



DPFI-DDCP

Projet de restauration des îles et marges alluviales du vieux-Rhône de Donzère à Mondragon : Site des îles de la Grange-Ecrasée, des Dames et du Banc-Rouge.

Pré dossier Sédimentaire



Projet de restauration des îlons et marges alluviales du vieux-Rhône de Donzère à Mondragon : Site des îlons de la Grange-Ecrasée, des Dames et du Banc-Rouge.

Prés dossier Sédimentaire

DI-ECS 2015--220 avril 2016

MAÎTRE D'ŒUVRE	CNR Ingénierie, DI-ECS 2 rue André Bonin, 69316 Lyon cedex 04
INTERLOCUTEUR	Claire HENRY 04-72-00-61-89

MAÎTRE D'OUVRAGE	2 rue André Bonin, 69316 Lyon cedex 04		
INTERLOCUTEUR	Marc ZYLBERBLAT		
RÉFÉRENCE DU CONTRAT			
NIVEAU DE CONFIDENTIALITÉ	<input type="checkbox"/> CONFIDENTIEL	<input type="checkbox"/> INTERNE	<input checked="" type="checkbox"/> PUBLIC

CONTRÔLE QUALITÉ	NOM	DATE	SIGNATURE
RÉALISÉ PAR	Claire HENRY	17/0816	
VÉRIFIÉ PAR	Anne-Laure MASSON		
APPROUVÉ PAR	Christophe MOIROUD		

INDICE DU DOCUMENT	DATE	DÉSIGNATION DE LA RÉVISION
-00	02/05/16	1 ^{ère} version
01	17/08/16	2 ^{ème} version

SOMMAIRE

1	Contexte	5
2	Présentation du projet	6
2.1	Localisation	6
2.2	Caractéristiques générales du projet	8
3	Etat des connaissances actuelles	13
4	Description de l'approche méthodologique pour la caractérisation du massif sédimentaire	16
4.1	Etude diachronique	16
4.2	Identification des casiers ou lônes à échantillonner	17
4.2.1	Les lônes	17
4.2.2	Les casiers Girardon	18
4.3	Sondage de sols	18
4.4	Protocole de prélèvement	19
4.5	Les éléments analysés	20
4.6	Méthodologie pour l'interprétation des résultats des analyses	21
4.6.1	Seuils loi sur l'Eau – Arrêté du 9 août 2006	21
4.6.2	Quotient du risque – QSM	21
4.6.3	Analyse complémentaire	22
4.6.4	Cas particulier des PCB	23
5	Stratégie d'échantillonnage des sites à l'étude	23
5.1	Lône de la Grange-Ecrasée et la lône des Dames	23
5.1.1	Etude diachronique	23
5.1.2	Sondages de sols et plan d'échantillonnage	28
5.2	Lône du Banc-Rouge	30
5.2.1	Etude diachronique	30
5.2.2	Identification des casiers représentatifs	33
5.2.3	Sondage de sols et plan d'échantillonnage	33
6	Présentation et interprétation des résultats	35
6.1	Seuils Loi sur l'Eau – Arrêté du 9 août 2006	35
6.2	Quotient de risque QSM	35
6.3	Analyses complémentaires	35
6.3.1	Test éco toxicologique	35
6.3.2	Test de lixiviation	35
6.4	Cas particulier des PCB	36
6.4.1	Evaluation de l'état de contamination du massif sédimentaire de l'emprise projet	36
6.4.2	Evaluation de l'état de contamination de la nouvelle interface à l'issue des travaux	36
7	Conclusion	37
8	Annexe	42
9	Bibliographie	Erreur ! Signet non défini.

LISTE DES FIGURES

Figure 1	: 1-lône de la Grange-Ecrasée; 2-lône des Dames; 3-lône du Banc-Rouge.	6
Figure 2	: Carte de situation de la zone d'étude	7
Figure 3	: Degré 1 – brèche sur l'entonnement de la lône de la Platière (vieux-Rhône de Péage de Roussillon).	9
Figure 4	: Degré 2 – démantèlement partiel des ouvrages Girardon – Casiers de Cornas (vieux Rhône Bourg les Valence).	9
Figure 5	: Degré 3 – démantèlement total de la digue longitudinale – Marges alluviales de Pont St Esprit (vieux-Rhône de Donzère Mondragon).	9
Figure 6	: Représentation des différentes actions d'interventions pour la restauration de la Lône des Dames e et la lône de la Grange-Ecrasée.	11

