 1994].....	125
<b>Figure 84</b> : Principales méthodes de positionnement des stations de prélèvement .....	127
<b>Figure 85</b> : Schéma de principe d’un prélèvement de sédiment superficiel. ....	128
<b>Figure 86</b> : Schéma de principe d’un prélèvement carotté de sédiment. ....	129
<b>Figure 87</b> : Exemple de stratégie d’échantillonnage de sédiment portuaire [CALB/IDRA].....	130
<b>Figure 88</b> : Logigramme récapitulant la stratégie d’échantillonnage .....	135
<b>Figure 89</b> : <b>Raclette à sédiments</b> .....	137
<b>Figure 90</b> : benne Eckman. ....	137
<b>Figure 91</b> : Benne Vav Veen.....	137
<b>Figure 92</b> : Carottier de plongée.....	138
<b>Figure 93</b> : Carottier inox à main .....	138
<b>Figure 94</b> : Carottier gravitaire .....	139
<b>Figure 95</b> : Carottier poinçonneur .....	139
<b>Figure 96</b> : Carottier à bvox-corer.....	139
<b>Figure 97</b> : Moyens de prélèvement recommandés pour différents types de milieux [d’après Env. CANADA modifié]....	141
<b>Figure 98</b> : Quelques exemples de moyens de navigation mobilisables et d’un ponton flottant [CNR, IDRA].....	142
<b>Figure 99</b> : Logigramme récapitulant les étapes de prétraitement .....	146
<b>Figure 100</b> : Schéma d’une opération de quartage .....	147
<b>Figure 101</b> : Analyseur multimètre de terrain.....	150
<b>Figure 102</b> : Exemple d’histogramme granulométrique d’un sédiment à dominante limoneuse.....	150
<b>Figure 103</b> : Démarche du protocole H14 « sédiment » [MEEDDM].....	156
<b>Figure 105</b> : Exemple d’une carte du fond géochimique en Cuivre dans les sols, par régions agricoles en Bourgogne [INRA/IDRA] .....	171
Figure 106 : Pelle mécanique bras long et pelle mécanique sur ponton.....	175
Figure 107 : Pelle amphibie en action [IDRA].....	176
Figure 108 : Curage à l’aide d’une benne preneuse .....	176
Figure 109 : Drague aspiratrice (le cutter est visible en tête du bas aspirant).....	177
Figure 110 : Exemple de prétraitement en bassin de décantation ou géotextile filtrant [IDRA, Tencate] .....	177
Figure 111 : Rotodévaseur.....	178
Figure 112 : Système d’agitateur à hélices .....	178
Figure 113 : Dispersion des sédiments au cours d’un clapage (Alzieu, 1988).....	178
Figure 114 : Barrage flottant.....	180
Figure 115 : Godet à clapet pour éviter la dispersion des sédiments à la remontée.....	181
Figure 116 : Tube plongeur pour réduire les panaches de clapage (source OFEFP).....	181

## Tableaux

Tableau 1 - Flux de contaminants mesurés sur les eaux et matières en suspension à la station d'Arles (source IRSN, Agence de l'eau).....	12
Tableau 3 - Proposition sur le nombre de station à échantillonner .....	52
Tableau 4 - Type de travaux à engager en fonction du type de berge et des enjeux assujettis (Syndicat Mixte du Bassin des Sorgues SMBS).....	57
Tableau 5 - Protocole d'échantillonnage VNF [VNF, 2011].....	59
Tableau 6 - Proposition sur le nombre de station à échantillonner .....	70
Tableau 7- Protocole d'échantillonnage VNF [VNF, 2011].....	84
Tableau 8 - Protocole d'échantillonnage VNF [VNF, 2011].....	91
Tableau 9 - Proposition sur le nombre de station à échantillonner .....	97
Tableau 10 - Comparaison des volumes remis en suspension entre 1995 et 2006 à l'occasion des dragages, et du transport en suspension du Rhône.....	107
<i>Tableau 11 - Nombre de lieux de prélèvement de matériaux en fonction du volume à draguer.....</i>	<i>109</i>
<i>Tableau 12 - Nombre de prélèvement de matériaux en fonction de l'épaisseur à draguer.....</i>	<i>109</i>
<i>Tableau 13 - Dragage d'entretien CNR 2008-2012-concentration en PCBi sur les échantillons réalisés avant travaux... </i>	<i>113</i>
<i>Tableau 14 – Contrôle de la turbidité lié au chantier.....</i>	<i>114</i>
<i>Tableau 15 - Dragage d'entretien CNR 2008-2012-concentration en PCBi sur les échantillons réalisés avant travaux... </i>	<i>118</i>
<b>Tableau 16 : Ajustement du nombre de station en fonction du niveau de contamination .....</b>	<b>128</b>
<b>Tableau 17 : Conditions et durée de stockage au laboratoire [d'après Env. Canada].....</b>	<b>131</b>
<b>Tableau 18 : Protocole d'échantillonnage de la CNR.....</b>	<b>132</b>
<b>Tableau 19 : Protocole d'échantillonnage VNF [VNF, 2011].....</b>	<b>133</b>
<b>Tableau 20 : Nombre de station de prélèvement .....</b>	<b>133</b>
<b>Tableau 21 : Ajustement du nombre de stations en fonction du niveau de contamination.....</b>	<b>134</b>
<b>Tableau 22 : Nombre d'échantillon à réaliser en fonction des épaisseurs de sédiment en jeu .....</b>	<b>134</b>
<b>Tableau 23 : Volume de l'échantillon requis pour porter les analyses physico-chimiques [d'après ENV. CANADA, 1994 et échanges laboratoires] .....</b>	<b>135</b>
<b>Tableau 24 : Synthèse des principaux moyens de prélèvements des sédiments de surface.....</b>	<b>138</b>
<b>Tableau 25 : Synthèse des principaux moyens de prélèvements des sédiments de surface.....</b>	<b>140</b>
<b>Tableau 26 : Quantité optimale requise de sédiment pour lancer les analyses [échanges laboratoires].....</b>	<b>147</b>
<b>Tableau 27 : Paramètres physico-chimiques descriptifs des sédiments .....</b>	<b>149</b>
<b>Tableau 28 : Exemple de classification granulométrique des sédiments (d'après Glemarec).....</b>	<b>151</b>
<b>Tableau 29 : Autres paramètres physico-chimiques descriptifs .....</b>	<b>152</b>
<b>Tableau 30 : Inventaire des sources et impacts potentiels des polluants.....</b>	<b>153</b>
<b>Tableau 31 : Tests écotoxicologiques appliqués sur sédiment .....</b>	<b>154</b>
<b>Tableau 32 : Principales étapes du test de lixiviation.....</b>	<b>157</b>
<b>Tableau 33 : Paramètres analysés sur éluat conforme Arrêté du 28/10/2010 .....</b>	<b>158</b>
<b>Tableau 34 : Paramètres analysés sur brut conforme Arrêté du 28/10/2010.....</b>	<b>158</b>
Tableau 35 : Seuils réglementaires S1 de l'Arrêté du 9 août 2006 .....	165
Tableau 36 : Proposition de seuils S1/S2 PCB du CEMAGREF.....	166
Tableau 37 : Seuils Si appliqués au calcul du QSM .....	167
Tableau 38 : Exemple de PNEC sédiment [INERIS, 2012].....	168
Tableau 39 : Exemple de NQE provisoire sédiment [Circulaire 28/07/2005] .....	169
Tableau 40 : Propositions de valeurs seuils HAP en milieu marin [Géode, 2011] .....	170
Tableau 41 : Valeurs du programme ASPITET [INRA, GIS SOL] .....	170
Tableau 42 : Valeurs limites des concentrations sur éluats et sédiment brut* .....	172
Tableau 43 : Seuils réglementaires propres à l'épandage et à la reconstitution des sols .....	173
Tableau 44 : Synthèse des référentiels disponibles pour les sédiments selon les contextes et mise en application .....	174

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 CADRE D'ÉLABORATION DES RECOMMANDATIONS

L'ampleur des effets des contaminations historiques des sédiments aquatiques dulcicoles et marins par des substances toxiques persistantes et bio-accumulables, commence à être mesurée. Elle peut localement nécessiter la prise de mesures sévères telles que l'interdiction de consommer des poissons.

Un paradoxe existe entre ces constats récents qui ne manquent pas d'être préoccupants et la prise en compte encore insuffisante de ces situations par la réglementation tant européenne que nationale.

Dans l'attente de cadrages réglementaires adaptés, le Préfet coordonnateur du bassin Rhône-Méditerranée, appuyé par le Comité de bassin, a décidé que l'Etat établirait des recommandations pour encadrer les travaux mettant en jeu des sédiments potentiellement contaminés. Cet objectif a été défini dans les Programmes d'action du bassin 2008-2010 et 2011-2013 pour la pollution par les PCB et a été repris dans le Plan d'action PCB national<sup>2</sup>. Il a été traduit dans le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux – SDAGE – du bassin Rhône-Méditerranée<sup>3</sup> :

## 1.2 OBJECTIF DES RECOMMANDATIONS

La pré-qualification d'un projet de travaux ou d'intervention sur des sédiments aquatiques potentiellement contaminés, n'échappe pas à la règle de l'évaluation de l'impact et de l'identification de mesures d'évitement et de réduction de ces impacts, et d'une phase de balance entre avantages et désavantages du projet, suivie d'une phase finale sur la décision de réaliser ou pas le projet dans la forme envisagée.

S'inscrivant totalement dans ce cadre, les présentes recommandations visent à proposer aux parties concernées par les interventions sur des sédiments aquatiques potentiellement contaminés (services de l'Etat instructeurs de demandes d'autorisation, pétitionnaires, opérateurs techniques publics ou privés), les pratiques les plus adaptées à leur contexte et les plus à jour par rapport aux connaissances techniques du moment, dans le but de minimiser l'impact de leur intervention sur l'environnement.

***L'objectif est d'établir un cadre d'intervention technique qui contribue à éviter une aggravation de la situation et la dispersion des contaminants, notamment dans le cas de sédiments anciens immobilisés dans des structures sédimentaires stabilisées.***

## 1.3 ARTICULATION AVEC LA RÉGLEMENTATION

Les présentes recommandations complètent, sur le volet spécifique des sédiments aquatiques potentiellement contaminés, notamment par des PCB, les actes réglementaires en vigueur qui encadrent les travaux et interventions sur les milieux aquatiques.

Sont concernées les mesures qui pourraient être mises en œuvre en application des articles L211-1 et L241-1 à L214-6 du code de l'environnement, pour maîtriser l'impact de ces travaux sur l'environnement.

---

<sup>2</sup> Plan d'action PCB du bassin Rhône-Méditerranée 2008-2010 et 2011-2013 : Action : « Développer des outils de gestion sédimentaire ».

Plan d'action PCB national : Action : « Comprendre les phénomènes de transfert sédimentaire et établir une doctrine pour la conduite des opérations de dragage »

<sup>3</sup> Disposition n° 5C-04, L'Etat doit « Etablir les règles d'une gestion précautionneuse des travaux sur les sédiments aquatiques contaminés ».

## 1.4 CHAMP COUVERT PAR LES RECOMMANDATIONS

### 1.4.1 Milieux aquatiques

Les recommandations traitent des cours d'eau et plan d'eau dulcicoles et saumâtres.

Les canaux constituent un milieu intermédiaire : la faiblesse du courant conduit à des formes et dynamiques de dépôts plus proches des situations lacustres que de celles des cours d'eau courants.

### 1.4.2 Type d'opérations et de travaux

Les recommandations visent à traiter de l'ensemble des travaux et opérations susceptibles d'impliquer un curage, dragage, remise en mouvement de sédiments aquatiques, et donc une gestion de ces sédiments.

Cela couvre l'ensemble des travaux d'extraction de sédiments, en eau ou dans les berges, avec ou sans restitution au cours d'eau et plan d'eau des matériaux déplacés lors des actions d'entretien, de restauration, de création ou d'aménagement de site, de chasses.

Sont ainsi notamment concernés, pour les cours d'eau et plan d'eau, les opérations de curage ou de dragage<sup>4</sup> pour :

- l'entretien du chenal et d'ouvrages de navigation, de ports, berges, ... ;
- la gestion hydraulique du cours d'eau (remobilisation de marges alluviales, dont les lônes et casiers Girardon du Rhône, les atterrissements en berge et aux confluences, ... ) ;
- les chasses des sédiments accumulés dans les ouvrages de retenue d'eau et les vidanges.

