

Axe 2 – Améliorer les connaissances scientifiques sur le devenir des PCB dans les milieux aquatiques et gérer cette pollution

2.3 – Bâtir un programme de recherche sur les techniques de dépollution

2.3.A– Projet PCB Axelera

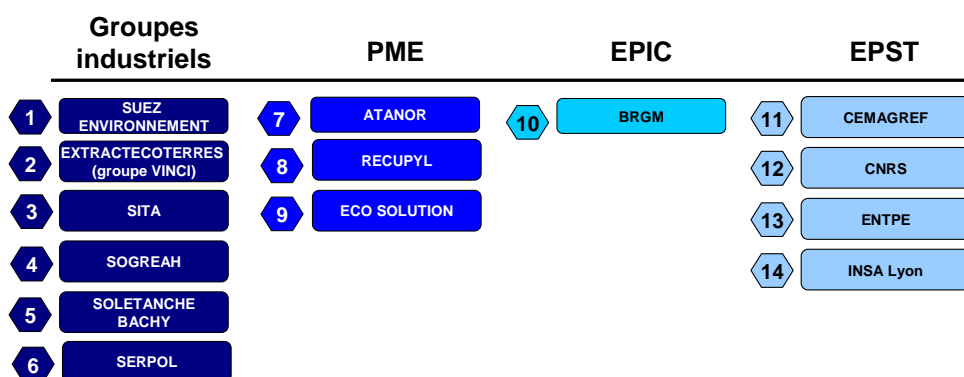
Description de l'action	Pertinence analytique Processus de transfert Technologies de traitement Outil global d'aide à la décision
Porteur local de l'action	AXELERA
Date de mise à jour	07/12/12

1 Contexte et objectifs

Le pôle de compétitivité chimie environnement de Rhône-Alpes **AXELERA** a déposé un projet de recherche et développement sur les PCB dans le cadre du 6^{ème} appel à projets du fonds unique interministériel (FUI).

Le projet "PCB AXELERA" vise le développement et la mise à disposition de technologies innovantes, accompagnées de nouveaux outils analytiques et de nouveaux modèles de transfert, pour le traitement des problématiques de pollution des eaux, sédiments et sols par les PCB et autres polluants.

Le projet a été accepté par le FUI avec une date de démarrage au 1^{er} Décembre 2008 et une date de fin au 31 Mars 2012 pour une durée totale de 40 mois. Cette durée a été prolongée de 7 mois, pour une date effective de fin au **30 Octobre 2012**. Il fédère 14 partenaires dont 5 publics et 9 privés et est financé par l'état et les collectivités territoriales (Grand Lyon, METRO de Grenoble, Conseil Général de l'Isère et Région Rhône-Alpes, Fonds FEDER). La mise en place effective des financements s'est achevée au 1^{er} Septembre 2009 (décalage de 9 mois par rapport au FUI).



Le pilotage et la coordination du projet sont assurés par Suez-Environnement.

Le coût de ce programme PCB-AXELERA s'élève à 9 828 698 € financé à hauteur de 2 597 305 € par l'Etat et 2 889 250 € par les collectivités territoriales, et co-financé par les partenaires privés à hauteur de 4 342 143 €.

Le projet PCB-AXELERA se décompose en 15 actions (1 action technologie non retenue) :

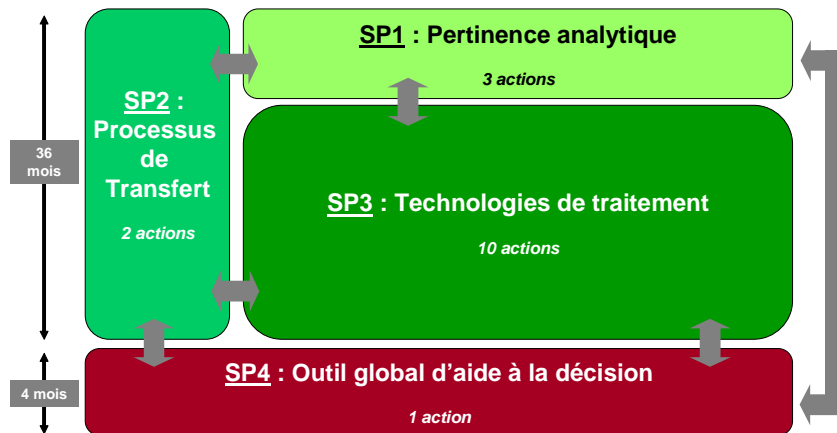
- pertinence analytique (3 actions),
- processus de transfert (2 actions),
- technologies de traitement (9 actions),
- outil global d'aide à la décision (1 action),