Figure 7 : Illustration synthétique des scénarios de restauration sur de la lône du Banc-Rouge	12
Figure 9 : Carte des résultats des analyses PCB dans les sédiments 2005-2012 – zone d'étude encadrée en mauve (source : PNA sur les PCB rapport final Avril 2014).....	15
Figure 10 : Description visuelle du profil en travers du casier représentatif.	18
Figure 11 : Formule du QSM.	21
Figure 12 : Interprétation du test <i>Brachionus calyciflorus</i>	22
Figure 13 : Occupation du sol en 1860.	24
Figure 14 : Surface d'occupation du sol entre 1901 et 2009.....	25
Figure 15 : Etude diachronique de la lône de la Grange-Ecrasée et des Dames 1/2(légende selon Corine Land Cover)	26
Figure 16 : Etude diachronique de la lône de la Grange-Ecrasée et des Dames 2/2 (légende selon Corine Land Cover)	27
Figure 17 : Plan d'échantillonnage de la lône de la Grange-Ecrasée et des Dames	29
Figure 18 : Occupation du sol en 1860.	30
Figure 19 : Occupation du sol.	31
Figure 20 : Etude diachronique de la Lône du Banc-Rouge (légende selon Corine Land Cove).....	32
Figure 21 : Plan d'échantillonnage des casiers de la lônes du Banc-Rouge.	34
Figure 22 : Cas de la lône de la Grange-Ecrasée et de la lône des Dames.....	38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Objectifs de restauration	10
Tableau 2 : Liste des fonds cartographiques utilisés pour l'étude diachronique.....	17
Tableau 3 : Tableau d'échantillonnage des lônes d'après le niveau de connaissance du milieu.....	17
Tableau 4 : Analyses physico-chimiques de base.	20
Tableau 5 : Analyses physico-chimiques complémentaires.....	20
Tableau 6 : Niveau S1 relatifs aux éléments et composés traces définis dans l'arrêté du 9 août 2006.....	21
Tableau 7 : Valeurs seuils d'acceptation pour les installations de stockage de déchets (nota : des cas dérogatoire existent pour les COT et FS).	22
Tableau 8 : Bilan des QSM.....	35
Tableau 9 : Bilan des tests de lixiviation.	36
Tableau 10 : Concentration en PCB moyenne pondérée par profil.	36
Tableau 11 : Concentrations en PCB.....	37

1 Contexte

Le Programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône, initié à partir de l'an 2000 par l'Etat, a identifié quatre vieux Rhône « prioritaires », dont celui de Donzère-Mondragon, nécessitant la mise en œuvre d'actions de réhabilitation hydro-écologiques sur le Rhône et ses milieux annexes.

La survenue des crues majeures en 2002 et 2003 a rappelé la nécessité de l'élaboration et de la mise en œuvre d'une stratégie globale de gestion du fleuve Rhône. Dans cette logique, le Comité Interministériel à l'Aménagement du Territoire du 12 juillet 2005 a acté le principe de l'élaboration d'un Plan Rhône, conçu comme un projet global de développement durable. Parmi les 6 volets définis, celui portant sur la « qualité des eaux, ressource et biodiversité », comprend les actions initiées sur les vieux-Rhône, prioritaires du programme décennal.

Afin d'engager la démarche sur le Vieux-Rhône de Donzère Mondragon et amorcer la réappropriation du fleuve par ses riverains, un Schéma Directeur de réhabilitation des îles et des marges alluviales du Vieux-Rhône est engagé par la Compagnie Nationale du Rhône (CNR). Il est finalisé en 2012, comprenant un recensement des annexes fluviales, un diagnostic sommaire, une consultation des acteurs locaux et institutionnels avec des propositions d'actions pour chacune d'entre elles.

Le Schéma Directeur a fait l'objet d'une présentation au Comité Territorial de Concertation (CTC) Rhône Moyen en novembre 2012, à Valence, par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée Corse et la CNR

(http://www.planrhone.fr/data/Files/Inondations/1_thematique/2_Concertation_CTC/2_CTC_Rhone_moyen/6eme_assemblee/Dossier_seance/Fiche5_Restauration_hydraucolovieuxRhône.pdf).