### 1.4.3 Contaminants

Les contaminations des sédiments des cours d'eau qui ont conduit à l'accumulation de produits tels que les PCB, le mercure, le plomb, ... sont essentiellement liées à l'activité industrielle, à des périodes où les contraintes environnementales n'existaient pratiquement pas ou étaient moins sévères et où les rejets étaient faits la plupart du temps directement dans les cours d'eau.

Les substances solubles ne sont pas significativement stockées par les sédiments.

En général, les contaminations des sédiments couvrent un large spectre de substances et il est très rare de rencontrer des sédiments aquatiques contaminés par une seule espèce chimique. A contrario, l'absence d'un contaminant majeur, même très répandu comme les PCB, n'exclue pas la présence d'autres contaminants.

*La présente recommandation, initialement rédigée pour les PCB, est conçue de manière à permettre une transposition à d'autres contaminants bio-accumulables retenus par les sédiments, à condition notamment, de pouvoir faire référence à :*

- *une norme de qualité environnementale réglementaire (NQE) ;*
- *ou un seuil conçu comme tel : seuil de contaminant dont le niveau conduit à un impact sanitaire (ce qui est présentement le cas des PCB) ou un effet direct sur les biocénoses aquatiques ;*
- *ou par défaut un seuil réglementaire non NQE.*

---

<sup>4</sup> Le **dragage** est compris comme une opération d'une certaine envergure réalisée avec des outils lourds (pompe aspirante, drague, etc.). Il est utilisé dans le cadre des opérations de maintien du chenal de navigation des canaux et cours d'eau.

Le **curage** est le terme le plus générique qui couvre tant des opérations de simple mobilisation de sédiments à très petite échelle sans sortie du lit mineur du cours d'eau que l'enlèvement des sédiments lié à une opération d'entretien de cours d'eau à grande échelle ou liée à des travaux ou à la création d'un ouvrage dans le lit mineur d'un cours d'eau et à l'entretien de cet ouvrage (curage des retenues de barrages par exemple). Il est communément utilisé dans le cadre de l'entretien ou de travaux en milieu fluvial (hors maintien des chenaux de navigation). Réf. Circulaire du 4 juillet relative à la procédure concernant la gestion des sédiments lors de travaux ou d'opérations impliquant des dragages ou curages maritimes ou fluviaux.

## 1.5 CHAMPS NON COUVERT

### 1.5.1 Milieu marin

Les interventions en milieu marin ne sont pas couvertes par cette version. Toutefois, il est évident que ce milieu est indirectement concerné, puisque in fine, tous les contaminants transportés par les cours d'eau se retrouvent finalement en mer.

La durée de dégradation de nombreux contaminants étant importante par rapports aux temps de circulation amont/aval des sédiments et matières en suspension (les PCB ont une demi-vie pouvant atteindre 2700 ans), il n'est volontairement pas fait référence à un temps de transfert jusqu'à la mer, quelle que soit la distance à l'embouchure.

***Le milieu marin est pris en compte en considérant que toute remise en circulation de contaminants contenus dans des sédiments aquatiques fluviaux se retrouvera en mer, sans considération de temps de transfert***

---

### 1.5.2 Gestion ou réutilisation de sédiments extraits

Le présent document ne traite pas de la gestion des sédiments lorsqu'ils sont extraits du milieu, qu'ils soient contaminés ou non.

Cet aspect important de la problématique de gestion des sédiments, surtout s'ils sont contaminés, est abordé dans d'autres documents :

- Pour l'aspect réglementaire :
  - Document de la DREAL Rhône-Alpes produit par le CETE (à venir)
  - [Document de la DREAL Nord-Pas de Calais](#)
  - [Document de la DREAL Bretagne](#)
- Pour l'aspect traitement
  - Document CETE cité ci-dessus ;
  - Document AXELERA (à venir) ;
  - ...

On trouvera toutefois des éléments synthétiques sur le sujet en annexe (Annexe « gestion à terre des sédiments extraits », p. 164).

## 1.6 PCB ET PCB INDICATEURS

Les PCB réunissent 209 congénères au sein desquels certains ont été plus largement utilisés, donc introduits dans l'environnement. De ce fait, pour réduire les coûts d'analyse, mais aussi parce que très peu de laboratoires savent analyser l'ensemble des congénères, il est d'usage de se limiter aux sept congénères les plus fréquents dans l'environnement, dénommés PCB indicateurs (PCBi) congénères n° 28, 52,101,118,138,153 et 180. Certaines analyses ne sont faites que sur 6 congénères (sans le 153 qui représente tout de même 1/3 des 7PCBi dans les analyses réalisées dans le bassin).

***Les teneurs et seuils en PCB cités dans le présent document sont tous exprimés en PCB indicateurs, qui seront notés PCBi.***

---

A l'inverse, se pose la question de la représentativité des PCB<sub>i</sub> par rapport à l'ensemble des PCB. Selon les sources bibliographiques, les 7 PCB<sub>i</sub> représenteraient entre 50% et 42% des 209 congénères.

*Pour simplifier, on peut retenir qu'il y a en réalité dans les échantillons analysés, environ le double de PCB que ce qui est exprimé en concentration ou masse de PCB indicateurs.*

---

## 1.7 CONVENTION DU DOCUMENT

Du fait du facteur « circulation des eaux », certaines problématiques sont différentes dans les cas des cours d'eau, plans d'eau voire canaux.

Par convention, le document est rédigé pour l'ensemble de ces milieux, mais les parties traitant spécifiquement d'un milieu aquatique (ex : les plans d'eau), seront précédées de la mention du milieu traité (ex : « Plan d'eau : »).

## 2 CADRE GENERAL

### 2.1 PROCESSUS DE CONTAMINATION DES SÉDIMENTS

La contamination des sédiments par des substances toxiques provient de plusieurs sources, d'ampleur variable souvent d'origine industrielle : rejets anciens dans les cours d'eau, sites contaminés historiques, STEP, rejets pluviaux, rejets sauvages, pollutions diffuses diverses, pollutions atmosphériques.

Les caractéristiques physico-chimiques de certaines substances (organochlorées dont les PCB, formes organiques de métaux : mercure, plomb, ...) ont pour conséquence une adsorption rapide sur les particules présentes : matières en suspension (MES) en premier lieu, puis sédiment de fond après dépôt des MES.

### 2.2 RÉPARTITION DES CONTAMINANTS ENTRE EAU ET SÉDIMENTS

Les contaminants, du fait de leur facteur de solubilité ou de leur affinité pour les particules argileuses ou organiques, seront portés par l'eau ou par les particules solides (MES, sédiments), ou les deux en proportions variables. Par exemple, le suivi de la qualité des eaux et des MES, notamment en période de crue à la station d'Arles sur la Rhône, montre bien que la seule approche traditionnelle de l'analyse de l'eau ne suffit pas à évaluer la quantité de contaminants transportés par un cours d'eau.

Famille Chimique	Flux moyen annuel (2008-2009) en Tonnes	
	Eau brute	MES
Métaux ou métalloïdes	4 658	14 909
HAP	33	7
Semi volatils organiques divers	341	7
Pesticides	106	2
Chlorobenzènes	2,7	1
Organostanneux	78	0,9
Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylènes	0,00	0,8
PCB	0,00	0,2
Hydrocarbures Halogénés Volatils - OHV	35	0,3
Anilines et Chloroanilines	2	0,1
Phénols et chlorophénols	5	0,07
Alkylphénols	6	0,02

Tableau 1 - Flux de contaminants mesurés sur les eaux et matières en suspension à la station d'Arles (source IRSN, Agence de l'eau)

### 2.3 CONTAMINATION DE LA FAUNE ET DE LA FLORE AQUATIQUES À PARTIR DE SÉDIMENTS

#### 2.3.1 Bioaccumulation et bioamplification

Les organismes vivants (faune et flore) procèdent en permanence à des échanges avec leur environnement : respiration, alimentation, élimination de résidus ... comme tels, ils sont donc exposés aux contaminants présents dans cet environnement, et sont susceptibles de modifier leur devenir. Ces interactions entre matrices abiotiques, telles que les sédiments, et organismes vivants, peuvent se traduire en termes de toxicité, de bioaccumulation ou de biodégradation. La présente section traite surtout de bioaccumulation.

***La bioaccumulation désigne l'absorption et le stockage dans les organismes vivants de substances chimiques en concentration supérieure à celle de leur environnement : eau, matières en suspension ou sédiment, alimentation.***

Les contaminants bioaccumulables incluent des éléments minéraux (métaux tels que plomb, cadmium, ...), des substances de synthèse (polychlorobiphényles - PCB, polybromodiphényl-éthers-PBDE, etc.), des substances organiques produites accidentellement (hydrocarbures poly-aromatiques –HAP), ou encore des composés organométalliques, notamment le méthyl-mercure.

Certains de ces composés, notamment les PCB et le méthyl-mercure, sont bioamplifiés.

***La bioamplification est un processus d'accumulation à partir de l'alimentation (proies), où le prédateur accumule le contaminant concerné à un niveau de concentration plus élevé que sa proie. Elle se produit lorsque la vitesse (taux d'absorption) est plus élevée que la vitesse (taux) d'élimination.***

---

### 2.3.2 Contamination de la faune aquatique

La faune aquatique de fond (benthique) et de pleine eau (pélagique) subit une contamination par les substances chimiques en phase dissoute dans l'eau ainsi que, pour les substances peu ou pas solubles, par contact et ingestion de matières en suspension et sédiments contaminés (rôle des biofilms à la surface des sédiments, des galets) et de matière vivante (invertébrés, poissons).

#### 2.3.2.1 Invertébrés

Les invertébrés benthiques vivent au contact ou dans la couche superficielle des sédiments de fond. Ces derniers sont particulièrement exposés aux contaminants associés aux sédiments fins, par voie respiratoire ou tégumentaire (par les contaminants contenus dans l'eau interstitielle des sédiments), ou par ingestion de la matière organique du sédiment. Ces invertébrés sont aussi une source de nourriture pour de nombreuses autres espèces d'invertébrés ou de poissons.

#### 2.3.2.2 Poissons

La contamination des poissons se fait selon deux voies distinctes :

- Respiratoire : échange au niveau branchial, impliquant en premier lieu les contaminants dissous, et de manière minoritaire les contaminants adsorbés aux MES après désorption.
- Digestive : désorption de contaminants des MES dans le tube digestif, ou consommation de proies contaminées (algues, invertébrés, autres poissons).

La contamination se fait de manière variable selon les molécules considérées. Par exemple, les espèces de carnassiers comme le brochet ou le sandre sont fortement accumulateurs pour le mercure et moins pour les PCB. Les facteurs déterminant le niveau d'accumulation des contaminants chez les poissons sont le comportement alimentaire (les espèces opportunistes avec une alimentation très variée, comme le chevaie, accumulent moins des contaminants comme les PCB que des espèces plus sélectives), la position dans le cours d'eau ou le plan d'eau, la longueur de la chaîne alimentaire, l'âge ou la taille (pour les contaminants bioamplifiés), ou encore le taux de matière grasse.

Cours d'eau : Dans les secteurs de vitesse de courant moyenne à rapide, où les sédiments ne s'accumulent pas, la contamination des poissons pourrait se faire par voie consommation de biofilm ou par voie respiratoire.

Dans les secteurs à vitesse plus lente, les poissons benthiques pourront se contaminer directement à partir du sédiment, des invertébrés et de la flore aquatique.

En tout état de cause, la superficie des aires prospectées par les poissons et sa variabilité est assez mal connue ; ces aires pourraient ainsi inclure plusieurs types d'habitat.

### 2.3.3 Contamination de la flore aquatique

Les végétaux enracinés dans le sédiment (macrophytes) qui peuvent en extraire certaines substances et les accumuler dans leurs tiges ou feuilles, ou constituer un support passif sur leur surface pour des MES contaminées, constituant ainsi une source de contamination pour les espèces herbivores.