incluant la mise en place de deux plateformes « tests » pour valider ces technologies.

L'ensemble des actions du projet sont achevées, certaines technologies faisant l'objet de validations complémentaires.

Des prélèvements de sédiments ont été réalisés (en particulier deux prélèvements en Rhône-Alpes : lac de Bourget (73) et Etang de Susville (38)) avec des concentrations en PCB indicateurs au delà de

1 000 µg/kg et des quantités de plusieurs centaines de kg, afin d'alimenter les essais en laboratoire, en pilote et en plateforme industrielle. Un carottage a été réalisé dans le lit non perturbé du Rhône pour servir de référence stratigraphique historique au projet.



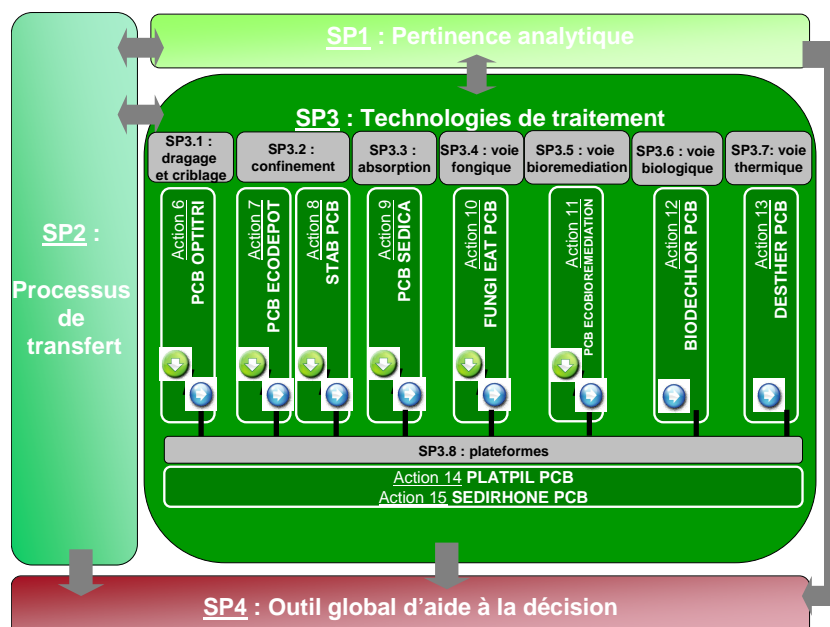
Un groupe spécifique a été constitué pour homogénéiser les méthodes de prélèvement, de conditionnement et d'analyses, afin de produire des résultats comparables entre les diverses actions. Les essais d'orientation en laboratoire ont permis de définir les protocoles opératoires adaptés.

2 Principaux Résultats (préliminaires)

Le projet PCB-AXELERA s'est achevé le 30 Octobre 2012. Certains résultats sont en cours d'exploitation et de finalisation. Certains essais industriels se poursuivent pour confirmer les résultats et performances obtenus. Les conclusions présentées sont donc provisoires et doivent être considérées comme indicatives.

Les technologies de traitement étudiées dans le cadre du projet PCB-AXELERA sont représentatives de l'ensemble des technologies envisageables pour la décontamination de sédiments pollués en particulier par les PCB, soit :

- technologies de confinement (in-situ ou à terre)
- technologies par adsorption (in-situ ou à terre)
- technologies de dégradation biologique par voie fongique ou bactérienne (hors-sol ou à terre)
- technologies de désorption thermique (hors sol à terre)



Pour l'ensemble de ces technologies les essais laboratoires, pilotes et semi-industriels ont été réalisés conformément au programme envisagé.

