

Centre Ecotox
EPFL ENAC IIE-GE
Station 2
CH-1015 Lausanne

T +41 (0) 21 693 62 58
F +41 (0) 21 693 80 35
info@oekotoxzentrum.ch
www.centreecotox.ch

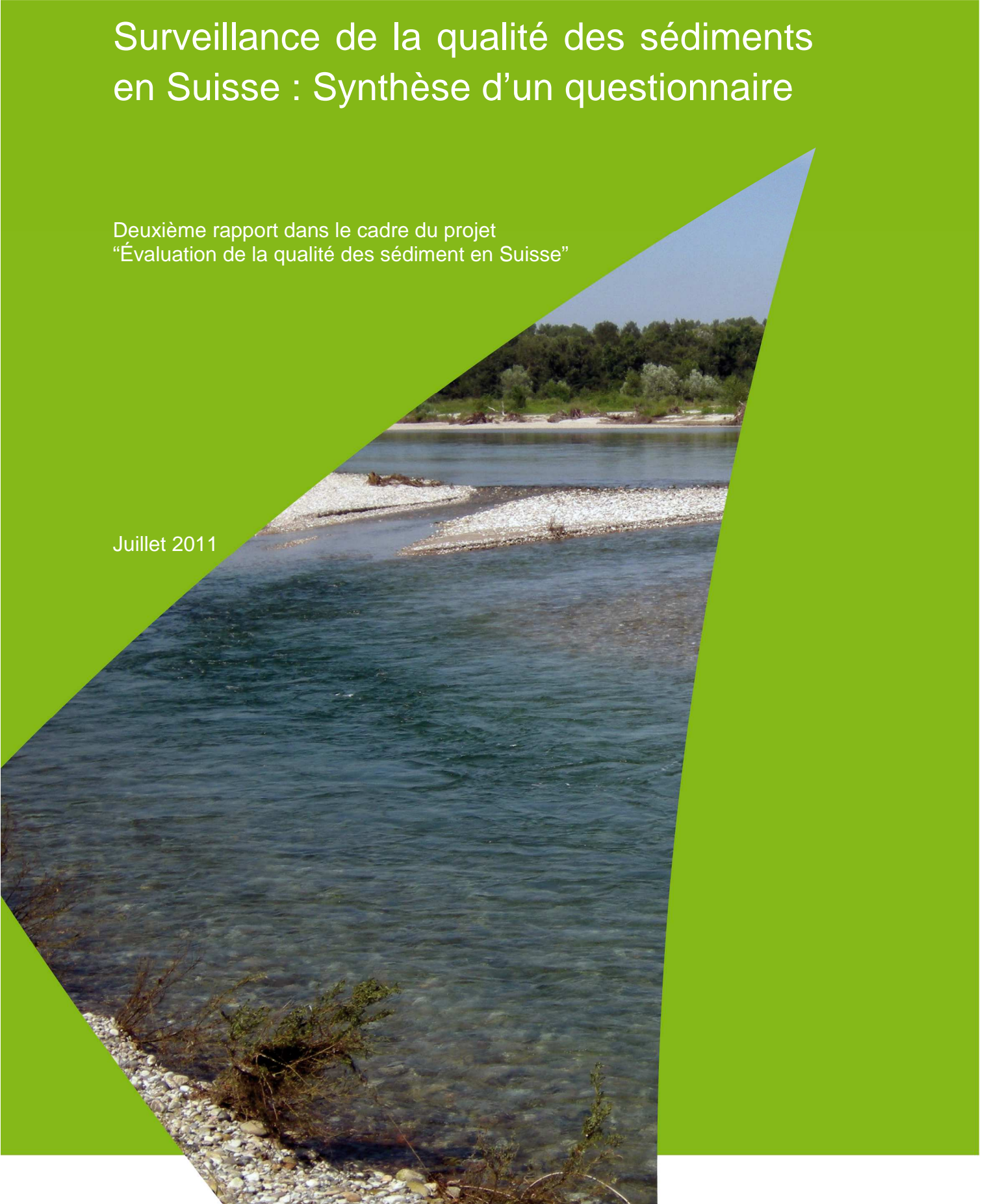


Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée
Eawag-EPFL

Surveillance de la qualité des sédiments en Suisse : Synthèse d'un questionnaire

Deuxième rapport dans le cadre du projet
"Évaluation de la qualité des sédiments en Suisse"

Juillet 2011



Durée du projet

Mars 2010 – *courant*

Mise en œuvre

R. FLÜCK

Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée Eawag/EPFL
EPFL-ENAC-IIE-GE, Station 2 (GR B0 391). CH-1015 Lausanne
+41 (0)21 693 37 85. rebecca.flueck@oekotoxzentrum.ch

S. CAMPICHE

Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée Eawag/EPFL
EPFL-ENAC-IIE-GE, Station 2 (GR B0 391). CH-1015 Lausanne
+41 (0)21 693 62 58. sophie.campiche@oekotoxzentrum.ch

Consultants

N. CHÈVRE

IMG-CAM - Faculté des Géosciences et de l'environnement
Université de Lausanne, Anthropole 1124. CH-1015 Lausanne
+41 (0)21 692 3557. nathalie.chevre@unil.ch

F. DE ALENCASTRO

EPFL ENAC IIE GR-CEL GR A1 382 Station 2
CH-1015 Lausanne
+41 (0)21 693 27 29. felippe.dealencastro@epfl.ch

B. FERRARI

Cemagref - Laboratoire d'écotoxicologie
3 bis, quai Chauveau. F-69336 Lyon Cedex 9
+33 (4)72 20 86 24. benoit.ferrari@cemagref.fr

S. SANTIAGO

Soluval Santiago
Rue Edouard-Dubied 2. CH-Couvet
+41 (0)32 863 43 60. ssantiago@bluewin.ch

I. WERNER

Schweizerisches Zentrum für angewandte Oekotoxikologie Ewag/EPFL
Überlandstrasse 133, Postfach 611. CH-8600 Dübendorf
+41 (0)58 765 5121. inge.werner@oekotoxzentrum.ch