### 2.3.4 Seuils de contamination des sédiments à prendre en compte

L'appréciation de la qualité des sédiments est généralement basée sur des considérations d'effets toxiques directs sur les invertébrés benthiques. Dans le cas au moins des PCB, le seuil de concentration ainsi défini n'empêche pas les poissons de dépasser le seuil réglementaire de consommation (réglementation visant la protection de la santé humaine). Ce seuil réglementaire sera d'ailleurs retenu comme norme de qualité environnementale (NQE) pour le biote dans la directive « substances prioritaires » en préparation (COM 2011/876).

C'est sur cette seule base solide, que des études ont été menées dans le cadre des plans d'action PCB du bassin et nationaux, pour préciser les relations entre la contamination des sédiments et celle des poissons de rivière en les décrivant par des modèles de bioaccumulation plus ou moins complexes, Ces modèles devaient permettre de déterminer un niveau seuil de PCB dans les sédiments au-dessus duquel les poissons ne seraient pas conformes aux teneurs maximales en dioxines et en PCB de type dioxine fixées par la réglementation (*i.e.* règlement européen fixant les teneurs maximales pour les dioxines et les PCB de type dioxine dans les denrées alimentaires).

Trois types de modèles ont été développés ou appliqués, présentés ci-dessous du plus simple au plus complexe :

- a) **Facteurs d'accumulation sédiment-biote** : Le BSAF (Biota Sediment Accumulation Factor) est le ratio entre la concentration du contaminant considéré dans le biote (normalisée par le taux de lipide de l'organisme) et celle dans les sédiments (normalisée par le carbone organique total, carbone organique particulaire - COT). Par une transformation de l'équation définissant le BSAF, il est possible de calculer un seuil sédiment correspondant au seuil réglementaire de consommation des poissons. Cette approche a été appliquée à environ 800 couples de données sédiments/poissons de la base de données du bassin Rhône-Méditerranée et à la base nationale produisant respectivement des seuils de 26,6 µg/kg et 50 µg/kg PCB<sub>i</sub> dans les sédiments. Dans les deux cas la capacité prédictive (proportion de poissons pour lesquels le taux de contamination est correctement prédit par le modèle) est de l'ordre de 50-60%.
- b) **Modèle statistique** : Les trois variables utilisées dans ce modèle permettent à elles seules d'expliquer 78% de la variabilité de la contamination des poissons. Le modèle permet de prédire la contamination des poissons à partir (i) de leur taille, (ii) de la proportion de carbone détritique (provenant du sédiment) dans leur alimentation, et (iii) de la concentration maximale de PCB<sub>i</sub> dans les sédiments à laquelle ils ont été exposés au cours de leur vie. Il est possible de calculer pour chaque poisson (de cette étude), la concentration maximale dans le sédiment qui permettrait de respecter le seuil réglementaire de consommation. . Pour que 75% des poissons au minimum soient conformes au seuil réglementaire de consommation, il ne faudrait pas dépasser 12,7 µg/kg en PCB<sub>i</sub> dans les sédiments ; pour protéger 90% des poissons il ne faut pas dépasser 5,9 µg/kg.
- c) **Modèle à base physiologique** : Ce modèle décrit l'ensemble des processus physiologiques contribuant à l'accumulation des PCB par les poissons. Il permet d'incorporer la variabilité des comportements du biote (poissons), et de comprendre ainsi pourquoi sur un même site, des poissons apparemment similaires ont des niveaux de contamination différents, pour ensuite définir des niveaux seuil de contamination dans les sédiments qui puissent être ajustés site par site ou protéger tous les sites avec un niveau de certitude connu. La concentration en PCB<sub>i</sub> à ne pas dépasser dans le sédiment pour que les différents poissons considérés individuellement (jusqu'à un âge de 14 ans dans le cas d'étude) ne dépassent à aucun moment le seuil réglementaire sanitaire varie de 1 à 1,5 µg/kg PCB<sub>i</sub> selon l'espèce et le site considérés.

Les seuils issus de l'approche BSAF appliquées aux bases de données nationale ou de bassin sont proches de la médiane des valeurs obtenues avec le modèle statistique. De même, 90% des poissons testés sont conformes (sans savoir s'ils l'ont été en permanence) à un niveau d'exposition supérieur mais du même ordre de grandeur que les seuils obtenus à l'aide du modèle à base physiologique. Malgré des bases conceptuelles différentes, ces trois approches produisent des valeurs cohérentes entre elles.

Les valeurs les plus basses (1 à 6 µg/kg ps pour la somme des PCBi) sont similaires au seuil de 10 µg/kg retenu dans le présent document.

***Ces résultats ont conduit conserver la valeur de 60 µg/Kg en PCBi initialement retenue dans la V1 des recommandations comme seuil de contamination des sédiments conduisant à une contamination des poissons au sens sanitaire pour l'alimentation humaine. C'est donc cette limite qui sert de socle aux présentes recommandations V2.***

---

Deux commentaires importants:

- Les PCB sont la seule substance pour laquelle un seuil scientifiquement argumenté ait été déterminé sur la base des relations entre la teneur du sédiment en contaminant et la teneur résultante dans la chair des poissons. Pour toutes les autres substances il n'existe que des seuils de concentrations qui déterminent les limites entre régimes déclaratifs ou autorisation des dossiers de demande d'autorisation administratives<sup>5</sup>, ou des seuils de toxicité vis-à-vis des invertébrés benthiques. Pour les sédiments aquatiques un seuil de 680 µg/Kg en PCBi détermine la limite entre déclaration et autorisation pour la remise à l'eau de sédiments.
- Par contre on ne connaît pas pour les PCB, la limite de concentration qui ne devrait pas être dépassée pour le bon développement des populations piscicoles. On sait seulement qu'à partir d'environ 600 µg/Kg on observe des désordres sur les individus et leur reproduction. La limite de concentration en PCBi garante du bon état des populations piscicole se situe donc entre 26/50 et 600 µg/Kg. Encore ne faudrait-il pas considérer que l'espèce poisson isolément et inclure dans la détermination d'un seuil sédiment/poissons les effets de la bioamplification qui portent préjudice aux espèces quasi exclusivement piscivores comme la loutre<sup>6</sup>, le balbuzard pêcheur, le cormoran, ...

***Il s'ensuit que les présentes recommandations, si elles sont rédigées pour pouvoir couvrir l'ensemble des contaminants des sédiments aquatiques, ne peuvent traiter avec pertinence que la substance PCB. Les seuils à utiliser pour les autres substances restent d'une part ceux de la réglementation, lesquels sont des seuils de déclaration/autorisation et d'autre part, les NQE lorsque celles-ci sont disponibles (Confer l'annexe sur les référentiels des sédiments, page 165).***

---

---

<sup>5</sup> Arrêté du 09/08/2006 relatif aux rejets dans les eaux de surface de sédiments aquatiques

<sup>6</sup> La bibliographie indique qu'au-delà de 150 ng/g en PCBi dans la chair des poissons, on constate une disparition des populations de loutre par inhibition des fonctions reproductrices. Cette valeur correspond au seuil sanitaire pour l'homme, exprimé en équivalents PCBi.

## 2.4 MOBILITÉ DES SÉDIMENTS

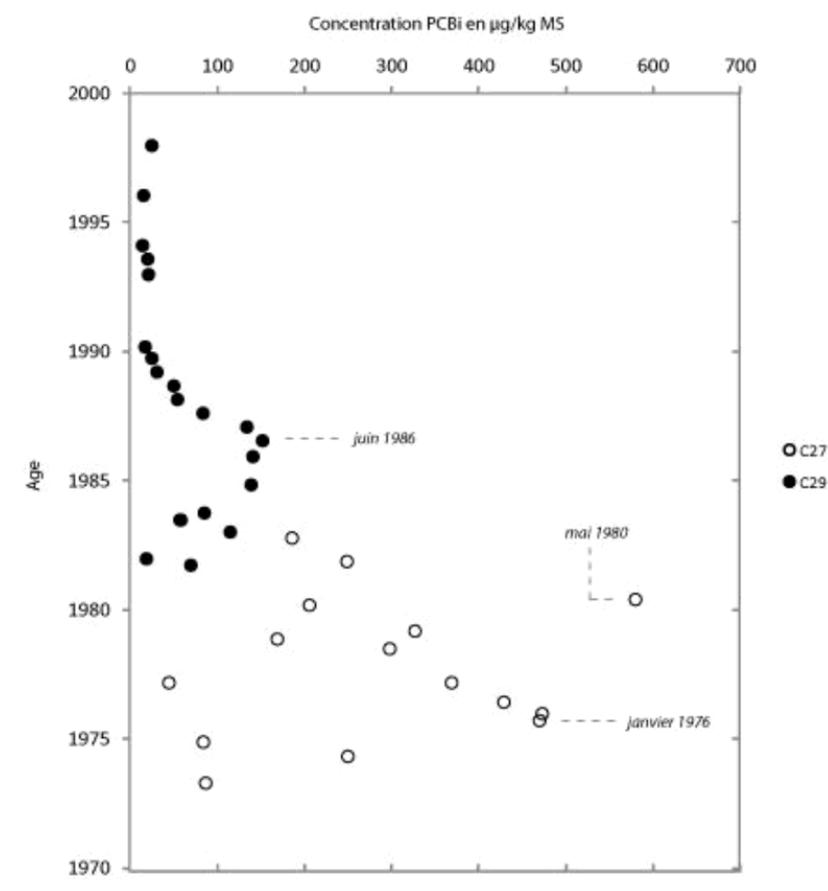
Du point de vue de leur mobilité, les sédiments aquatiques peuvent être classés en deux catégories : les sédiments immobilisés et les sédiments libres. Cette distinction est fondamentale pour ce qui concerne les interventions sur les sédiments aquatiques susceptibles d'être contaminés.

### 2.4.1 Sédiments immobilisés

Ils sont stockés dans des structures stables (hors événement hydrologique exceptionnel) :

- couches moyennes ou profondes de sédiments de cours d'eau ou de plan d'eau. Ces couches subissent un processus de diagenèse, se traduisant par une élimination partielle de l'eau interstitielle et une compaction du matériau<sup>7</sup>.
- dans des marges ou annexes alluviales en arrière des berges ;
- en berges ;
- même s'il ne s'agit pas de sédiments proprement dit, il convient d'ajouter aux berges, les sols contaminés, remblais ou dépôts industriels, lorsque ceux-ci sont confondus avec les berges et peuvent être remaniés sans précaution par des travaux ou soumis à l'érosion naturelle affectant les berges.

*Figure 1 - Exemple de variation de la teneur en contaminant – PCB - en fonction de l'âge des sédiments – et donc ici de la profondeur – sur des carottes prélevées en 2012 sur un casier Girardon à Péage de Roussillon. On constate que les sédiments déposés entre 1970 et 1990 sont les plus contaminés, notamment pour la période 1970-1980 (in Rapport BRGM n° xxx, publication à venir).*



<sup>7</sup> La diagenèse se rapporte à l'ensemble des modifications physico-biochimiques que subit un sédiment, après dépôt, dans les conditions de pression et température "faibles" qui règnent en environnement de sub-surface. Il s'agit de processus de dégradation et d'évolution de la matière organique et de phénomènes de cimentation, dissolution, recristallisation et remplacement affectant les phases carbonatée, siliceuse ou sulfatée.  
[http://www2.ulg.ac.be/geolsed/processus/processus.htm#LA DIAGENESE](http://www2.ulg.ac.be/geolsed/processus/processus.htm#LA_DIAGENESE)

***Les sédiments immobilisés, c'est à dire stockés dans des structures stables, sont généralement des sédiments dont les dépôts remontent à plusieurs décades : ils ont donc pu être marqués par des épisodes de pollution anciens.***

***La période qui s'étale des années 1900/1920 aux années 70/80, a connu une contamination quasi continue des cours d'eau et plans d'eau par des contaminants industriels (métaux, polluants organiques divers, tel que les PCB dont le pic de contamination se situe vers 1975). Les sédiments immobilisés durant ces périodes sont ceux qui présentent le risque potentiel de contamination le plus élevé.***

---

#### Cours d'eau :

- Les sédiments immobilisés des cours d'eau ne renferment pas l'ensemble de la pollution émise, du moins pour ce qui concerne les éléments retenus par les sédiments : en effet, une partie de cette pollution émise, certainement majeure, ayant pu être transportée par le courant et les crues, dans l'eau ou les matières en suspension, jusqu'à la mer. Toutefois, ce sont les couches profondes encore en place, déposées durant les périodes de « pollution », qui peuvent être les plus contaminées.
- Dans certains cas, les sédiments immobilisés peuvent être remis en mouvement hors intervention directe humaine ou à l'occasion de crues exceptionnellement importantes conduisant à des phénomènes locaux de surcreusement ou érosion de berges (crues au moins centennales par exemple).