A l'issue de ce travail, la CNR a souhaité, dans le cadre de la préparation du 3^{ème} plan MIG (à horizon 2018) de la Compagnie, disposer d'éléments de cadrage technique et financier parmi les 52 sites recensés.

Un travail d'expertise a été mené courant 2013, proposant une hiérarchisation des 52 sites caractérisant la plaine alluviale de Donzère à Mondragon.

A l'issue de cette expertise, trois secteurs ont été retenus afin de définir des scénarios de restauration sur la base d'un état initial consolidé :

- Complexe n°1 : les casiers de l'Aure, les îles de Lascombe et de la Surelle, ainsi que les marges alluviales aux abords des îles de Malaubert et Dions,
- Complexe n°2 : les îles de la Grange-Ecrasée et des Dames, ainsi que les casiers d'entonnement,
- Complexe n°3 : les îles du Banc-Rouge et de la Désirade.

Une première étude de faisabilité a été réalisée en 2014 permettant d'évaluer la réalisation technique et financière de ces différents sites et d'établir un calendrier d'action.

Les conclusions de cette étude ont permis d'entreprendre la réalisation d'un premier dossier d'avant-projet ainsi que les études réglementaires sur le complexe n°1 « marges alluviales comprises entre les casiers de l'Aure et l'exutoire de la île Dion » en septembre 2014. Les dossiers sont en cours d'instruction administrative avec un lancement de la phase opérationnelle en septembre 2016.

Actuellement, des études d'avant-projet et la réalisation du dossier réglementaire sont en cours sur le complexe n° 2 « île de la Grange-Ecrasée et île des Dames » et une partie du complexe n° 3 la île du Banc-Rouge.

Le présent rapport constitue la notice descriptive du dossier pré-sédimentaire et comporte :

- Une présentation des sites candidats à la restauration,
- Une description des travaux projetés,
- Une approche méthodologique pour la caractérisation de l'état du massif sédimentaire (plan d'échantillonnage et interprétation),
- Une présentation des résultats et l'évaluation du niveau de contamination du massif sédimentaire.

2 Présentation du projet

2.1 Localisation

La zone d'étude se situe sur le Vieux-Rhône de Donzère Mondragon (Cf. figures 1 et 2) et se compose de la lône de la Grange-Ecrasée, de la lône des Dames (situées en rive droite sur la commune de Bourg-Saint-Andéol (département de l'Ardèche 07)) et de la lône du Banc-Rouge (située en rive gauche au niveau de la commune de Lapalud (département du Vaucluse 84)) :

- La lône de la Grange-Ecrasée est répartie entre le PK 176.000 et le PK178.000, elle est composée de 2 casiers en amont et 3 en aval. Le linéaire total de cette lône est de 3.8 kilomètres.
- La lône des Dames est une annexe secondaire à la lône de la Grange-Ecrasée, elle présente un linéaire total de 1.3 kilomètres et s'étend du PK 176.500 au PK 177.700.
- La lône du Banc-Rouge est répartie entre le PK 185.200 et le PK 186.600. Ce site présente un linéaire de 1.3 kilomètres.



Figure 1 : 1-lône de la Grange-Ecrasée; 2-lône des Dames; 3-lône du Banc-Rouge.