Surveillance de la qualité des sédiments en Suisse : Synthèse

2ème rapport du projet

„Évaluation de la qualité des sédiments en Suisse“

Contexte de l'étude

Le compartiment sédiment présente deux rôles capitaux au sein des écosystèmes aquatiques. En effet, d'une part, le sédiment sert d'abri et d'habitat ou de sites de ponte pour de nombreuses espèces, mais d'autre part, il peut présenter une source importante de contamination - métallique et organique - à long-terme du fait des propriétés adsorbantes et piégeantes des particules qui le composent. Lors de crues et autres remaniements du sédiment de surface, les polluants peuvent être libérés dans la colonne d'eau, pouvant induire un risque toxique sur les organismes présents. Mais la toxicité des sédiments s'exprime aussi directement sur les organismes vivant dans ce compartiment (organismes benthiques) ou juste au-dessus (organismes épibenthiques), par contact direct mais aussi par la voie trophique. Ces organismes assurant des fonctions essentielles (source de nourriture, rôle dans le cycle de décomposition de la matière organique, etc.), il est important de préserver leur « santé » pour assurer celle des maillons supérieurs de la chaîne trophique et ainsi le « bon état » de l'écosystème entier.

En Suisse, l'Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, OFEV, 1998) précise que « les sédiments ne devraient pas accumuler de substances polluantes persistantes afin d'assurer la protection de la vie aquatique ». Cependant, aucune exigence en termes de qualité n'est formulée et des recommandations qui permettraient une étude approfondie de la qualité des sédiments en place font encore défaut. Or, l'étude de ces sédiments serait nécessaire pour définir des sites contaminés et évaluer le risque qu'ils représentent.

Dans ce contexte, le projet « Sédiment » du Centre Ecotox vise à élaborer des recommandations harmonisées, pour les cantons, et à publier au final un guide pour l'évaluation de la qualité écotoxicologique des sédiments en place.

Pour mener à bien ce projet, il est important de s'intéresser aux expertises disponibles dans les cantons suisses. Par le biais d'un questionnaire, les vingt-six cantons suisses ont été contactés et leurs réponses ont fourni des informations clés pour la priorisation des opérations à mener et le listage des recommandations à fournir.

Les objectifs de ce questionnaire (Cf. Annexe) ont été de :

- prendre en compte les différentes méthodes d'étude des sédiments en place, actuellement utilisées et/ou disponibles dans les cantons (méthodes chimiques, méthodes biologiques et méthodes écotoxicologiques) ;
- orienter l'établissement de recommandations en interrogeant les gestionnaires sur leurs intérêt et attentes dans le domaine ;
- compiler des valeurs environnementales de concentrations déjà mesurées dans les sédiments afin de compléter la réflexion sur l'utilisation de critères de qualité des sédiments en Suisse.

Le questionnaire

Évaluation de la qualité écotoxicologique des sédiments en place : Établissement de recommandations en Suisse

Questionnaire

- Canton -



Veillez indiquer vos coordonnées :

.....
.....
.....
.....

- Évaluation de la qualité chimique des sédiments -

1. Analysez-vous les sédiments en place ?

Oui, nous faisons les analyses nous-mêmes.

Oui, mais nous mandats un autre laboratoire :

Non, nous n'analysons pas les sédiments en place.

.....
.....

Merci d'aller à la question 7.

2. D'où proviennent ces sédiments ? Pouvez-vous citer un exemple géographique ?

Rivière / fleuve.

Lac / retenue de barrage.

Bassin d'accumulation des eaux de ruissellement.

Autre(s).

Ex :

Ex :

Ex :

Ex :

.....
.....
.....

.....
.....
.....

.....
.....
.....

.....
.....
.....

Remarques :

.....
.....

3. Quelle(s) fraction(s) analysez-vous ?

<input type="checkbox"/> Sédiment total.	<input type="checkbox"/> Particules de taille inférieure à 2 mm.	<input type="checkbox"/> Particules de taille inférieure à 63 µm.	<input type="checkbox"/> Autre(s) :
--	--	---	---

Remarques (méthodes de prélèvement et de tamisage) :

.....

4. Quelles substances mesurez-vous ? Pouvez-vous listez les substances.

<input type="checkbox"/> Métaux :	<input type="checkbox"/> HAPs / PCBs :	<input type="checkbox"/> Pesticides :	<input type="checkbox"/> Autres :
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
Méthodes d'extraction et d'analyse :	Méthodes d'extraction et d'analyse :	Méthodes d'extraction et d'analyse :	Méthodes d'extraction et d'analyse :
.....
.....
.....
.....
.....

5. Parmi ces substances, avez-vous défini des « substances prioritaires » ?

.....

6. À quel(s) critère(s) de qualité comparez-vous les concentrations mesurées ?

<input type="checkbox"/> Valeurs indicatives de l'OSol ¹ .
<input type="checkbox"/> Objectifs de référence de la CIPR ² .
<input type="checkbox"/> Valeurs moyennes suisses selon OFEV, 2003 ³ .

¹ Office Fédéral de la Protection de l'Environnement, 1998. Ordonnance du 1^{er} juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol). No. RS 814.12. Berne, Suisse.

² Commission Internationale de Protection du Rhin. www.iksr.org.

³ Office Fédéral de l'Environnement, 2003. Micropolluants dans les sédiments. Métaux et micropolluants organiques dans les matières en suspension et sédiments superficiels des grands cours d'eau suisses. Cahier de l'Environnement. Office fédéral de l'Environnement. Berne, NO. SRU-353-F.

<input type="checkbox"/> Valeurs limites et indicatives concernant le dragage de sédiments lacustres dans les ports et voies navigables ⁴ .
<input type="checkbox"/> Valeurs indicatives U et T pour les matériaux d'excavation ⁵ .
<input type="checkbox"/> Autre critère. <u>Précisez</u> :

Remarques (comparaison amont/aval, monitoring, etc.) :

.....

.....

.....

- *Évaluation de la qualité écologique des sédiments* -

7. Utilisez-vous les résultats d'un ou de plusieurs des indices biologiques suivants ?

<input type="checkbox"/> IBCH, anciennement « MakroIndex » du système modulaire gradué, OFEV.	<input type="checkbox"/> Indice Biologique Global Normalisé (IBGN - Afnor, 1992).	<input type="checkbox"/> Indice Oligochètes de Bioindication des Sédiments (IOBS - NF T90-390, 2002).	<input type="checkbox"/> Autre(s). <u>Précisez</u> :
---	---	---	---

Remarques :

.....