Canaux : Du fait d'une circulation négligeable des sédiments, les sédiments immobilisés recèlent la quasi-totalité des contaminants apportés au milieu aquatique, du moins entre deux périodes de dragage.

#### Plan d'eau :

- En dehors des zones de courant (connections des tributaires et émissaires), on peut considérer que la quasi-totalité des sédiments des plans d'eau est immobilisée et contient la majorité de la pollution émise (pour ce qui concerne les contaminants retenus par les sédiments).
- Dans le cas des grands plans d'eau comme le Léman, avec circulation de sédiments liés aux courants et vents et soumis à des curages réguliers des sorties de ports, on peut avoir une dispersion des pollutions ponctuelles.
- Du fait de la charge potentielle plus importante des sédiments immobilisés (pas d'évacuation par le courant et les crues d'une partie des sédiments contaminés) ainsi que d'un impact local plus important (pas de dilution par le courant), la manipulation de sédiments profonds de lac peut-être plus problématique qu'en cours d'eau.

***Sauf évènement hydrologique exceptionnel, seule une intervention humaine (dragages, curages et travaux divers, chasse de barrage, érosion de berges suite à changement de profil, ...) peuvent conduire à la remise en mouvement des sédiments immobilisés au sein du cours d'eau ou à leur étalement sur le fond d'un plan d'eau.***

---

### 2.4.2 Sédiments libres (disponibles)

On désigne sous ce terme l'ensemble des sédiments de surface qui reposent sur le fond ou en berge. Ils sont à l'interface « massif sédimentaire/eau libre ». Ils sont disponibles, tant d'un point de vue hydrobiologique (support de biocénose aquatique, fournisseur d'éléments au biote, dont les contaminants contenus) qu'hydrologique (sédiments remobilisables et déplaçables par le courant, plus particulièrement lors des crues).

La limite entre sédiments libres et immobilisés est uniquement une question de dynamique et d'épaisseur :

- Ils sont déplacés par le courant et par les crues au plus décennales ;
- Ils s'accumulent préférentiellement dans des zones :
  - o naturelles de ralentissement : rive convexe, zones de faible courant ;
  - o ou maintenues artificiellement en déséquilibre hydrodynamique : chenaux de navigation, zones quasiment sans courant comme les écluses ou les retenues ;

Si leur accumulation n'est pas remise en cause par une action anthropique (dragage, chasse, ...) ou naturelle comme une crue exceptionnelle, ils peuvent être considérés comme immobilisés momentanément ou plus durablement. Si des phénomènes comme l'induration par diagénèse, de végétalisation, de déconnection du lit mineur suite à un enfoncement, ... ont le temps de se mettre en place avant une remobilisation naturelle ou anthropique, le caractère d'immobilisation est renforcé.

Leur épaisseur est fonction de la dynamique du cours d'eau – elle est voisine de celle des sédiments qui sont déplacés à l'occasion des crues d'intensité moyenne :

- Dans les zones lentes, l'épaisseur des sédiments libres mobilisables peut être faible, de l'ordre d'une vingtaine de cm. ;
- Dans les zones à fort courant, et à forte variation de courant, les épaisseurs déposées/remobilisées peuvent être plus importantes : par exemple, l'Arc en Maurienne peut inciser un secteur de 3 m en une crue et redéposer autant en période inter-crués.

Cours d'eau : Le déplacement des sédiments libres avec le courant naturel ou encore à l'occasion des crues est à considérer comme inévitable<sup>8</sup>.

Plans d'eau : Il n'y a pas à proprement parler de sédiments libres dans un plan d'eau. Ils ne sont généralement pas affectés par des courants, sauf dans le cas des grands plans d'eau (circulation de sédiments induits par les courants et vents nécessitant par exemple de dragage de ports) ou certains cas précis tels que les courants induits par la vanne de fond des barrages hors période de chasse ou les estuaires des tributaires. Par contre, ils peuvent être déplacés et ré-étalés à l'occasion de dragages ou de curages.

***Les sédiments transportés par les cours d'eau sont soit, par définition, les sédiments libres, soit des sédiments immobilisés remis en circulation suite à des travaux ou éventuellement par des crues exceptionnelles.***

---

---

<sup>8</sup> Sauf si la mise en œuvre d'un piégeage est nécessaire et possible.

## 2.5 LE TRANSPORT DES CONTAMINANTS PAR LES COURS D'EAU

Les cours d'eau transportent les contaminants au sein de leurs 3 phases :

- l'eau : contaminants solubles ;
- les matières en suspension (MES) : les contaminants fixés sur les fractions fines et organiques ;
- les sédiments : contaminants stockés dans les parties fines et organiques des sédiments ou dans les biofilms à la surface des éléments plus grossiers.

Les matières en suspension se déplacent au sein de la masse d'eau en mouvement. Lorsque la vitesse diminue, les MES les plus lourdes se déposent au fond. Sous l'effet du courant, les sédiments sont mis en mouvement sur le fond du cours d'eau (reptation ou saltation). La limite entre MES et sédiments est floue dans les fines granulométries et fonction du courant (particules < 10 à 1 µ). Par exemple, selon le régime hydraulique, des sables fins et des vases de fond peuvent être mises en suspension sur des distances plus ou moins importantes.

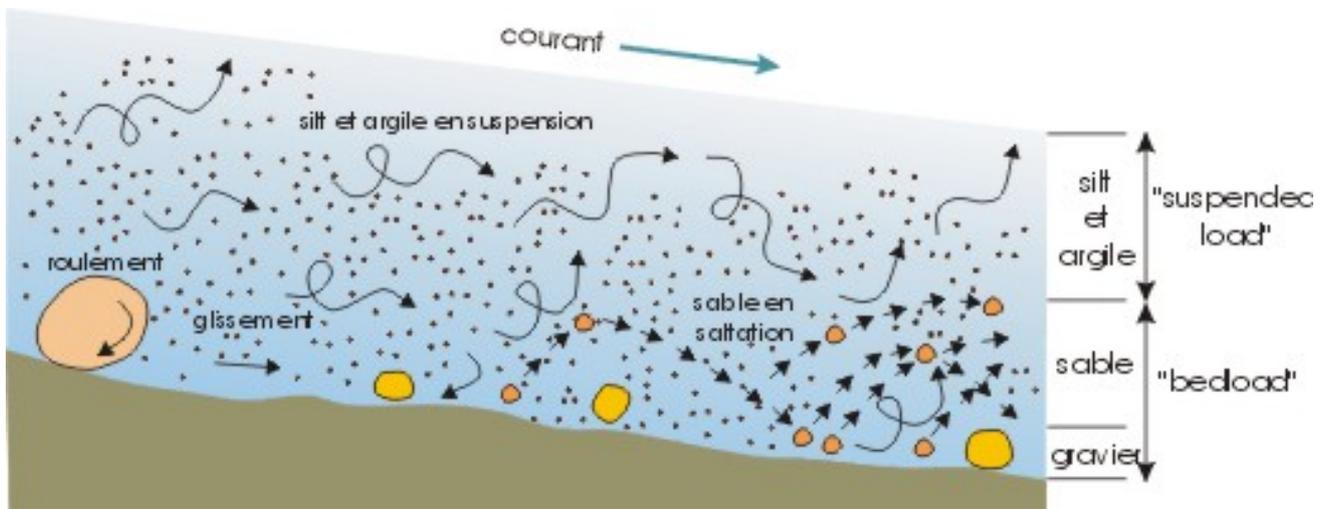


Figure 2 - Schéma des déplacements des sédiments avec le courant (F. Boulvain, Université de Liège).

Les galets et graviers avancent de quelques dizaines ou centaines de mètres par an, uniquement pendant les crues. Les sables avancent très doucement au fond des rivières en période courante et parcourent plusieurs kilomètres pendant les crues. Les limons et argiles avancent en suspension dans l'eau, même hors crue.

## 2.6 RÔLE DES CRUES

Les crues jouent un rôle majeur dans le déplacement des sédiments et donc des différents contaminants qu'ils contiennent, aussi est-il intéressant de développer la mécanique de propagation des sédiments au cours des crues, afin de comprendre la propagation des contaminants.

Au cours d'une année, c'est pendant les crues que les quantités de sédiments les plus importants sont déplacés, c'est-à-dire que sur une période moyenne, environ 80% des sédiments sont déplacés pendant 10% du temps.

En décrue, la capacité de transport de la rivière diminue : une partie des sédiments en suspension se dépose dans les zones de faibles vitesses et dans les champs d'inondation. Les sédiments déposés dans le lit mineur de la rivière pourront être remobilisés lors d'une prochaine crue. Ceux déposés dans les terrains inondés (marges alluviales, lit majeur, champ de stockage...) resteront immobilisés avec leurs contaminants.

Enfin, des crues exceptionnelles, peuvent remettre en mouvement des structures sédimentaires considérées comme stables (atterrissements, berges, annexes fluviales, ...).

Cas du fleuve Rhône

Les quantités de sédiments et matières en suspension déplacées au cours d'une crue sont très supérieures à celles concernées par les dragages d'entretien du chenal de navigation, même si les granulométries concernées ne sont pas totalement les mêmes : les dragages concernant des granulométries moins fines. Ils mobilisent en moyenne 600 000m<sup>3</sup> de sédiments/ans soit moins de 3% du transport solide en suspension.

Les sédiments les plus récents déposés et soumis à dragage d'entretien et les sédiments transportés par les crues présentent des teneurs moyennes en PCB voisines, qui correspondent à un bruit de fond anthropique qui croit de l'amont (10-15 µg/Kg PCBi) vers l'aval (40-60 µg/Kg).

Des sédiments anciens potentiellement plus contaminés (mercure, PCB, ...) sont stockés dans des annexes fluviales déconnectées, des champs d'inondation, dans la méditerranée.

Confer la fiche milieu Rhône, page 105

## 2.7 IMPACTS DES OPÉRATIONS D'EXTRACTION DES SÉDIMENTS

Les travaux sur sédiments immergés conduisent à des remises en suspension plus ou moins importantes selon les techniques (confer ci-dessus).

Le clapage, par exemple, s'accompagne de divers phénomènes de dispersion, en fonction de la granulométrie et des courants. En l'absence de courant au sein de la masse d'eau, un étalement de fond se produit du fait de courants de densité.

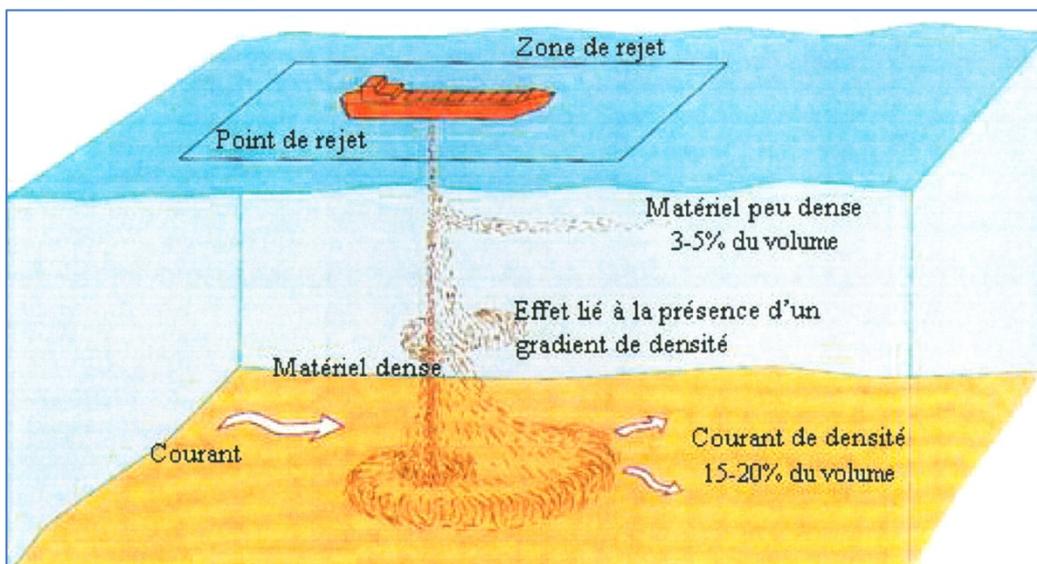


Figure 3 : Dispersion des sédiments au cours d'un clapage (Alzieu, 1988).