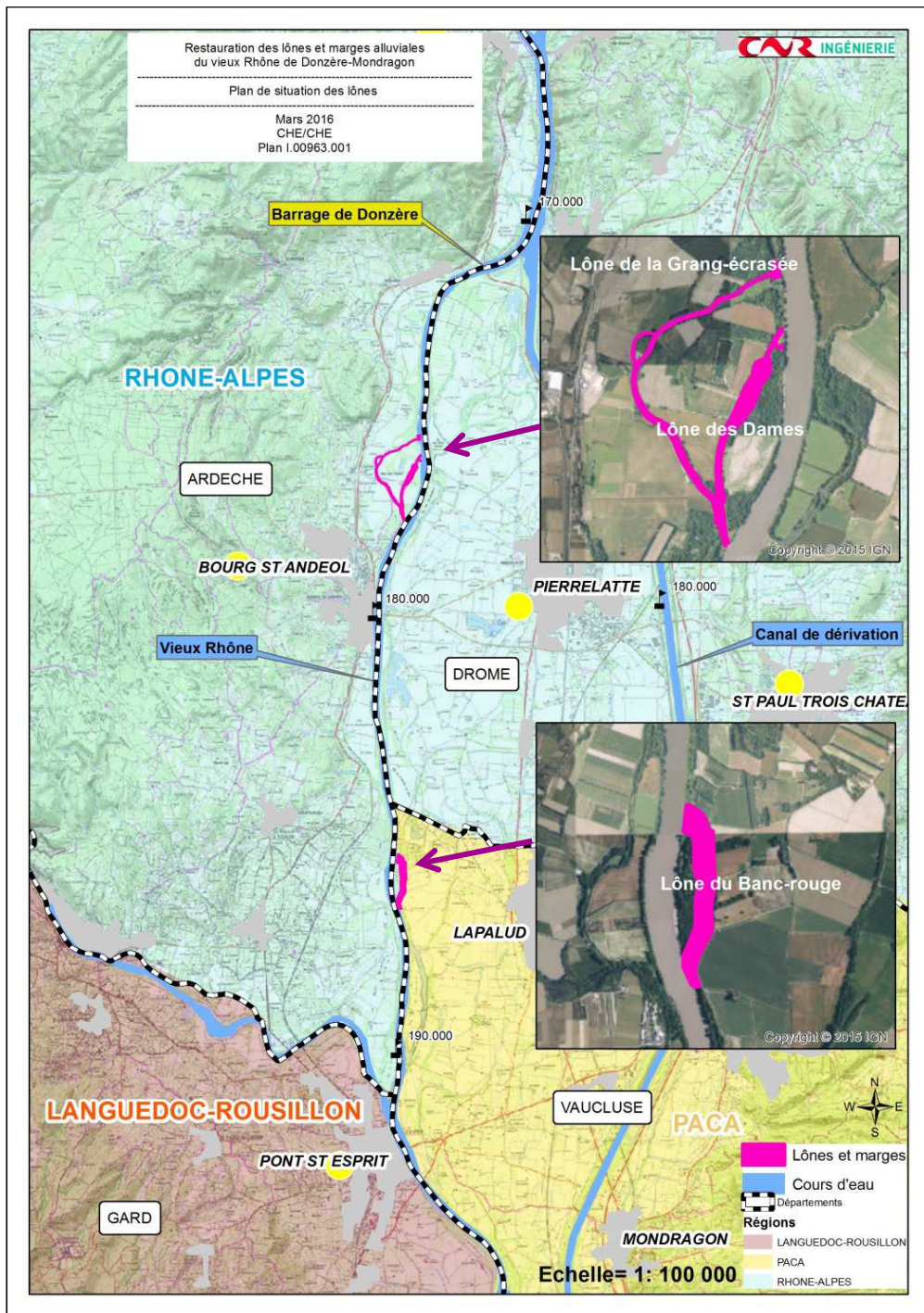


Figure 2 : Carte de situation de la zone d'étude

La zone d'étude se situe intégralement sur le Domaine Public Fluvial. Le territoire alentour est marqué par les usages agricoles (majoritairement des vergers et des cultures céréalières), avec de nombreux canaux d'irrigation. La zone est faiblement urbanisée.

En ce qui concerne le patrimoine naturel, les marges alluviales étudiées sont comprises dans les périmètres des sites Natura 2000 « Moyenne Vallée du Rhône » sous ensemble « Milieux alluviaux du Rhône aval » et « le Rhône Aval », ainsi que dans quatre ZNIEFF. Ces espaces sont caractérisés par des habitats d'intérêt communautaire dont un prioritaire (Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior*), et accueillent des espèces protégées. Des prospections de terrain permettant de caractériser le milieu et d'identifier les espèces présentes ont été réalisées durant l'année 2013.

La lône de la Grange Ecrasée et des Dames :

La lône de la Grange-Ecrasée est en eau sur la quasi-totalité du linéaire, mais cloisonnée par une série d'ouvrages (tenons, passages à gué, passages busés, etc.) et déconnectée du vieux-Rhône par une digue Girardon. Elle est perchée par rapport au vieux-Rhône. La qualité de l'eau est dégradée du fait de son faible renouvellement. Un gradient de niveau est à noter entre chaque « plan d'eau » à l'intérieur de la lône. Elle a fait l'objet de restaurations antérieures au cours des années 1986 et 1987. Ces travaux avaient pour objectif de venir rajeunir les milieux en procédant à un profilage du lit par curage des « plans d'eau » successifs.