.....

.....

- *Évaluation écotoxicologique des sédiments* -

8. Entrenez-vous des tests écotoxicologiques sur les sédiments ?

<input type="checkbox"/> Oui, nous faisons les tests nous-mêmes.	<input type="checkbox"/> Oui, mais nous mandatons un autre <u>laboratoire</u> :	<input type="checkbox"/> Non.
		<i>Merci d'aller à la question 10.</i>

⁴ Office Fédéral de la Protection de l'Environnement, 1998. Informations concernant la protection des eaux n°19. Les valeurs se réfèrent notamment à l'OSo I et l'ODT (Office Fédéral de la Protection de l'Environnement, 1990. Ordonnance du 10 décembre 1990 sur le traitement des déchets (OTD). No. RS 814.600. Berne, Suisse.

⁵ Office Fédéral de l'Environnement, 1999. Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (Directive sur les matériaux d'excavation). No. VU-3003-F. Berne, Suisse.

9. Sur quelle(s) fraction(s) s'effectuent ces tests ? Quels sont ces tests (organisme) ?

<input type="checkbox"/> Sédiment total. <u>Test(s) :</u>	<input type="checkbox"/> Eau interstitielle. <u>Test(s) :</u>	<input type="checkbox"/> Éluat aqueux. <u>Test(s) :</u>	<input type="checkbox"/> Extrait organique. <u>Test(s) :</u>	<input type="checkbox"/> Autre. <u>Précisez :</u>
---	---	---	--	---

Remarques (tamisage, méthode d'extraction, etc.) :

.....

- Vos besoins -

10. Comment qualifiez-vous l'importance des points suivants ?

	Très important	Important	Peu important	Sans avis
Harmoniser l'utilisation d'un système de critère de qualité et définir des classes de qualité des sédiments.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Disposer de tests écotoxicologiques sur sédiment utilisant des espèces benthiques.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Recommander l'utilisation d'indices biologiques.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fixer des substances prioritaires pour le sédiment.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Harmoniser les stratégies d'échantillonnage et de monitoring.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Disposer d'un guide complet de recommandations pour l'évaluation écotoxicologique des sédiments, sous forme de triade (chimie, indice biotique et bioessais) ainsi que pour les méthodes d'échantillonnage.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Comment qualifiez-vous votre intérêt pour les points suivants ?

	Très intéressé	Intéressé	Peu intéressé	Sans avis
Harmoniser l'utilisation d'un système de critère de qualité et définir des classes de qualité des sédiments.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Disposer de tests écotoxicologiques sur sédiment utilisant des espèces benthiques.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Recommander l'utilisation d'indices biologiques.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fixer des substances prioritaires pour le sédiment.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Harmoniser les stratégies d'échantillonnage et de monitoring.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Disposer d'un guide complet de recommandations pour l'évaluation écotoxicologique des sédiments, sous forme de triade (chimie, indice biotique et bioessais) ainsi que pour les méthodes d'échantillonnage.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Remarques générales :

.....

- Valeurs environnementales -

Seriez-vous d'accord de mettre à disposition du Centre Ecotox et du groupe de discussion, des données de concentrations environnementales mesurées sur les sédiments, accompagnées de la méthode employée, ainsi que des résultats d'éventuels indices biologiques ou tests écotoxicologiques ?

Merci beaucoup de votre contribution.

Rébecca Flück

Centre Ecotox
 EPFL
 ENAC-IIIE-GE
 Station 2
 CH- 1015 Lausanne

T +41 (0)21 693 37 85
 F +41 (0)21 693 80 35
 info@oekotoxzentrum.ch
 www.centreecotox.ch

Résultats et discussion

Tous les cantons interrogés ont donné leurs réponses. Ce questionnaire visait à ne prendre en compte que l'étude des sédiments en place, et non celle des sédiments dragués qui nécessitent une prise de décision pour leur devenir. Cette distinction entre sédiment en place et sédiments dragués a été bien comprise, même si près de 20 % des cantons ont apporté des informations, en complément, sur l'étude des sédiments dragués.

Évaluation de la qualité chimique des sédiments

Dans un premier temps, les questions ont porté sur les méthodes d'analyses chimiques des sédiments *in situ*, à savoir sur les milieux étudiés (rivières ou lacs), la fraction physique analysée (sédiment total ou fractions) et les substances analysées (méthodes d'analyse, priorisation des substances, utilisation de critères de qualité).

Treize cantons (50 %) ont déjà effectué ou effectuent, plus ou moins régulièrement, des analyses chimiques de sédiments en place (Carte 1). Les analyses sont réalisées par les cantons eux-mêmes dans 54 % des cas, alors que pour 46 % des cas, les cantons demandent une analyse (ou un complément d'analyses) à des laboratoires externes. Les études de la qualité chimique des sédiments sont réalisées dans les rivières (13 cantons sur 13) mais aussi dans les lacs (4 cantons sur 13) (Figure 1). Certains cantons (4 sur 13) ont ajouté qu'ils étaient également amenés à analyser des sédiments issus de dragages de ports et voies navigables.

Carte 1 : Illustration des cantons réalisant/ayant déjà réalisé des études de sédiments en place (■).