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

### 2.7.1 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 de sédiments contaminés (mauvaise étanchéité des barges, erreurs de manipulation).

Les autres pollutions accidentelles, par des carburants par exemple, revêtent un caractère exceptionnel qui ne présente pas un véritable danger si une réaction immédiate d'arrêt du chantier et de nettoyage est menée.

### 2.7.2 Augmentation de la turbidité et biodisponibilité des contaminants

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

#### 2.7.2.1 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 ammoniac dans la colonne d'eau.

Le phytoplancton et les poissons sont les principaux organismes aquatiques concernés par le panache de MES. En milieu lacustre, un calcul théorique montre que les MES décanteront en 5 heures maximum.

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**.

Il a été montré que la désorption des contaminants n'intervenait qu'à des échelles de temps sans commune mesure avec la durée de vie du panache turbide. Les contaminants restent alors sous forme particulaire et sédimentent avec le panache. Par contre, les nouveaux fonds après décantation présenteront un milieu où la biodisponibilité des contaminants aura été renouvelée avec les nouvelles couches superficielles.

#### 2.7.2.2 Impacts sur le milieu benthique (macrofaune, frayère)

En se déposant sur les fonds, les MES forment une couche superficielle faiblement cohésive, dite couche néphéloïde. Lorsque les sédiments sont restitués en quantité importante au milieu aquatique, les dépôts de MES forment une couche épaisse et étendue avec pour conséquence la destruction de la macrofaune et des frayères.

A moyen 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).

#### 2.7.2.3 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.

Le transfert de contaminants contenus dans les MES est un domaine peu étudié et la place des végétaux dans la contamination de la chaîne trophique n'est pas évaluée.

*Confer également Annexe « Mesures de réduction des impacts des travaux », page 114.*

### 3 PRINCIPES DES RECOMMANDATIONS

Ce chapitre expose les principes qui encadrent de manière exhaustive l'ensemble des travaux ou interventions.

*Pour une mise en œuvre opérationnelle se reporter au chapitre MARCHE A SUIVRE POUR UN PROJET DE TRAVAUX, page 33.*

La mise en mouvements, suite à des travaux, de sédiments contaminés conduit, pour les cours d'eau, à leur étalement à l'aval du lieu d'intervention et, pour les plans d'eau, à leur redéposition sur des surfaces plus ou moins larges. Selon le niveau de contamination des sédiments, il peut en résulter une dégradation du milieu par augmentation des surfaces des fonds contaminés, augmentation des teneurs en contaminants et accroissement de la biodisponibilité des substances contenues dans les matières en suspension et les sédiments redéposés.

Ceci implique qu'au préalable, il ait été procédé à une **caractérisation de l'état de contamination des sédiments**, laquelle sera réalisée avec une précision adaptée au contexte hydromorphologique et aux travaux et interventions envisagés.

Une fois connu le niveau de contamination du massif sédimentaire et éventuellement procédé aux adaptations nécessaire du projet d'intervention, il pourra être procédé à la phase de décision de réaliser les travaux, soit en appliquant les règles générales basées sur le principe de non dégradation, soit en acceptant, dans certains cas justifiés, une dérogation aux règles générales.

Les **opérations réalisées dans l'urgence pour assurer la sécurité des personnes**, ne sont pas soumises à ces règles. Toutefois, il est nécessaire que soient réalisées, même a posteriori, des analyses sur les sédiments mobilisés par l'opération, et pour laquelle on aura veillé à en réduire l'impact environnemental.

#### 3.1 IDENTIFICATION DES MILIEUX AQUATIQUES CONTAMINÉS OU SUSPECTS

L'état de contamination des sédiments est fortement lié aux activités amont. En règle générale, les têtes de bassin versant historiquement exemptes d'occupation industrielle ont toutes les chances de ne pas être contaminés au-delà du bruit de fond géochimique (ou, pour les PCB par exemple, à un bruit de fond anthropique de pollution atmosphérique).

A contrario, une zone aval d'une zone marquée par plus d'un siècle d'activités industrielles diverses, sera contaminée par un large cortège de substances. Les zones intermédiaires pourront présenter des niveaux de contamination moyens divers selon les distances aux zones contaminées amont, ou à un historique industriel moins lourd ou plus diffus.

Il est au préalable souhaitable de disposer de listes ou cartes identifiant les milieux aquatiques dont les sédiments sont :

- soit déjà identifiés comme :
  - présentant une contamination avérée de un ou plusieurs contaminants ;
  - à l'inverse, ne supportant pas de contamination particulière ;
- soit pour lesquels la situation géographique laisse supposer :
  - une forte suspicion de contamination (aval de zone industrielle ancienne) ;
  - un état logiquement non contaminé (tête de bassin versant n'ayant jamais hébergé d'activité industrielle).

Ces éléments seront synthétisés sur une cartographie qui identifiera trois zones :

- zone 1 : tête de bassin versant non pollués ou supposés non polluée ;
- zone 2 : zone intermédiaire entre la zone 1 et 3 ;
- zone 3 : secteur contaminé : contamination fortement soupçonnée ou avérée.

Lorsque des contaminations spécifiques ont été établies ou sont fortement soupçonnées, essentiellement au droit et à l'aval d'installations spécifique (ex : PCB pour un site ayant assemblé des transformateurs, plomb pour un site fabriquant des batteries, ...), ces informations seront mentionnées sur les cartes.

Les cartes devraient être actualisées au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données de contamination :

- confirmation de l'état de contamination d'une zone :
  - o confirmation de l'état de non contamination d'une Zone 1 suite à des analyses ;
  - o idem pour une Zone 3
- changement de classe d'une zone : passage de 1 ou 2 en 3, de 2 en 1 ;
- mise en évidence de contaminations spécifique mono élément au sein d'une zone ;
- etc.

**Cette connaissance, qui est destinée à s'affiner au fur et à mesure de la prise en compte des nouvelles analyses réalisées au préalable de tous travaux ou intervention, sera utilisée pour :**

- **dimensionner l'effort de reconnaissance avant travaux (nombre d'échantillons) ;**
- **voire permettre de se passer d'échantillonnage et d'analyse dans le cas de bon état prouvé par des précédentes analyses.**

Dans l'attente, ou à défaut, la carte des arrêtés d'interdiction de consommation des poissons contaminés par les PCB constitue une première approximation<sup>9</sup> des zones 2 et 3 :

- Par excès car les arrêtés sont bornés par des obstacles aux déplacements des poissons (barrages, seuils) ;
- Relativement pertinentes pour les autres contaminants industriels que les PCB, sauf dans les cas rares de contamination mono-spécifiques aux PCB (Tillet-lac du Bourget par exemple).

Pour autant, les autres zones ne sont pas prouvées exemptes de contamination par d'autres substances que les PCB.

## 3.2 CARACTÉRISATION PRÉALABLE DE L'ÉTAT DE CONTAMINATION DES SÉDIMENTS

Cette caractérisation est une étape indispensable qui vise deux objectifs :

- Evaluation de l'état de contamination du massif sédimentaire qui doit faire l'objet de travaux.
- Détermination de l'état de contamination de la nouvelle interface « massif sédimentaire/eau libre » à l'issue des travaux.

### 3.2.1 Evaluation de l'état de contamination du massif sédimentaire qui doit faire l'objet de travaux.

Cette étape doit conduire à déterminer :

- o L'état de contamination de l'ensemble du massif sédimentaire ;
- o La distribution des contaminants dans le massif : répartition homogène ou existence de compartiments plus contaminés (points chauds). Cette distribution des contaminants sera fortement influencée par le mode de dépôt et l'âge des sédiments, c'est-à-dire les conditions hydromorphologiques de dépôt. Ce qui conduira soit à proposer une teneur moyenne d'ensemble, soit des teneurs moyennes par compartiments ;
- o La détermination de la quantité de contaminant (en Kg) contenus dans le massif.

---

<sup>9</sup> [www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr](http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr), rubrique Pollution par les PCB, puis Arrêtés d'interdiction, ou directement : [www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/usages-et-pressions/pollution\\_PCB/pcb-arretes-interdiction.php](http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/usages-et-pressions/pollution_PCB/pcb-arretes-interdiction.php)

*La stratégie d'échantillonnage doit être adaptée aux conditions de dépôt des sédiments pour permettre une détermination adaptée de la contamination : teneur moyenne, présence de zones plus contaminées.*

---

### 3.2.2 Détermination de l'état de contamination de la nouvelle interface « massif sédimentaire/eau libre » à l'issue des travaux

C'est à dire les futurs fonds de la rivière ou du plan d'eau, les futures berges, qui seront en contact avec l'eau libre du milieu aquatique et sièges de la vie des organismes de fond. Généralement cela concerne :

- la zone des travaux : les reconnaissances dépasseront d'au moins 30/50 cm la simple épaisseur du massif sédimentaire de manière à caractériser les nouveaux fonds après travaux ;
- les zones aval ou périphériques impactées par les redépôts : leur surface et l'épaisseur des sédiments qui s'y déposeront seront calculées.

*La couche sédimentaire qui doit constituer le nouveau fond après travaux doit être caractérisé : des échantillons doivent être prélevés également immédiatement en dessous de la couche qui doit être déplacée.*

---

### 3.2.3 Adaptation de l'effort d'échantillonnage

Tant dans le but de correctement caractériser un massif sédimentaire que de ne pas préconiser des densités d'échantillonnage disproportionnées, il est proposé que l'effort d'échantillonnage soit adapté selon quatre critères :

- 1 Le **type hydromorphologique de dépôt** (atterrissement, barrage, lac, ...) ;
- 2 **L'ancienneté du sédiment** directement fonction de la période durant laquelle le sédiment s'est déposé. Selon le type de dépôt (atterrissement, barrage, lac, ...) les sédiments déposés à différentes périodes occuperont des niveaux ou places spécifiques qu'il convient d'identifier verticalement ou latéralement, pour les échantillonner spécifiquement ;
- 3 **L'état de contamination supposé ou connu** de la zone des travaux. Les têtes de bassin versant exempt d'occupation industrielle ne sont pas à échantillonner de la même manière qu'une section de cours d'eau aval d'une zone industrielle ancienne (zones 1, 2 ou 3 si cartographie disponible) ;
- 4 La **connaissance déjà acquise de l'état de contamination** du massif sédimentaire. La densité d'échantillonnage sera réduite sur les zones pour lesquelles on dispose déjà de données applicables au massif sédimentaire considéré.

#### 3.2.3.1 Adaptation de l'échantillonnage aux configurations hydromorphologiques

Les processus de sédimentation sont spécifiques à chaque type de dépôt sédimentaire : accumulation en berge, atterrissement en confluence, remplissage de barrages, ...

Il s'ensuit que la reconnaissance d'un massif sédimentaire particulier doit être adaptée pour obtenir un échantillonnage représentatif de l'ensemble du massif, aux différentes périodes de dépôt.

*La pratique courante de prélèvements uniquement en surface introduit des biais importants et ne peut plus être la règle.*

---

Les fiches milieu de l'annexe, présentent pour les principaux types de dépôt sédimentaires, les processus de sédimentation, les localisations possibles des zones contaminées, les méthodes d'échantillonnage adaptées. Elles contiennent des recommandations et méthodes qui doivent être mises en œuvre.

Des variantes sont possibles, à condition d'être techniquement justifiées et développées, qui pourront d'ailleurs contribuer à l'enrichissement des fiches.

Confer l'annexe Fiches milieux, page 41.

### **3.2.3.2 Adaptation de l'échantillonnage à l'ancienneté des sédiments**

L'ancienneté des sédiments est directement en relation avec le risque de contamination. Les sédiments déposés entre les années 60 et 90 sont ceux qui présentent les plus grands risques. A contrario, les sédiments récents ou actuels, sont contaminés à des niveaux relativement constants dans le temps, caractéristiques du cours d'eau.

Les fiches milieux proposent une identification des zones susceptibles de contenir les sédiments anciens, selon une logique verticale, mais également latérale, qui conduit à une adaptation du plan d'échantillonnage.

Confer l'annexe Fiches milieux, page 41.