Les principales performances obtenues sont les suivantes :

Projet PCB AXELERA : Synthèse des Performances de traitement obtenues (résultats préliminaires à confirmer)							
Type de Traitement	Technologie	Application	Action	Prétraitements nécessaires	Développement	Performances Elimination 7 PCB	Remarques
Confinement	Alvéole Biologique	à terre	A7 - PCB ECODEPOT	Siccité supérieure à 50%	Faisabilité Laboratoire	/	A valider à l'échelle industrielle
	Stabilisation - Solidification par liants hydrauliques	in-situ	A8 - STAB PCB	Siccité supérieure à 25%	Faisabilité Laboratoire	/	A valider à l'échelle industrielle
Adsorption	Adsorption sur charbon actif	à terre	A9 - PCB SEDICA	/	Faisabilité Laboratoire	De l'ordre de 30%* pour 8h de contact	Mise en œuvre à valider
	Adsorption sur charbon actif et biodégradation	in-situ	A9 - PCB SEDICA	/	Faisabilité Laboratoire	De l'ordre de 30% de dégradation biologique	Mise en œuvre à valider
	Adsorption sur charbon actif et séparation par flottation	à terre	A9 - PCB SEDICA	Tri par tamisage et hydrocyclone à 80µm	Pilote Pré-Industriel	De l'ordre de 25 à 30% de désorption par opération	A valider à l'échelle industrielle
	Adsorption sur charbon actif et séparation par hydrocyclone	à terre	A9 - PCB SEDICA	Tri par dégrillage et dessablage à 63µm	Pilote Pré-Industriel	De l'ordre de 25 à 30% de désorption par opération	A valider à l'échelle industrielle
Voie Fongique	Myco-remédiation	à terre	A10 - FUNGI EAT PCB	Tamisage à 1cm	Pilote Pré-Industriel	De l'ordre de 30% de dégradation biologique sur 6 mois	A valider à l'échelle industrielle
Voie Biologique	Biopile	à terre	A12 - BIODECLOR PCB	Deshydratation à plus de 50% siccité	Pilote Pré-Industriel	De l'ordre de 30% de dégradation biologique sur 1 an	Non recommandé à l'échelle industrielle
	Alvéole Biologique (active)	à terre	A12 - BIODECLOR PCB	Deshydratation à plus de 50% siccité	Pilote Pré-Industriel	De l'ordre de 30% de dégradation biologique sur 1an	A valider à l'échelle industrielle
	Alvéole Biologique (active) avec phytoremédiation	à terre	A7 - PCB ECODEPOT	Deshydratation à plus de 50% siccité	Pilote Pré-Industriel	Peu efficace	Non recommandé à l'échelle industrielle
Voie Thermique	Désorption thermique	à terre	A13 - DESTHER PCB	Deshydratation à plus de 75% siccité	Pilote Pré-Industriel	Proche de 100% par opération	A valider à l'échelle industrielle

* pour 5% Charbon Actif en g/g sédiment sec

Les exigences de prétraitement stipulées dans le tableau peuvent être atteintes grâce à des technologies de séparation/déshydratation à terre dont les performances à l'échelle pré industrielle ont été validées dans le cadre de l'action A6 PCB-OPTITRI. Seule l'atteinte d'une siccité de 75%, nécessite une technologie complémentaire de séchage.

Certaines actions du projet PCB-AXELERA ont permis d'aborder différentes technologies et ce sont en tout **11 technologies de traitement et de confinement** qui ont été étudiées. Certaines ont été validées au laboratoire et la plupart l'ont été à l'échelle pré-industrielle (plusieurs centaines de kg de sédiments). Toutes doivent être ensuite validées à l'échelle industrielle (au-delà du projet PCB-AXELERA).