Source : Office fédéral de topographie

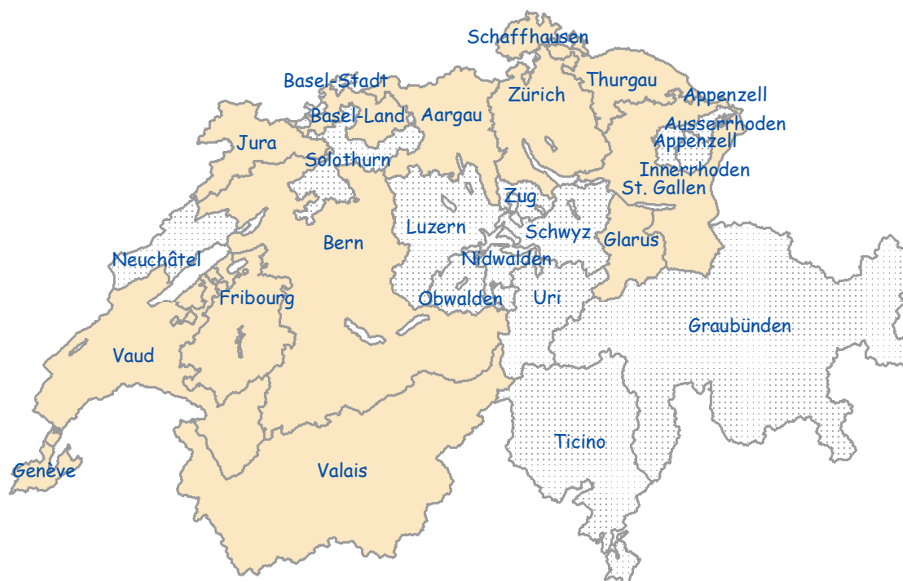
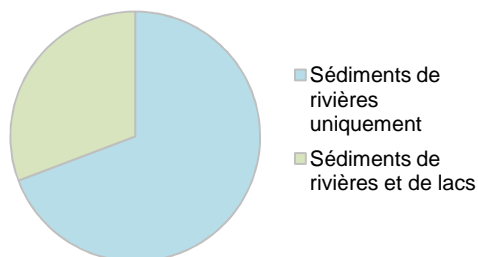
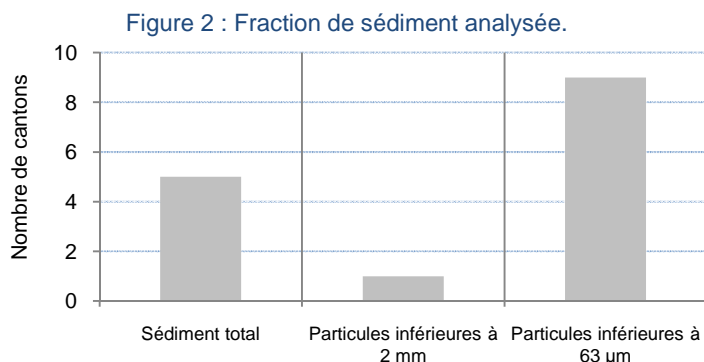


Figure 1 : Milieux d'étude des sédiments en place (réponses de 13 cantons).



Échantillonnage

Concernant la fraction de sédiment analysée, c'est-à-dire la taille maximale des particules gardées pour les analyses chimiques, une majorité des sédiments sont tamisés à 63 µm avant les analyses. Ensuite, c'est la fraction totale qui apparaît en plus grand nombre. Enfin, un canton garde la fraction inférieure à 2 mm pour la suite des analyses en laboratoire (Figure 2). Deux cantons ont informé utiliser deux fractions (totale et fine). Pour l'un des cantons, la fraction totale est gardée dans le cas des sédiments des lacs alors que les sédiments sont tamisés à 63 µm dans le cas des sédiments de rivières. Concernant l'autre canton, aucune précision n'a été donnée.



Dans certains cas, le tamisage, si nécessaire, est effectué directement sur le terrain (avec l'eau du milieu) ou en laboratoire, avec éventuellement de l'eau ramenée du terrain. La fraction totale du sédiment est généralement utilisée pour les études des sédiments des lacs. Cependant la fraction qui y est récoltée est plutôt fine. Un des cantons a informé que sur le terrain un premier tamisage à 5 mm était effectué puis seule la fraction fine (63 µm) est utilisée pour le dosage des contaminants.

Concernant les méthodes de prélèvement (profondeur, matériel, tamisage) et de préparation des échantillons, aucune information détaillée n'a été obtenue (Tableau 1).

Tableau 1 : Méthodes de prélèvement et de préparation des sédiments en vue de leur analyse chimique dans les cantons réalisant/ayant déjà réalisé des études de sédiments en place (-- pour non indiqué).

Canton	AG	BL	BE	FR	GE	GL	JU	SG	SH	TG	VS	VD	ZH
Profondeur	--	--	--	--	--	--	--	Milieu de carotte	--	--	--	5 premiers cms	--
Matériel de prélèvement	--	--	--	--	--	--	--	Pelle, carottier, benne	--	--	--	Carottier	--
Tamisage sur le terrain	63 µm	63 µm	63 µm	--	Non - sédiment total	--	63 µm	Non	--	--	--	Non - Sédiment total	5 mm
Tamisage en laboratoire	--	--	--	--	--	--	--	2 mm	--	--	--	--	63 µm
Stabilisation du sédiment	--	--	1 semaine	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Séchage	--	--	oui	--	Étuve 40 °C	--	--	40 °C avant tamisage	--	--	--	--	--

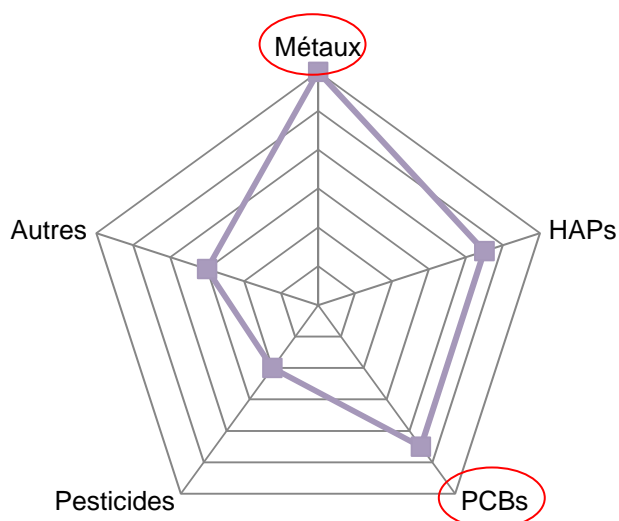
Des différences apparaissent dans les méthodes de prélèvement et de préparation des sédiments, qui peuvent influencer les résultats de mesures chimiques. En effet, une manipulation trop invasive des sédiments peut modifier les caractéristiques physico-chimiques des sédiments et de ce fait la biodisponibilité des contaminants présents. De plus, le tamisage fin à 63 µm pourrait résulter en une concentration plus élevée en contaminants que si la concentration était ramenée au volume de sédiment total.