### **3.2.3.3 Adaptation de l'échantillonnage à l'état de contamination**

L'état de contamination évalué avant travaux pour dimensionner l'effort d'échantillonnage.

On s'appuiera sur les cartes établissant les 3 zones de contamination :

- zone 1 : tête de bassin versant ;
- zone 2 : zone intermédiaire entre la zone 1 et 3 ;
- zone 3 : secteur contaminé : contamination fortement soupçonnée ou avérée.

Des coefficients correctifs fonction de ces zones sont donnés dans la rubrique échantillonnage des fiches milieux.

En l'absence de ces cartes ou de données, l'effort d'échantillonnage sera par défaut maximal, tel que défini dans les fiches milieux.

Confer l'annexe Fiches milieux, page 41.

### **3.2.3.4 Adaptation de l'échantillonnage à la connaissance acquise sur la contamination**

L'effort d'échantillonnage est variable selon qu'on s'intéresse à un massif sédimentaire ou une zone sédimentaire homogène sur laquelle on ne dispose d'aucunes données ou a contrario, des reconnaissances ont eu lieu récemment ou régulièrement.

Les fiches milieux proposent une pondération de l'effort d'échantillonnage selon le niveau de connaissance de l'état des sédiments, pondération adaptée au type de sédimentation et à la fréquence d'intervention sur le milieu.

Confer l'annexe Fiches milieux, page 41.

### 3.3 RÈGLE GÉNÉRALE

**Le principe de non dégradation sera strictement mis en œuvre, en s'appuyant sur des seuils de teneur en contaminant et qui se traduira par des règles particulières d'intervention.**

L'impact des travaux est essentiellement examiné selon les termes suivants<sup>10</sup> :

- la concentration du matériau déplacé est « admissible » ;
- les nouveaux fonds après intervention ne doivent pas être dégradés par rapport à la situation initiale ;
- les zones d'intérêt écologique (fonds ou berges) situées à l'aval proche du site d'intervention, telles que frayères et zones de croissance, annexes, roselières, etc. doivent être épargnées de la redéposition des matériaux pollués.

Pour ce qui concerne les PCB, ces recommandations reposent sur deux seuils relatifs à la teneur des sédiments exprimés en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de poids sec pour les 7 PCB indicateurs :

- **Si la teneur en PCB<sub>i</sub> est inférieure à 10  $\mu\text{g}/\text{kg}$**  : pas de précaution supplémentaire spécifique aux PCB.
- **Si elle reste comprise entre 10 et 60  $\mu\text{g}/\text{kg}$**  : le procédé utilisé doit restituer un fond de qualité équivalente à celui échantillonné avant l'intervention (en comparant la concentration initiale de la couche de surface du lieu de dépôt/sédimentation à la concentration moyenne du matériau déplacé).
- **Si la concentration dépasse 60  $\mu\text{g}/\text{kg}$**  : ne pas restituer le sédiment au fleuve dans ces conditions.
- Dans tous les cas, **le nouveau fond du site d'extraction doit présenter en faible épaisseur une concentration inférieure ou égale à celle d'origine.**

*Cours d'eau : Les objectifs du SDAGE de restauration de l'espace de bon fonctionnement des cours d'eau et de restauration de la continuité sédimentaire ou du bon état hydromorphologique restent les objectifs majeurs de la gestion sédimentaire des cours d'eau.*

*Ils doivent toutefois, dans les cas d'une suspicion de contamination des sédiments par des substances persistantes, être accompagnés de précautions particulières.*

### 3.4 CAS DÉROGATOIRES

**Dans les situations exceptionnelles, argumentés par des considérants environnementaux pour lesquels une décision de déroger au principe de non dégradation pourra être prise dans certaines conditions précises.**

Au-delà des opérations d'urgence dans un impératif de sécurité civile, certaines opérations de restauration de milieux aquatiques nécessitent de réaliser des travaux sur des massifs sédimentaires plus ou moins contaminés. Elles peuvent dans certaines conditions conduire le Préfet à prendre un arrêté adaptant la règle générale exposée ci-dessus.

<sup>10</sup> On ne traite pas ici des termes habituels relatifs au taux de matière en suspension, oxygène dissous, ... dont les règles sont définies par ailleurs et qui doivent être réglementairement respectées et contrôlées dans le cadre des procédures habituelles.

### 3.4.1 Conditions de dérogation

La question se pose lorsque les sédiments qui doivent faire l'objet des travaux sont :

- Soit à une teneur inférieure au seuil de 60µg/Kg mais néanmoins supérieure à celle de la zone qui sera impactée. Il peut s'ensuivre une **dégradation par augmentation des teneurs en PCB des nouveaux fonds après travaux**, y compris après mise en œuvre de toutes les précautions et mesures de réductions d'impacts possibles. ;
- Soit à une **teneur supérieur au seuil de 60 µg/Kg**, y compris dans des gammes sensiblement élevées (plusieurs centaines).
- Et qu'il est inenvisageable d'extraire les sédiments pour raison de contrainte environnementales et/ou de coûts démesurés : **ce qui conduit à envisager une remise à l'eau des sédiments extraits.**

Dans ces conditions, la simple mise en œuvre du principe général, basé sur des seuils de concentrations, interdirait la réalisation de ces opérations qui en outre impliquent généralement des sédiments immobilisés, lesquels dans des conditions normales ne seraient pas remis en mouvement.

Pour que des opérations marquées par un très fort intérêt environnemental (réhabilitation d'annexes fluviales, rétablissement de continuité, ...) puissent néanmoins rester possibles, une dérogation est envisageable, **si et seulement si** :

- l'opération qui a pour but d'améliorer l'état environnemental d'un milieu aquatique **s'inscrit dans la mise en œuvre du programme de mesure du SDAGE ou relève d'un projet d'intérêt général** au sens de l'article 4.7 de la Directive cadre sur l'eau ;
- et l'examen de **critères précis qualifiant les avantages et désavantages environnementaux de l'opération** conduit l'autorité administrative à décider que la réalisation de l'opération est objectivement justifiée. Concrètement que **les avantages environnementaux de l'opération compensent les désavantages liés à la contamination par les sédiments remis en circulation.**

***Plan d'eau : De telles dérogations ne semblent pas envisageable pour les milieux lacustres. En effet l'absence de courant, donc de dilution tant en terme de concentration de contaminant que de surface sur laquelle le sédiment est redéposé, conduirait à un impact très important.***

### 3.4.2 Éléments de décision pour une dérogation

L'autorité compétente qui doit porter la décision de faire ou d'abandonner le projet, peut s'appuyer sur une méthode qui fournit les éléments utiles pour étayer sa décision. L'application de cette méthode conduit à détailler objectivement les désavantages environnementaux, leur importance et leur conséquence, face aux avantages du projet d'opération qui eux sont connus.

Ce processus dérogatoire s'appuie sur l'examen d'une liste d'avantages et désavantages, qualifiés selon leur intérêt ou leur gravité.

**Ces éléments sont détaillés page 119.**

***Limites aux dérogations : A l'évidence, si l'on est en présence d'une quantité non négligeable de sédiments (au-delà de 10 000 m<sup>3</sup> par exemple), significativement contaminés (au-delà de 250 µg/Kg en PCB<sub>i</sub> par exemple), on atteint raisonnablement la limite de l'exercice dérogatoire et l'abandon de l'opération, ou mieux, l'enlèvement des sédiments s'imposent.***

*Attention : Les valeurs exemples ci-dessus, ne sont données que pour indiquer des ordres de grandeur. Elles ne peuvent en aucun cas être considérées comme des seuils en dessous desquels une dérogation devrait être décidée d'office.*

### 3.5 REGISTRE DES QUANTITÉS DE CONTAMINANTS REMIS EN CIRCULATION

Dans la mesure où les opérations sont précédées d'une phase de reconnaissance du massif sédimentaire avec évaluation de la quantité de contaminants contenus, que l'on soit en-dessous ou au-dessus des seuils, en dérogation ou non au principe général, il est proposé qu'au niveau du bassin soit tenu un registre :

- des quantités de contaminants remis en circulation en distinguant les sédiments libres et immobilisés, les cas généraux et dérogatoires ;
- des quantités extraites dans le cas d'opérations menées sans remises à l'eau des sédiments ;
- des rejets évités dans le cas d'opérations non autorisées.

Ce registre n'a d'intérêt que dans l'analyse qui en sera faite après deux ou trois ans de tenue. Son examen sera utile pour avancer sur les réflexions sur la relativisation des impacts des opérations ayant concerné des sédiments contaminés par les PCB.

Contenu du registre :

Les éléments du registre seront extraits des arrêtés préfectoraux d'autorisation, lesquels mentionneront :

- la quantité estimée de PCBi dans le massif sédimentaire faisant l'objet de travaux. Si nécessaire, les quantités seront détaillées selon la destination des sédiments :
  - o remise à l'eau ;
  - o extraction ;
  - o laissé sur place sans intervention.
- Pour les remise à l'eau, la durée de l'intervention (de quelques jours à plusieurs mois/années pour certaines opération hydromorphologiques).

La Délégation de bassin qui sera destinataire d'une copie des arrêtés et tiendra le registre à jour sur le portail Internet de bassin.

### 3.6 ELÉMENTS DE RELATIVISATION

La démarche dérogatoire n'est pas aisée lorsqu'elle revient à juger par exemple des avantages hydromorphologiques en regard du désavantage de la contamination d'un cours d'eau, alors que ces éléments ne sont pas comparables.

Pour ce qui concerne le désavantage « remise en mouvement de contaminants », il serait plus confortable de pouvoir évaluer le taux d'augmentation des teneurs en contaminant consécutifs à des travaux dans des milieux aquatiques dans lesquels ces contaminants sont déjà présents et circulent avec le courant (confer Tableau 1 page 12).

A cet effet on peut citer les fonds géochimiques naturels et les évaluations de flux de contaminants réalisés sur les sédiments et matières en suspension.

On n'oubliera pas par ailleurs que l'on opère dans un contexte global de réduction des émissions de substances dangereuses tel que défini dans les SDAGE.

#### 3.6.1 Bruit de fond géochimique

**La notion de relativisation est aisée à évoquer dans le cas de substances naturellement présentes dans l'environnement** à des teneurs naturelles, car il peut être fait référence à la notion de bruit de fond géochimique, bruit de fond naturel. Les éléments concernés sont Ag, As, Al, CrVI, Sb, Pb, Zn, Se, Ni, Hg, Cd, Cr, F, Cu, Fe, Mn, Ba.

Les concentrations du bruit de fond sont généralement faibles et n'atteignent qu'exceptionnellement des teneurs préoccupantes. Il s'ensuit que pour de nombreux éléments chimiques le bruit de fond est masqué par les conséquences des contaminations anthropiques.

**L'approche devient par ailleurs impossible dans le cas de substances toxiques artificielles d'origine anthropiques pour lesquelles le bruit de fond naturel est par définition égal à zéro.** Tout au plus pourra-t-on parler pour ces substances de « **bruit de fond anthropique** »

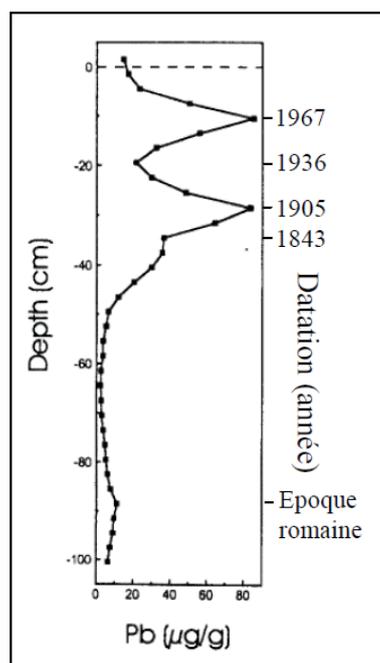


Figure 4 - Profil des teneurs en plomb des sédiments de l'étang de la Gruère (Jura suisse) en fonction de l'âge (Shotyk et al., 1996)

### 3.6.2 Les flux de contaminants transportés par les cours d'eau

La mise en relation entre les contaminants remis en circulation dans les cours d'eau à l'occasion de travaux et les contaminants qui sont déjà présents dans les sédiments et matières en suspension du cours paraît une approche plus logique : cela revient en quelque sorte à essayer d'évaluer l'importance et le danger d'une augmentation de la contamination du cours d'eau consécutive aux travaux sur des sédiments contaminés.