La lône présente aujourd'hui de nombreux dysfonctionnements qui appauvrissent le milieu (cloisonnement, déconnexion amont-aval, développement important de la Jussie). Sa localisation à proximité de Bourg-Saint-Andéol engendre une attractivité importante à vocation de loisirs, tel que la pêche ou le canoë kayak. De plus, depuis 2014 la lône est traversée par la via-Rhône, véloroute qui longe le Rhône du Léman jusqu'à la mer.

Au niveau hydraulique, la lône de la Grange-Ecrasée est déconnectée du vieux-Rhône lorsque celui-ci est au débit réservé. Le vieux-Rhône y déborde par l'entonnement amont, au niveau du PK 176.000, pour un débit de l'ordre de 800 à 1 000 m³/s au barrage. Très rapidement des déversements s'opèrent dans la lône par l'aval au niveau du PK 177.900, pour un débit de 1 000 à 1 200 m³/s au barrage. L'inondation de la lône de la Grange-Ecrasée s'effectue préférentiellement par l'amont. Celle-ci est totale pour un débit de 1 200 m³/s au barrage.

La lône des Dames est une annexe secondaire à la lône de la Grange-Ecrasée. Elle est en eau uniquement au droit de la confluence, sur quelques dizaines de mètres. Le reste du linéaire est atterri et le talweg présente localement 2 chenaux, sans grand intérêt environnemental.

L'alimentation de la lône des Dames s'effectue tout d'abord par l'aval, par remous de la lône de la Grange-Ecrasée. L'inondation se poursuit et la lône des Dames est connectée par l'amont au vieux-Rhône pour des débits de l'ordre de 1 800 -2 000 m³/s. La connexion est totale pour des débits de l'ordre de 2 000 -2 400 m³/s.

La lône du Banc-Rouge :

Cette lône est déconnectée du vieux-Rhône à l'amont et atterrie, sauf à l'aval où se maintient un plan d'eau qui au gré des remobilisations des bancs de galets est connectée temporairement au vieux-Rhône. Le fond de la lône est occupé par une végétation hygrophile. Des premiers travaux de reprofilage du lit ont été menés sur cette lône mais aucune information précise n'a été trouvée.

L'alimentation de la lône du Banc-Rouge s'effectue par débordement du vieux-Rhône au niveau du PK 186.400 pour un débit de l'ordre de 600 m³/s. La propagation de l'écoulement est très lente et la mise en eau par l'aval débute réellement qu'à partir d'un débit de l'ordre de 1 000-1 200m³/s. La lône est totalement connectée pour un débit de 1 600 m³/s.

2.2 Caractéristiques générales du projet

Le principe général est d'inverser la tendance à l'atterrissement en agissant à la fois sur les causes (épis et digues basses des aménagements fluviaux) et sur les effets (accumulation de sédiments fins) des lônes de la Grange-Ecrasée, des Dames et du Banc-Rouge.

Intégré au volet « eau, ressource et biodiversité » du Plan Rhône, le projet de restauration hydro-écologique s'inscrit dans une démarche de rétablissement de la fonctionnalité des milieux, de remobilisation des sédiments stockés dans les annexes fluviales, de lutte contre la perte de biodiversité, d'amélioration de la qualité de l'eau, et d'amélioration des écoulements.

Les travaux projetés dans le cadre du projet consisteront en :

- des déboisages et des dessouchages,
- des ouvertures de brèches dans les digues longitudinales et les épis transversaux et ou démantèlement partiel des digues longitudinales. Il s'agit d'une étape clef dans le processus, elle consiste à modifier localement les ouvrages Girardon de manière significative par abaissement des digues de 30 à 70 % de leur hauteur sur un linéaire compris entre 20 et 100 m selon les secteurs. Le sous bassement des digues et la partie submergée sous le débit réservé sera conservé dans l'intégralité,

- l'amorce de talweg d'ouverture par abaissement local des bouchons ou de chenal de connexion pour des fréquences plus importantes,
- la réalisation et/ou le renforcement de "points durs" afin d'augmenter les perturbations hydrauliques à l'intérieur du site.

Les actions sont ventilées selon 4 degrés d'intervention et sont illustrées sur les figures 3 à 5 :

- **Degré nul** : Aucune intervention.
- **Degré 1** : Réalisation de brèches dans les ouvrages Girardon.