Ainsi, la prise en compte de la granulométrie des sédiments analysés est un paramètre non négligeable et un effort d'harmonisation nationale semble être nécessaire même si certains cantons collaborent déjà. En effet, les cantons de Bâle campagne, de Berne et du Jura ont, depuis 2006, un programme commun précisant un protocole standardisé pour les méthodes d'échantillonnage et de prélèvement. Enfin, il est à préciser que dans le cadre du projet 'PCB dans les eaux en Suisse', l' « OFEV va développer, en collaboration avec l'EMPA et l'Eawag, ainsi qu'avec les cantons intéressés, une méthode pour l'échantillonnage, la préparation des échantillons et l'analyse des sédiments, afin de disposer de résultats d'analyses de sédiments comparables » (OFEV, 2010).

Substances analysées

Le questionnaire a ensuite interrogé les cantons sur les substances analysées (Figure 3).

Figure 3 : Substances analysées dans les sédiments en place par les cantons. Les cercles rouges représentent les deux groupes de substances les plus souvent définis comme prioritaires.



Douze cantons sur les treize effectuant des analyses chimiques, s'intéressent aux métaux. Dans une moindre mesure, à 70%, les sédiments sont analysés pour leur contenu en PCBs (6 à 7 congénères indicateurs) et HAPs (somme des 16 indicateurs⁶). Concernant les pesticides, quatre cantons ont déjà investigués sur les teneurs rencontrées dans les sédiments de rivières. Les *autres* substances qui ont déjà été analysées sont par exemple le contenu en carbones organique et inorganique, les organo-étains, etc.

Sur les 13 cantons, 6 cantons ont clairement défini des substances prioritaires (Figure 3), correspondant à des problématiques assez connues, telles que par exemple la contamination en PCBs de la Sarine dans le canton de Fribourg ou encore la contamination en cuivre dans les zones viticoles en Thurgovie. Pour les 7 autres cantons, les priorités sont définies « au cas par cas ».

Il est intéressant de noter que les substances analysées majoritairement, sont les substances recommandées pour les études du sol (OSol) ou des sédiments dragués, et dont les méthodes d'analyses sont donc déjà maîtrisées en routine.

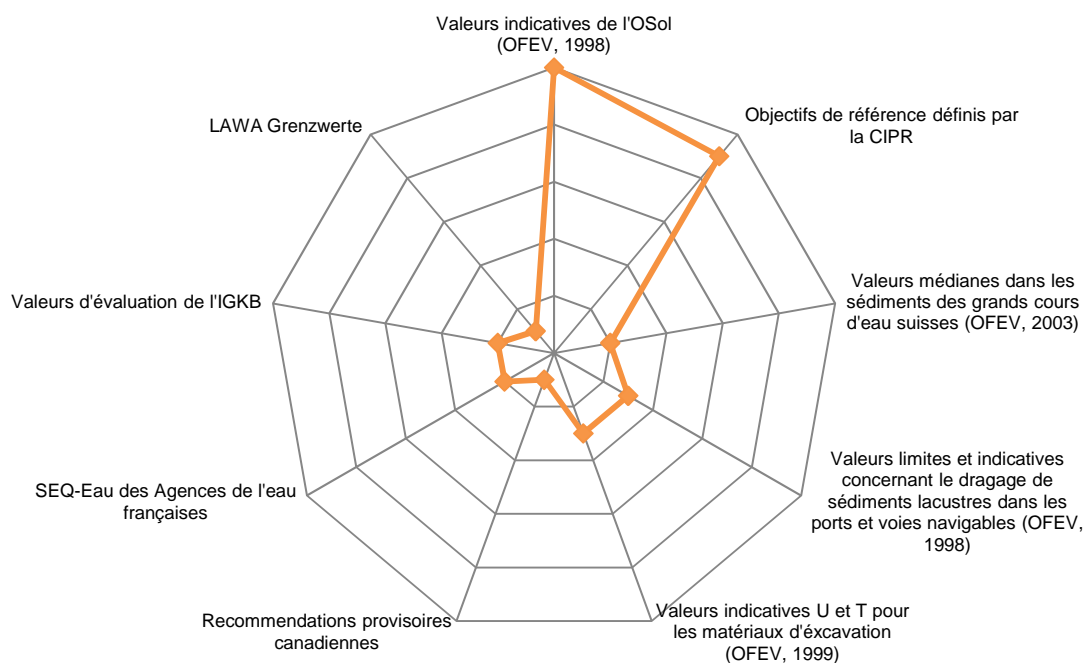
⁶ Dans les années 1980, l'EPA, l'agence de protection de l'environnement des États-Unis, a classé 16 HAP dans sa liste des polluants prioritaires. Depuis lors, on procède généralement à l'analyse de ces 16 HAP en considérant qu'ils sont représentatifs de l'ensemble de la classe des HAP (Source : Fiche d'information, Office Fédéral de la Santé Publique).

Critères de qualité

La réalisation de ce questionnaire a permis également, dans le volet « Évaluation de la qualité chimique des sédiments », de visualiser l'utilisation de 'critères de qualité' pour les sédiments étudiés en place, dans les rivières ou les lacs (Figure 4). Un critère de qualité est une valeur de référence qui sert de comparaison pour des valeurs mesurées. Lorsque ces critères sont dérivés par des études écotoxicologiques, le calcul d'un quotient entre la valeur mesurée et la valeur du critère de qualité permet de définir un risque.

Dix cantons, sur les 13 qui étudient les sédiments en place, comparent leurs résultats d'analyses chimiques aux valeurs indicatives données par l'Ordonnance sur la protection des sols (OSol, OFEV, 1998). Parmi ces dix cantons, six cantons ajoutent une comparaison avec les objectifs de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR, 2007), objectifs qui sont finalement consultés dans 9 cantons sur 13. Dans une moindre mesure, 3 cantons sur 13 se réfèrent aux recommandations pour le dragage des sédiments en Suisse (Valeurs limites et indicatives pour le dragage des sédiments lacustres dans les ports et voies navigables et valeurs indicatives U et T concernant les matériaux d'excavation). Sporadiquement, les valeurs environnementales sont comparées aux valeurs de l'IGKB (Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee, comparables aux valeurs CIPR), aux valeurs seuils du SEQ-Eau (Système global d'évaluation des cours d'eau, France) ou aux valeurs médianes mesurées dans les sédiments des grands cours d'eau Suisse (OFEV, 2003). Enfin, les recommandations provisoires pour la qualité des sédiments au Canada ainsi que les concentrations de référence LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Allemagne) ne sont utilisées que dans un seul canton respectivement (Figure 4).