Toutefois, cette démarche, aussi logique puisse-telle apparaître, se heurte à l'absence de données, et lorsque elles existent, cas du Rhône présenté ci-dessous, à des données partielles.

#### Données de flux sur le Rhône

Le fleuve Rhône, qui constitue environ les 2/3 des apports d'eau douce et 80% des apports en contaminants au littoral méditerranéen français, fait l'objet d'un suivi de la contamination des eaux et des matières en suspension à la station d'Arles qui indique, entre 2008 et 2011, un **flux à la Méditerranée variable compris entre 21 et 153 kg/an de PCB<sup>11</sup>**, relevé uniquement sur les matières en suspension.

Ce flux à la mer est constitué par divers apports en PCB du bassin versant du Rhône, pour certains desquels il a été possible de donner des ordres de grandeur :

- rejets liquides des stations d'épuration (évalués à moins de 10 Kg/an) ;
- lessivage des surfaces imperméables contaminées par les PCB déposés par voie atmosphérique (évalués à 15-20 Kg/an) ;
- rejetés par les industriels autorisés pour moins de 0.4 Kg/an ;

et des apports, majeurs, puisqu'ils concernent le solde, mais pour lesquels il n'est pas possible de procéder à des évaluations et qui sont, par ordre supposé d'importance, les PCB :

<sup>11</sup> Le flux de contaminants transportés par les matières en suspension est fonction de l'hydrologie du fleuve. La quantité de PCB ayant varié entre 25 et 170 Kg/an selon les crues de l'année, la valeur de 150 ayant été déterminé pour une année hydrologique moyenne.

- historiquement présents dans les sédiments aquatiques en tant que reliquat des décennies précédentes de pollution ;
- provenant de berges ou dépôts en berge contaminés non encore identifiés et soumis à érosion ;
- libérés par des travaux passés ou récents concernant notamment des sédiments contaminés immobilisés ;
- résultant, dans des proportions impossibles à quantifier, du lessivage des PCB<sub>i</sub> introduits par les épandages de boues de stations d'épuration (environ 4 Kg/an de PCB<sub>i</sub> épandus dans les champs, avec un seuil d'autorisation de 800 µg/kg) ;
- aux éventuels actes de vandalismes...

C'est à ce flux, qui peut être qualifié de « bruit de fond anthropique », que vont s'ajouter ceux qui seront générés par des opérations ou des travaux sur des sédiments aquatiques contaminés, et c'est sur ces mêmes bases que devra être évaluée leur acceptabilité.

Pour situer les quantités mises en jeu, notons que l'ensemble des opérations de **remobilisation des marges alluviales du Rhône**, sur 19 zones comprises entre Péage de Roussillon et Avignon, par érosion naturelle, programme ambitieux et d'intérêt environnemental majeur, conduiraient à libérer environ 5Kg/an de PCB<sub>i</sub> pendant la vingtaine d'années que durera l'opération<sup>12</sup> (voir détail paragraphe 3.6.3 ci-dessous).

Autre référence, passée celle-ci, les **chasses du Haut-Rhône** de juin 2012 considérant que les 2.7 millions de m<sup>3</sup> de sédiments effectivement chassés, dont la teneur en PCB n'était que de 3 µg/Kg, sont susceptibles d'avoir contenu 12 kg de PCB<sub>i</sub>.

Une fois ces éléments posés, on n'en est pas pour autant renseignés, car incapables d'évaluer l'impact d'une augmentation de quelques % à quelques dizaine de % des contaminations déjà existantes, faute de connaissances scientifiques nécessaires. Ce questionnement concerne également la vulnérabilité du milieu marin, collecteur ultime, avec le risque d'augmenter la biodisponibilité et les stocks de PCB.

Dans cet exercice de relativisation des flux, il peut être tentant de faire référence à la quantité de contaminants qui aurait déjà atteint la mer depuis le début des contaminations. Son évaluation, même entaché d'une forte incertitude, est certes intéressante, mais ne peut en aucun cas servir de justification pour relativiser un « petit » apport complémentaire<sup>13</sup>.

L'équation s'avère donc particulièrement complexe :

- Les éléments de relativisation, même lorsqu'ils existent sous forme chiffrée ne permettent pas de qualifier ni la faisabilité, ni la dangerosité d'une opération impliquant des sédiments contaminés ;
- Plus encore, pour les substances toxiques persistantes comme les PCB, intervient la notion de cumul dans les milieux aquatiques et dans le biote. **Toute nouvelle introduction dans le milieu naturel, outre l'augmentation des concentrations, conduit à augmenter pour de longues périodes le stock global dans les milieux aquatiques et in fine dans le milieu marin.**
- La notion de relativisation est alors délicate et revient plutôt à tenter de définir, quasiment sans arguments et en tout cas d'échelle solide de relativisation, quelle contamination complémentaire serait admissible.

---

<sup>12</sup> Quantité grossièrement évaluée à partir de la teneur moyenne d'un casier Girardon qui a fait l'objet de reconnaissance détaillée et d'une estimation grossière, faute de retour d'expérience, du temps de démantèlement naturel des casiers Girardon.

<sup>13</sup> Ordre de grandeur de 70 tonnes durant les 50 dernières années.

Sauf à prendre la décision de ne plus réaliser ce type de travaux, on s'oriente donc nécessairement vers la définition de ce que l'administration pourrait autoriser comme rejet de substance tels que les PCB, rejet considéré comme une des composantes de l'étude des impacts du projet de travaux.

Dans le futur, deux éléments pourront contribuer à éclairer le contexte :

- L'analyse a posteriori du **registre des flux provoqués ou évités**, n'apportera pas directement de réponse mais permettra dans un premier temps de connaître l'ordre de grandeur des quantités de contaminant (ici des PCB) en jeux dans les opérations de gestion sédimentaires des cours d'eau du bassin Rhône-méditerranée ;
- Dans un second temps, et si les connaissances scientifiques ont pu être mobilisées, peut-être sera-t-on capable de donner des limites de remise en circulation des contaminants contenus dans les sédiments immobilisés au-delà desquelles les désavantages sont évaluables et en tout cas prépondérants par rapport aux avantages qu'il y aurait à réaliser les opérations de gestion sédimentaires.

### 3.6.3 Exemples d'opérations conduisant à une réflexion de relativisation : la remobilisation des marges alluviales du Rhône

Les travaux de restauration écologique du fleuve Rhône concernent des aménagements uniques à l'échelle du bassin Rhône Méditerranée : les digues latérales ou « épis Girardon » et les barrages hydroélectriques avec la création des Vieux Rhône. Ces aménagements ont créé des stocks de sédiments immobilisés au fil du temps avec des niveaux de contamination variables.

Une dynamique de restauration écologique est en cours sur le Rhône dans le cadre du plan Rhône comprenant un programme de restauration écologique du fleuve, et des travaux sont réalisés de façon expérimentale pour restaurer les Vieux Rhône :

- diversification des annexes fluviales : restauration de îles, de zones humides...
- décorsetage pour redonner de la mobilité latérale au fleuve dans un but de renaturation et de protection des inondations : démontage partiel d'épis Girardon pour permettre au fleuve d'éroder naturellement les marges alluviales au gré des événements hydrologiques, dans le cadre d'un schéma directeur de remobilisation réalisé par l'Observatoire des Sédiments du Rhône.

**Cette restauration s'inscrit dans le SDAGE actuel au titre des mesures permettant d'atteindre le bon potentiel sur le fleuve et devrait se poursuivre au titre du SDAGE suivant.**

La logique de concentration étant potentiellement bloquante pour certains secteurs à restaurer et devant la difficulté à trancher entre deux enjeux environnementaux (renaturation et remise de PCB au milieu), il a été proposé dans le cas très précis du Rhône pour lequel la nature et l'ampleur des projets sont connus et bornés, de raisonner **en logique de flux admissible**, ce dernier devant être considéré comme acceptable et encadré.

Il est exposé ci-dessous **les éléments techniques permettant d'évaluer le flux libéré** par ces travaux et son niveau d'acceptabilité.

#### Quantification du flux

Le schéma directeur de remobilisation des marges alluviales du fleuve Rhône identifie **19 complexes de casiers représentant un total de 19 millions de m<sup>3</sup> de sédiments** qui pourraient être remis en circulation dans le fleuve Rhône. Parmi ces 19 complexes, une sélection sera réalisée sur les secteurs les plus propices. Ce volume maximum de 19 millions de m<sup>3</sup> ne serait pas libéré en une seule fois. En effet les travaux de restauration seront échelonnés dans le temps. De plus, le temps de démontage d'un casier Girardon est variable en fonction des événements hydrologiques : les experts scientifiques de la Zone Atelier Bassin du Rhône (géomorphologues, géographes, BRGM, ...) réunis en avril 2012 sur ce sujet ont estimé une durée moyenne de **20 ans** pour remobiliser la totalité des sédiments d'un casier. Enfin, une étude expérimentale

réalisée par le BRGM en 2011 sur un casier du Vieux Rhône de Péage de Roussillon a estimé la quantité de PCB<sub>i</sub> contenu dans un casier de **20 000 m<sup>3</sup> à 2kg**.

En étendant les teneurs constatées sur le casier de péage de Roussillon à l'ensemble des casiers concernés, ce qui constitue un calcul très approximatif, on évalue le flux de PCB remis en circulation dans le système Rhône **par complexe de casier à environ 5kg/an**.

#### Eléments de comparaison de flux

- ordres de grandeur des flux de PCB estimés à Arles sur la période 2008-2011 : 21 à 153 Kg/an ;
- flux de PCB libéré par les chasses du Haut Rhône réalisées en 2012 estimé à 5kg,
- flux de PCB ayant transité à Arles depuis 1960 (p.m. 70 t).

Si l'on suppose que la remobilisation se limitera au maximum (du fait des faisabilités techniques et financières) à un complexe de casiers par an sur la durée du prochain SDAGE (2016-2021), ce programme pourrait générer un flux potentiel maximum de PCB libéré de **5 kg la première année à une 20aine de kg la dernière année, ce flux décroissant au fur et à mesure que les casiers s'érodent**.

#### Acceptabilité du flux admissible

Vu l'intérêt environnemental de ces opérations et les éléments de relativisation développés ci-dessus, il a été proposé de faire valoir dans les dossiers de demande d'autorisation qui devront être élaborés, que le flux libéré par les travaux sur les marges alluviales est acceptable, et donc que le programme de restauration est réalisable, tout en encadrant leur réalisation en :

- planifiant les travaux envisagés sur le fleuve en fonction de ces ordres de grandeur.
- évaluant a priori les flux libérés par chacun des projets (cf méthode d'échantillonnage) et en les déclarant dans le registre des travaux envisagé au niveau du bassin ;
- réalisant un bilan annuel à postériori à l'échelle du fleuve des flux libérés dans le système pour vérifier la cohérence des ordres de grandeur.

Les opérations de remobilisation suivront l'ensemble des méthodes contenues dans les présentes recommandations : échantillonnage, adaptation des méthodes de remobilisation en cas de découverte de zones plus contaminées qu'attendu, renseignement du registre des contaminants, ...

*(Confer la fiche milieu Girardon page 101).*

## 4 MARCHE A SUIVRE POUR UN PROJET DE TRAVAUX

Lorsqu'un projet de travaux ou d'intervention sur des sédiments potentiellement contaminés émerge, la marche à suivre pour les pétitionnaires et les services instructeurs est la suivante.