Cinq technologies de traitement (indiquées sur fond jaune) apparaissent prometteuses toutes pour un traitement à terre. Elles peuvent se classer en trois catégories :

- **technologies douces de déchloration des PCB (actives sur plusieurs années)**
 - o par myco-remédiation en biotertre
 - o par dégradation anaérobie en alvéole biologique active
- **technologies d'adsorption (mobiles fonctionnant par opération unitaire)**
 - o par adsorption sur charbon actif et séparation par flottation
 - o par adsorption sur charbon actif et séparation par hydrocyclone
- **technologie de désorption thermique**
 - o par désorption thermique entre 300 et 650°C

3 Positionnement des filières de traitement

Le positionnement des filières de traitement des sédiments pollués aux PCB dépend d'un certain nombre de critères, les principaux étant :

- Les seuils d'intervention
 - o Les seuils relatifs aux opérations de curage
 - o Les seuils environnementaux (points noirs)
- Les seuils de gestion à terre
- Les seuils des filières de valorisation

A ce jour, en France, seuls des seuils guide des opérations de curage sont définis : seuil réglementaire S1 à 680 µg/kg en PCB Totaux (et seuils d'usage à 10 et 60 µg/kg en 7PCBi pour le bassin du Rhône)

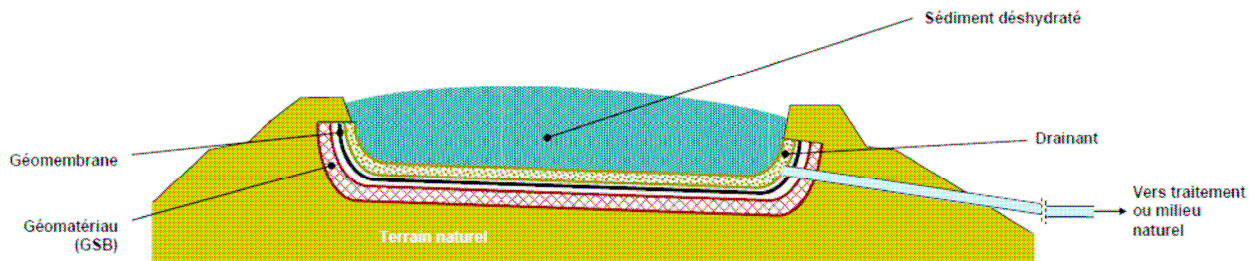
Il n'existe aucun seuil environnemental contrairement à certains pays européens (Norvège 100µg/kg ou Pays-Bas 1 000 µg/kg en 7PCBi).

Les seuils des filières de valorisation ne sont pas discriminants sur les concentrations en PCB (sédiments non dangereux avec une teneur inférieure à 1 000 µg/kg pour les 7PCBi, sauf pour l'épandage agricole où la teneur maximale est de 800 µg/kg). Pour les filières de valorisation, ce sont essentiellement les critères géotechniques qui sont prépondérants.

Un schéma d'arbre de décision pour une gestion des sédiments dragués contaminés aux PCB est proposé dans le livrable final du projet PCB-AXELERA.

Il apparaît néanmoins que quatre éléments d'ordres technique et réglementaire peuvent permettre de structurer une filière sédiment, incluant le curage, le traitement et la valorisation :

- La définition de seuils réglementaires liés aux opérations de curage.
- La définition d'une politique de traitement des **points noirs** avec définition d'un seuil environnemental indicatif pour action (à titre indicatif par exemple 200µg/kg).
- La mise en place d'actions de curage, de criblage et de deshydratation des sédiments leur donnant une valeur géotechnique leur ouvrant diverses filières de valorisation (avec ou sans traitement spécifique de dégradation des PCB).
- La création d'une réglementation encadrant le stockage des sédiments pollués en alvéole monospécifique éventuellement combinée à un traitement biologique (**alvéole monospécifique active**).



Arbre de décision pour une gestion des sédiments dragués contaminés aux PCB ($\Sigma 7$ PCB)



Les concentrations sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{kg MS}$.
 (*) : PCB totaux
 (**) : Sédiment Inerte pour les autres paramètres