Figure 4 : Utilisation de « valeurs de référence » par les treize cantons analysant/ayant déjà analysé des sédiments en place (une graduation signifie une occurrence du critère par canton).



Deux cantons ont ajouté qu'ils attendaient les recommandations de la confédération pour l'utilisation de valeurs de référence « satisfaisantes » dans le cadre des sédiments de rivières.

En attendant, les cantons se réfèrent majoritairement aux valeurs indicatives de l'OSol, tout en étant conscients que le sédiment n'est pas un sol, et malgré l'existence de valeurs suisses pour les sédiments dragués. Les valeurs OSol sont souvent utilisées conjointement aux valeurs de la CIPR, la majorité des cantons suisses se trouvant dans le bassin versant du Rhin. Ces deux critères présentent des valeurs assez proches (Tableau 2).

Tableau 2 : Valeurs indicatives de l'OSol comparées aux objectifs de référence de la CIPR, exemple des métaux lourds.

mg/kg séd. sec	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
OSol (fraction inf. 2 mm)	0.80	40	50	50	150	0.50
CIPR (fraction inf. 63 µm)	1.00	50	50	100	200	0.50

Ces deux critères cités reposent majoritairement sur des données d'origine géochimique mais sont basées que sur peu d'information écotoxicologique. De même, en 2003, L'OFEV a publié des valeurs médianes de concentrations en métaux, HAPs et PCBs des sédiments fins dans les grands cours d'eau suisses. Ces valeurs ne sont que très rarement utilisées comme référence. En effet, des valeurs définies pour des grandes rivières sont inadéquates pour l'évaluation de la qualité des sédiments dans les petits cours d'eau. Cependant, ces valeurs donnent une indication des « concentrations de fonds » en Suisse, dans le sens où l'échantillonnage ne s'est pas ciblé sur des points connus de pollution, mais elles ne renseignent en aucun cas sur un éventuel risque écotoxicologique.

Sporadiquement, les cantons utilisent des valeurs allemandes ou encore canadiennes, ce qui peut poser problème du fait du caractère « local » de certains critères.

Il est ensuite important de noter la fraction différente à laquelle se rapporte tel ou tel critère. En effet, pour la CIPR, les objectifs sont définis pour les sédiments fins (63 µm) (comme pour les valeurs IGKB) alors que pour l'OSol, les valeurs indicatives ont été déterminées sur l'ensemble des particules de taille inférieure ou égale à 2 mm. Plus important encore que la fraction considérée, la méthode d'extraction des substances est capitale. Alors que pour l'OSol il s'agit d'une extraction pseudo-totale (acide nitrique), les valeurs canadiennes par exemple, sont dérivées à partir d'une attaque partielle du sédiment (digestion par un acide faible). D'autres méthodes existent pour extraire la part supposée biodisponible. Même si les polluants se trouvent être adsorbés plutôt sur les particules les plus fines, il est important au final de considérer la fraction totale car les critères de qualité sédiments définis sur des valeurs d'effets l'ont été par des tests écotoxicologiques sur sédiment total (valeurs TEC et PEC⁷ de MacDonald *et al.*, 2000 par exemple). Malheureusement la méthode d'extraction des substances n'est pas toujours précisée et la comparaison des valeurs doit être prise avec précaution si les méthodes d'analyses ne sont pas comparables.

Évaluation de la qualité écologique des sédiments

Dans ce volet, les cantons ont été interrogés sur l'évaluation de la qualité écologique des sédiments par le biais d'outils de bioindication.

La recherche documentaire avait permis de proposer les outils suivants :

- Indice Biologique Global Normalisé (IBGN - Afnor, 1992) qui étudie les effets de l'habitat et de la présence de polluants sur les macroinvertébrés. Même si cet outil n'est pas adressé spécifiquement aux sédiments, les prélèvements d'organismes se font à la surface du sédiment et peuvent apporter une information sur l'état écologique du site étudié.
- Indice Biologique Suisse (IBCH, 2011 - <http://www.modul-stufen-konzept.ch/f/mzb-f.htm>) qui consiste en un IBGN appliqué à la Suisse depuis 2011.
- Indice Oligochètes de Bioindication des Sédiments (IOBS - NF T90-390, 2002) qui étudie les communautés d'Oligochètes benthiques. Le pourcentage relatif de présence d'espèces polluo-sensibles et d'espèces polluo-résistantes peut renseigner sur un niveau de pollution du site étudié.

⁷ Les valeurs TEC (Threshold Effect Concentration) et PEC (Probable Effect Concentration) ont été dérivées selon la méthode consensuelle. Il s'agit de moyennes géométriques de valeurs déclencheuses d'effet pour la TEC et de valeurs d'effet prédites pour la PEC. Elles prennent en compte l'écotoxicologie des substances (8 métaux, HAPs et PCBs) sur des organismes aquatiques et benthiques.

Seuls 16 % des cantons (4 sur 25) utilisent ou ont déjà utilisé des outils de bioindication pour étudier *directement* l'influence de sédiments contaminés sur la biocénose. Ces outils concernent les oligochètes et les chironomes, deux taxons de macroinvertébrés benthiques (les chironomes étant benthiques pendant leur stade larvaire uniquement). En effet, deux cantons ont répondu utiliser l'IOBS. Un canton utilise l'indice oligochètes appliqué au milieu lacustre (IOBL, Norme Française, 2005) en plus de l'IOBS. Et finalement, un canton s'intéresse au repeuplement de communautés oligochètes et chironomes dans les sédiments après « aération » de lacs.

Certains cantons ont complété leurs réponses en indiquant les outils dont ils disposaient pour l'évaluation des eaux de surface. Parmi ces outils, on note une utilisation majoritaire de l'IBGN/IBCH ainsi qu'une analyse des diatomées (ces deux outils sont intégrés comme modules dans le Système Modulaire Gradué). Un canton indique utiliser l'outil Spear-Index (Species at Risk, outil de bioindication étudiant les communautés macroinvertébrés) mais aussi son propre système de référence pour l'étude des macroinvertébrés. Deux cantons étudient le degré saprobie⁸ des cours d'eau. Enfin, un canton analyse les métaux et substances organiques présents sur des bryophytes.