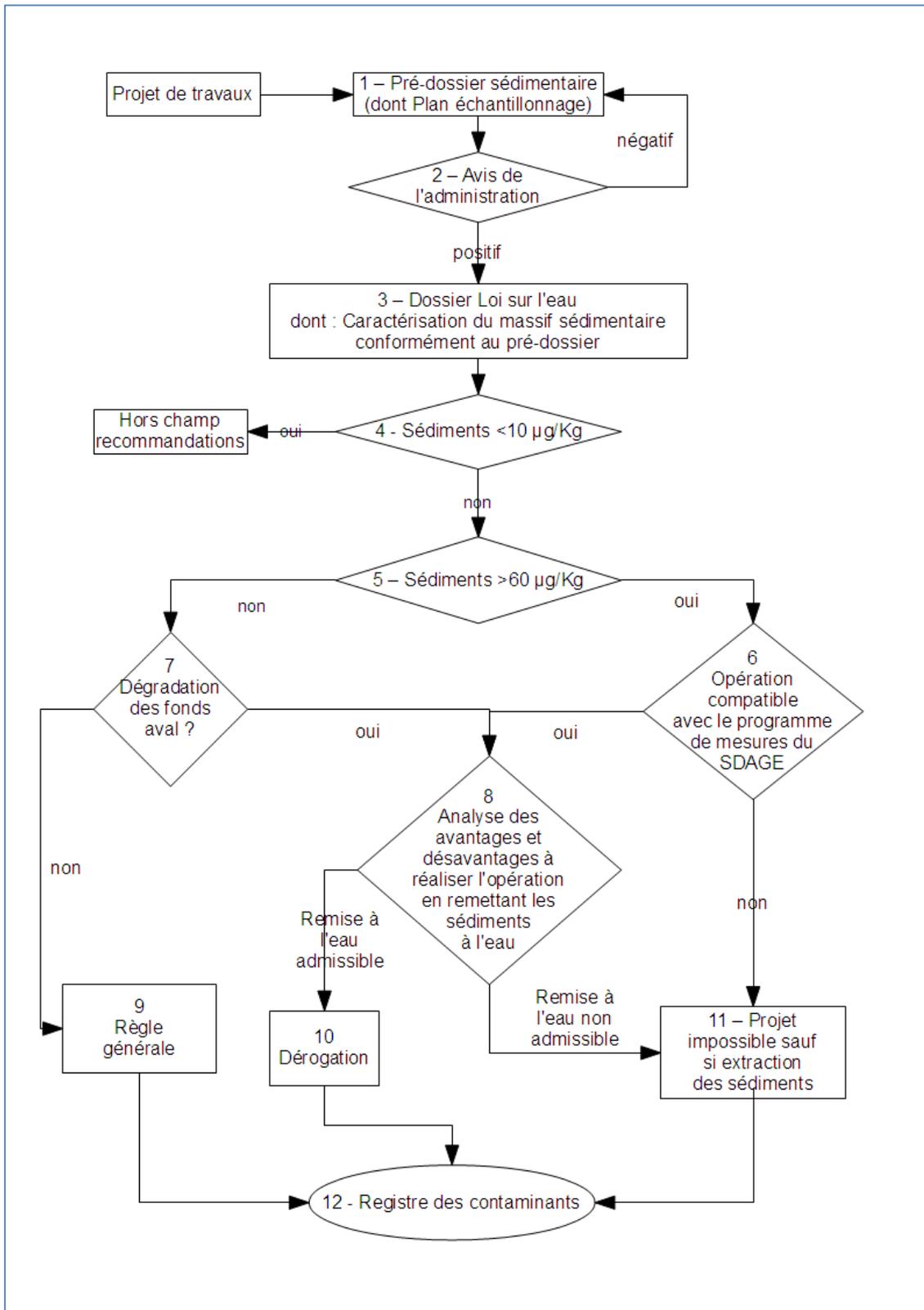


Figure 5 -Schéma de gestion d'un projet de travaux impliquant des sédiments potentiellement contaminés.

## 1) Pré-dossier sédimentaire

Le pétitionnaire élabore un pré-dossier qui comprend les éléments suivants :

- Description des travaux projetés : finalités, justification, dimension du projet, degré d'urgence, sédiments libres/immobilisés, connaissance de l'état de contamination des sédiments, destination des sédiments... ;
- Plan d'échantillonnage justifié : plan d'implantation, profondeurs investiguées, nombre d'échantillons, méthode d'échantillonnage... et analyses prévues (paramètres, seuils analytiques, ...);
- Méthode prévue d'interprétation des résultats d'analyse pour déterminer le(les) niveau(x) de contamination du massif sédimentaire ;
- Méthode de travaux, durée, phasage, période de l'année, précautions particulières, ...

Le pétitionnaire s'appuie sur les éléments suivants :

- Si elles sont disponibles, **les cartes ou listes qui désignent les cours d'eaux pour lesquels une contamination des sédiments (PCB et autres substances) est soit déjà avérée, soit soupçonnée** (zone 1 : tête de bassin versant, zone 2 : zone intermédiaire entre la zone 1 et 3, zone 3 : secteur contaminé : contamination fortement soupçonnée ou avérée). Cette carte est disponible sur le site Internet de bassin<sup>14</sup>.
- **La Fiches milieux la plus adaptée au contexte du projet.** Les écarts aux éléments contenus dans ces fiches seront justifiés.

Ces éléments ne sont pas nécessairement détaillés, seule la partie plan d'échantillonnage doit l'être suffisamment et vaut engagement du pétitionnaire à le réaliser.

En outre le pré-dossier contient la demande d'autorisation d'intervention dans le cours d'eau pour effectuer les prélèvements prévus au plan d'échantillonnage.

## 2) Avis de l'administration sur le pré-dossier sédimentaire

L'administration examine le pré-dossier et si son contenu lui paraît adapté à la problématique, donne l'autorisation d'intervenir sur le cours d'eau pour échantillonner.

Dans le cas contraire elle informe le pétitionnaire que le plan d'échantillonnage n'est pas adapté.

Le pétitionnaire informe l'administration au minimum une semaine à l'avance des opérations d'échantillonnage.

---

<sup>14</sup> Ces cartes seront disponibles fin 2013 pour la Région Rhône-Alpes. A défaut on utilisera la carte des arrêtés préfectoraux d'interdiction partielle ou totale de consommation des poissons au titre des PCB.

### 3) Dossier Loi sur l'eau, caractérisation du massif sédimentaire

Le pétitionnaire élabore le dossier loi sur l'eau dont la partie consacré au volet sédimentaire contient les éléments suivants :

- Une synthèse sur l'état de contamination des sédiments comprenant :
  - o la description de la méthode d'interprétation des données ;
  - o une évaluation des quantités de contaminants contenus dans le massif sédimentaire, leur répartition dans le massif, l'identification de points chauds ;
  - o lorsque des teneurs supérieures à 60µg/Kg en PCB<sub>i</sub> sont relevées, il s'agit de bien individualiser dans le dossier :
    - les valeurs d'analyses individuelles, dont celles qui dépassent ce seuil ;
    - une individualisation, si c'est possible, de zones auxquelles on peut attribuer des teneurs en PCB<sub>i</sub> supérieures ou inférieures au seuil ;
- 
- o une évaluation de la teneur moyenne du massif sédimentaire, selon une méthode de calcul statistiquement et hydromorphologiquement argumentée.
- La stratégie d'intervention adaptée à l'état constaté des sédiments ;
- Les impacts de l'intervention, les risques durant l'intervention ;
- les méthodes d'évaluation initiales, pendant travaux et après travaux ;
- L'état prévu des fonds après l'intervention ;
- La spécification d'une opération de contrôle a posteriori à moyen terme programmée pour vérifier cet état<sup>15</sup>.

**Dans le cas d'hétérogénéités marquées dans la contamination au sein du massif**, ne permettant pas de raisonner en teneur moyenne, et que des zones de fortes concentrations (points chauds) sont identifiées, le pétitionnaire étudiera la solution **d'extraction sélective des zones les plus contaminées**. Dans ce cas il redevient possible de raisonner en teneur moyenne pour les parties restantes du massif<sup>16</sup>.

Dans les situations où l'opération nécessiterait une **dérogation à la règle générale** de non dégradation pour pouvoir être menée, le pétitionnaire préparera un rapport dans lequel il renseignera et argumentera les rubriques de l'analyse avantages/désavantages détaillée dans l'annexe « Listes des avantages et désavantages », page 119.

Par ailleurs, un soin particulier sera mis à décrire, dans le dossier de demande d'autorisation :

- les états des milieux aquatiques impactés attendus à court, moyen et long terme.
- Les méthodes de suivi à moyen et long terme des effets environnementaux des travaux.

### 6) Opérations listées dans le programme de mesure du SDAGE ou entant dans la catégorie de Projet d'intérêt général justifiant dérogation (articles 212-7 et 11 du code de l'environnement)

Confer 3.4 ci-dessus page 26.

---

<sup>15</sup> Disposition 2.06 du SDAGE « Améliorer le suivi à moyen et long terme et la connaissance des milieux impactés par l'activité humaine en complément du programme de surveillance du bassin » - page 62.

<sup>16</sup> L'importance des points chauds et la nécessité de les traiter individuellement sera évaluée en tenant compte des concentrations observées (par exemple > 150-200µg/Kg) et du volume du point chaud, volume absolu (pour évaluer la quantité de contaminant contenue = volume x concentration) et volume relatif (pour évaluer la proportion en volume et quantité de contaminant cette zone par rapport à l'ensemble du massif).

Selon l'importance ou la complexité du dossier, l'analyse de la pertinence de rattachement d'une opération à ces catégories justifiant dérogation pourra conduire le service de l'Etat instructeur à demander l'appui de la DREAL voire proposer une saisine du Préfet coordonnateur de bassin.

## 7) Dégradation des fonds aval

Dans le cas où tout en étant à une concentration inférieure à 60µg/Kg, les sédiments faisant l'objet des travaux sont plus contaminés que les fonds environnant, il y a risque de dégradation de ces fonds par augmentation des teneurs.

Pour que l'opération soit envisageable, il convient qu'elle soit examinée à travers l'analyse avantage/désavantages ci-dessous, dans un contexte de dérogation à la règle générale.

## 8) Analyse des avantages et désavantages

Les éléments de cette analyse sont :

- introduits au paragraphe 3.4.2 page 27 ;
- et détaillés dans l'annexe « Listes des avantages et désavantages », page 119.

Les éléments nécessaires à cette analyse sont réunis par le pétitionnaire dans un rapport dans lequel il renseignera et argumentera la liste des rubriques détaillée dans l'annexe « Listes des avantages et désavantages ».

Il est rappelé qu'un soin particulier sera pris à décrire, dans le dossier de demande d'autorisation :

- les états des milieux aquatiques impactés attendus à court, moyen et long terme.
- Les méthodes de suivi à moyen et long terme des effets environnementaux des travaux.

## 9) Règle générale

La règle générale, telle que définie au paragraphe 3.3 page 26 s'applique.

## 10) Dérogation

On est bien dans l'un des deux cas :

- les sédiments qui doivent être remis à l'eau dépassent le seuil de 60 µg/Kg ;
- bien qu'ils soient inférieurs à 60 µg/Kg, leur redéposition va dégrader les fonds périphériques ou avals, qui sont initialement moins contaminés que les sédiments remis à l'eau.

Si à l'issue de l'examen des avantages/désavantages de l'opération, l'administration conclue que l'opération est réalisable et que les sédiments peuvent être remis à l'eau, elle veillera à ce que l'autorisation mentionne bien les engagements de suivi à moyen et long terme de l'impact des travaux sur les milieux aquatiques tels que décrits en 3.

Selon l'importance ou la complexité du dossier, le service de l'Etat instructeur qui est conduit soumettre au préfet un dossier concluant à une possibilité de dérogation pourra demander l'appui de la DREAL voire proposer une saisine du Préfet coordonnateur de bassin.

## 14) Gestion normale

Confer 3.3 ci-dessus, page 26.

## 15) Registre des contaminants remis en circulation

Confer 3.5 ci-dessus, page 28.

Dans le but de simplifier la collecte des informations nécessaires au registre, les arrêtés d'autorisation ou de non autorisation devront comporter les éléments suivants :

- volume total de sédiments concerné par l'opération ;
- pour chaque partie de ce volume qui sera **remis à l'eau, extrait** ou **laissé en place**, et si les évaluations ont été faites, les teneurs mesurées en contaminant et les quantités de contaminant sous la forme : substance/poids (ex : PCB/3 Kg) ;
- Pour les remise à l'eau : durée de l'intervention (de quelques jours à plusieurs mois/années pour certaines opération hydromorphologiques) ;
- Pour les extractions : la destination.

Lorsque l'autorisation n'est pas accordée, et dans le but que les données ne soient pas perdues, le service instructeur fera parvenir à la Délégation de bassin les éléments suivants :

- volume total de sédiments concerné par l'opération ;
- pour chaque partie de ce volume qui devait être **remis à l'eau, extrait** ou **laissé en place**, et si les évaluations ont été faites, les teneurs mesurées en contaminant et les quantités de contaminant sous la forme : substance/poids (ex : PCB/3 Kg).