L'IBGN, proposé comme outil de bioindication pour cette question, n'est jamais utilisé dans le cadre de l'étude des sédiments à proprement dit. Pourtant, l'utilisation d'un indice sur les communautés de macroinvertébrés benthiques d'un cours d'eau pourrait donner des informations importantes sur le statut pollué des sédiments du lieu étudié.

Finalement, les outils de bioindication sont encore peu utilisés pour l'évaluation de la qualité des sédiments bien que les cantons disposent de l'expertise nécessaire pour ce faire. De ce fait, certains de leurs outils pourront donc être appliqués dans le cadre d'une approche globale d'évaluation de la qualité écotoxicologique des sédiments. Le canton de Genève par exemple, étudie déjà dans certains cas, les concentrations en polluants dans les sédiments (exposition) et les communautés de vers oligochètes (effets) en parallèle. Lier plusieurs voies d'investigation permet de renforcer l'étude du risque écotoxicologique.

Évaluation de la qualité écotoxicologique des sédiments

Seuls 2 cantons sur les 13 qui effectuent des analyses sur sédiments ont utilisé au moins une fois des tests écotoxicologiques pour évaluer la toxicité des sédiments. Les bioessais utilisés sont les tests avec des daphnies (en milieu sédiment et colonne d'eau), le test Microtox® (contact direct avec le sédiment) ou des expériences sur les poissons. Pour les poissons, les tests ont été effectués en laboratoire (stades précoces de poissons zèbres) mais aussi *in situ* (embryons de truite) et ont eu pour but de tester les différences entre l'amont et l'aval d'une station d'épuration. Pour ces deux cantons, les tests ont été commandés à des bureaux d'études privés ou à des universités.

Intérêts et priorités des cantons

Par les deux dernières questions, les cantons ont été interrogés sur leurs attentes dans le domaine de l'évaluation de la qualité des sédiments. Les deux questions concernaient d'une part l'importance qu'ils donneraient à différents points et d'autre part l'intérêt qu'ils porteraient à ces différents points. Les différents points qui ont été proposés se rapportent à des actions à envisager pour avancer dans le domaine de l'évaluation de la qualité des sédiments en place en Suisse (Tableau 3).

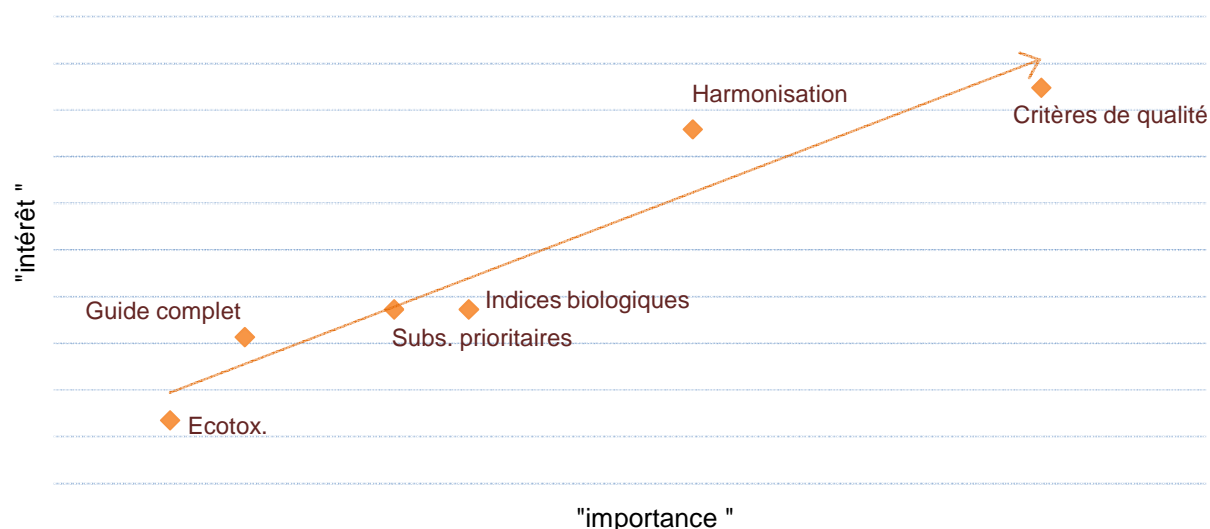
⁸ Le degré saprobie consiste en l'étude des saprobies qui désignent des associations d'organismes aquatiques dulcicoles vivant dans des eaux plus ou moins riches en matières organiques ; elles donnent alors un indice sur le taux de décomposition de la matière organique. Il s'agit d'un classement des invertébrés selon leur résistance ou sensibilité aux pollutions organiques.

Tableau 3 : Axes de priorisation proposés pour l'évolution du projet « Sédiment » (Légende de la Figure 6).

Critères de qualité	Harmoniser l'utilisation d'un système de critère de qualité et définir des classes de qualité des sédiments.
Harmonisation	Harmoniser les stratégies d'échantillonnage et de monitoring.
Indices biologiques	Recommander l'utilisation d'indices biologiques.
Subs. prioritaires	Définition de substances prioritaires pour le sédiment.
Guide complet	Guide complet de recommandations pour l'évaluation écotoxicologique des sédiments, sous forme de triade (chimie, indice biotique et bioessais) et les méthodes d'échantillonnage.
Ecotox.	Tests écotoxicologiques sur sédiment utilisant des espèces benthiques.

De ces deux questions, il est apparu un besoin clair mais aussi un intérêt dans le fait de proposer des critères de qualité des sédiments pour pouvoir classer les sédiments *in situ* selon leur statut de risque écotoxique (Figure 6). Les cantons souhaitent des valeurs « adéquates » auxquelles comparer leurs valeurs obtenues par les analyses chimiques. En effet, même si une idée peut être faite sur le degré de *contamination* (dépassement de seuils « habituellement » rencontrés), il manque un repère en terme d'impact sur la faune et flore du milieu étudié (notamment benthique) et donc d'un seuil de *pollution*⁹ (Cf. Premier document du Projet Sédiment¹⁰).

Figure 6 : Représentation des réponses aux questions sur l'importance selon les cantons et leur intérêt.



En deuxième priorité, on retrouve la demande d'harmonisation des stratégies d'échantillonnage (méthodes de prélèvement et de préparation des échantillons, limites de détections incluses), qui a déjà été discutée dans la partie « Évaluation de la qualité chimique des sédiments ».

Concernant les indices biologiques, la définition de substances prioritaires et la publication d'un guide complet de recommandations, les réponses sont mitigées et les priorités seront précisées avec l'avancement du projet. Enfin, même si la proposition d'appliquer des tests écotoxicologiques montre un intérêt et une importance moins grande, l'écotoxicologie sera indissociable du vœu de définir des critères de qualité des sédiments afin de pouvoir évaluer le risque écotoxicologique des sédiments en place.

Données de concentrations mesurées dans les sédiments

Plusieurs jeux de données ont pu être compilés et des cartes de contamination des sédiments, pour certains métaux, sont en préparation.

⁹ Selon Chapman, 2007, on parle de contamination lorsque les substances chimiques trouvées dans les sédiments ne sont pas habituelles ou lorsque les concentrations ne sont pas habituellement si élevées alors qu'on parle de pollution lorsque la contamination provoque des effets biologiques délétères.

¹⁰ Use of sediment quality criteria for the assessment of sediment toxicity: Applicability to Switzerland. Draft version. Centre Ecotox August 2010.

Conclusions et perspectives

Le retour des questionnaires a permis de lister les méthodes, notamment les méthodes d'analyse chimique et les critères de qualité utilisés, disponibles dans les cantons ainsi que leur besoins. L'intérêt des cantons pour l'évaluation de la qualité des sédiments a été démontré et leurs attentes seront à considérer.

Il manque clairement un consensus sur l'utilisation d'un critère de qualité pour les sédiments et une hétérogénéité importante est apparue dans les méthodes d'échantillonnage. De plus, peu de cantons ont recours à des outils de bioindication pour l'étude des sédiments et l'utilisation de tests écotoxicologiques est encore très rare.

Ainsi, basés sur les réponses des cantons au questionnaire, nous recommandons :

- **L'harmonisation des critères de qualité utilisés en Suisse**

Nous proposons d'harmoniser l'utilisation de critères de qualité pour l'évaluation de la qualité des sédiments en Suisse en des critères de qualité basés sur des données écotoxicologiques, idéalement concernant les organismes benthiques. Il est proposé l'utilisation des valeurs TEC et PEC (MacDonald *et al.*, 2000) ou l'adaptation de celles-ci en incluant des données de concentrations mesurées en Suisse ($x^{\text{ème}}$ centile de la distributions des valeurs, par exemple) et en complétant avec de nouvelles données de toxicité des métaux sur les organismes benthiques (recherche bibliographique et éventuellement nouveaux biotests de spiking en laboratoire). Ainsi, il sera possible de recommander deux valeurs seuils, un seuil de contamination (dépassement de valeurs « habituelles ») et un seuil de pollution (probabilité d'effets toxiques sur les organismes benthique). Dans un premier temps, ces critères concerneraient des substances dont une grande information et un assez grand nombre de données sont disponibles, c'est-à-dire les métaux, notamment les plus couramment étudiés Cd, Pb, Ni, Hg sans oublier Cu et Zn qui montrent des contaminations importantes en Suisse, du fait d'une utilisation significative.

Nous proposons également de cartographier, en partie, la contamination des sédiments en Suisse et d'appliquer ces critères de qualité choisis pour l'interprétation du risque toxique que pourraient poser certains sites.

- **L'harmonisation des stratégies d'échantillonnage :**

Pour obtenir des valeurs comparables sur le territoire suisse, l'harmonisation des méthodes d'échantillonnage est primordiale. Certains cantons collaborent déjà et l'OFEV prévoit, dans le cadre des études sur les PCBs, des méthodes harmonisées. Dans ce contexte, nous pourrions proposer de rejoindre ou créer un groupe de travail avec les cantons et personnes intéressées.

- **Des perspectives à plus long-terme :**

Une première étape dans la suite du projet « Sédiment » du Centre Ecotox est donc la recommandation de critères de qualité pour les métaux. Ensuite, un travail important sur les méthodes d'échantillonnage est envisagé. Par la suite, nous prévoyons de présenter une synthèse des tests écotoxicologiques aujourd'hui utilisés de façon pertinente pour les sédiments.

De plus, la mise en place d'un système de classification des sédiments selon leur potentiel écotoxique, s'appuyant par exemple sur des études comparatives de niveaux de contamination et de communautés d'invertébrés benthiques, pourrait être envisagée.

Finalement, notre travail à long-terme permettra de recommander la triade d'évaluation de la qualité des sédiments en proposant – un volet chimique : comparaison des concentrations mesurées avec tel(s) critère(s) – un volet biologie : appliquer tel(s) indice(s) biologique(s) – un volet écotoxicologie : tester le sédiment avec tel(s) organisme(s).

Références

- ∞ Chapman, P. M., 2007. Determining when contamination is pollution - Weight of evidence determinations for sediments and effluents. *Environment International* 33(4): 492-501.
- ∞ Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR), 2007. Comparaison de l'état du Rhin de 1990 à 2004. Rapport N° 159 Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, D 56068 Coblenze.
- ∞ MacDonald D., Ingersoll C. & Berger, T., 2000. Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 39(1): 20-31.
- ∞ Office Fédéral de la Protection de l'Environnement, 1998. Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux). No. RS 814.201. Berne, Suisse.
- ∞ Office Fédéral de la Protection de l'Environnement, 1998. Ordonnance du 1er juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol). No. RS 814.12. Berne, Suisse.
- ∞ Office Fédéral de la Protection de l'Environnement, 1998. Informations concernant la protection des eaux n°19. Les valeurs se réfèrent notamment à l'OSol et l'ODT (Office Fédéral de la Protection de l'Environnement, 1990. Ordonnance du 10 décembre 1990 sur le traitement des déchets (OTD). No. RS 814.600. Berne, Suisse.
- ∞ Office Fédéral de l'Environnement, 1999. Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (Directive sur les matériaux d'excavation). No. VU-3003-F. Berne, Suisse.
- ∞ Office Fédéral de l'Environnement, 2010. Schmid Peter *et al.* Polychlorobiphényles (PCB) dans les eaux en Suisse. Données concernant la contamination des poissons et des eaux par les PCB et les dioxines : évaluation de la situation. *Connaissance de l'environnement* n° 1002. Office fédéral de l'environnement, Berne. 104 p.