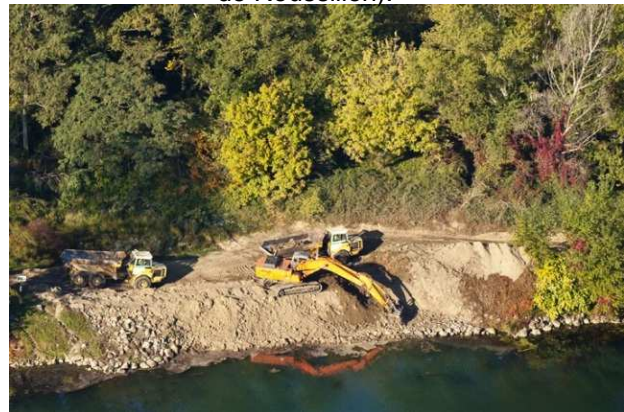
Il s'agit de reconnecter localement et ponctuellement les annexes fluviales au Vieux-Rhône par l'ouverture de brèches dans les digues longitudinales Girardon sur quelques dizaines de mètres de longueur afin d'augmenter la fréquence d'alimentation des annexes par le Vieux-Rhône en crue.



Figure 3 : Degré 1 – brèche sur l'entonnement de la lône de la Platière (vieux-Rhône de Péage de Roussillon).

- **Degré 2** : Démantèlement des ouvrages Girardon à 50% afin de réactiver la dynamique fluviale par le retrait des points durs : démantèlement ponctuel des épis transversaux et des digues longitudinales Girardon dans le but de favoriser la remobilisation des matériaux piégés par les aménagements Girardon.

Figure 4 : Degré 2 – démantèlement partiel des ouvrages Girardon – Casiers de Cornas (vieux Rhône Bourg les Valence).



- **Degré 3** : Démantèlement des ouvrages Girardon > à 75% afin de favoriser la réactivation de la dynamique fluviale par le démantèlement quasi-total des épis et des digues longitudinales et le talutage assez pentu de la berge de manière à favoriser l'érosion latérale. Localement des points durs peuvent être créés ou laissés en place afin de générer davantage de perturbation dans les marges alluviales.



Figure 5 : Degré 3 – démantèlement total de la digue longitudinale – Marges alluviales de Pont St Esprit (vieux-Rhône de Donzère Mondragon).

Les terrassements au niveau des ouvrages Girardon seront effectués en partie hors d'eau et en partie sous eau. Les matériaux extraits seront triés sur place au godet squelette pour séparer les matériaux mixtes (limons et graviers) des enrochements.

Les objectifs de restauration sont décrits dans le tableau suivant.

Site	Objectifs	Actions
Lône de la Grange-Ecrasée	<p>L'aménagement d'une lône courante permanente ;</p> <p>La connexion de la lône au vieux-Rhône (amont/aval) au débit réservé ($75 \text{ m}^3/\text{s}$) ;</p> <p>La diversification des habitats aquatiques (succession mouille/radier) par auto-entretien du milieu ;</p> <p>L'amélioration des écoulements dans la lône par le réaménagement des obstacles (via-Rhône, passage à gué,...) ;</p> <p>L'amélioration de la végétation en place et lutte contre les espèces invasives (Jussie, Amorfa,...).</p>	<p>Mise en œuvre d'ouvrages transparents aux écoulements,</p> <p>Démantèlement des passages à gué,</p> <p>Rajeunissement du milieu par dynamique alluviale.</p>
Lône des Dames	<p>L'amélioration des écoulements ;</p> <p>La requalification de l'espace agricole en espace de liberté ;</p> <p>La diversification et la conservation des habitats (ripisylve) ;</p> <p>La remobilisation des matériaux.</p>	<p>Démantèlement de la digue longitudinale et des épis,</p> <p>Rajeunissement du milieu par dynamique alluviale et création de bras d'amorces.</p>
Lône du Banc-Rouge	<p>L'amélioration des écoulements ;</p> <p>L'augmentation de la connectivité de la lône du Banc-Rouge durant les crues ;</p> <p>La réactivation des chenaux ;</p> <p>La remobilisation des matériaux ;</p> <p>L'évolution naturelle de la morphologie du talweg.</p>	<p>Démantèlement de la digue longitudinale et des épis,</p> <p>Rajeunissement du milieu par dynamique alluviale et création de bras d'amorces.</p>

Tableau 1 : Objectifs de restauration

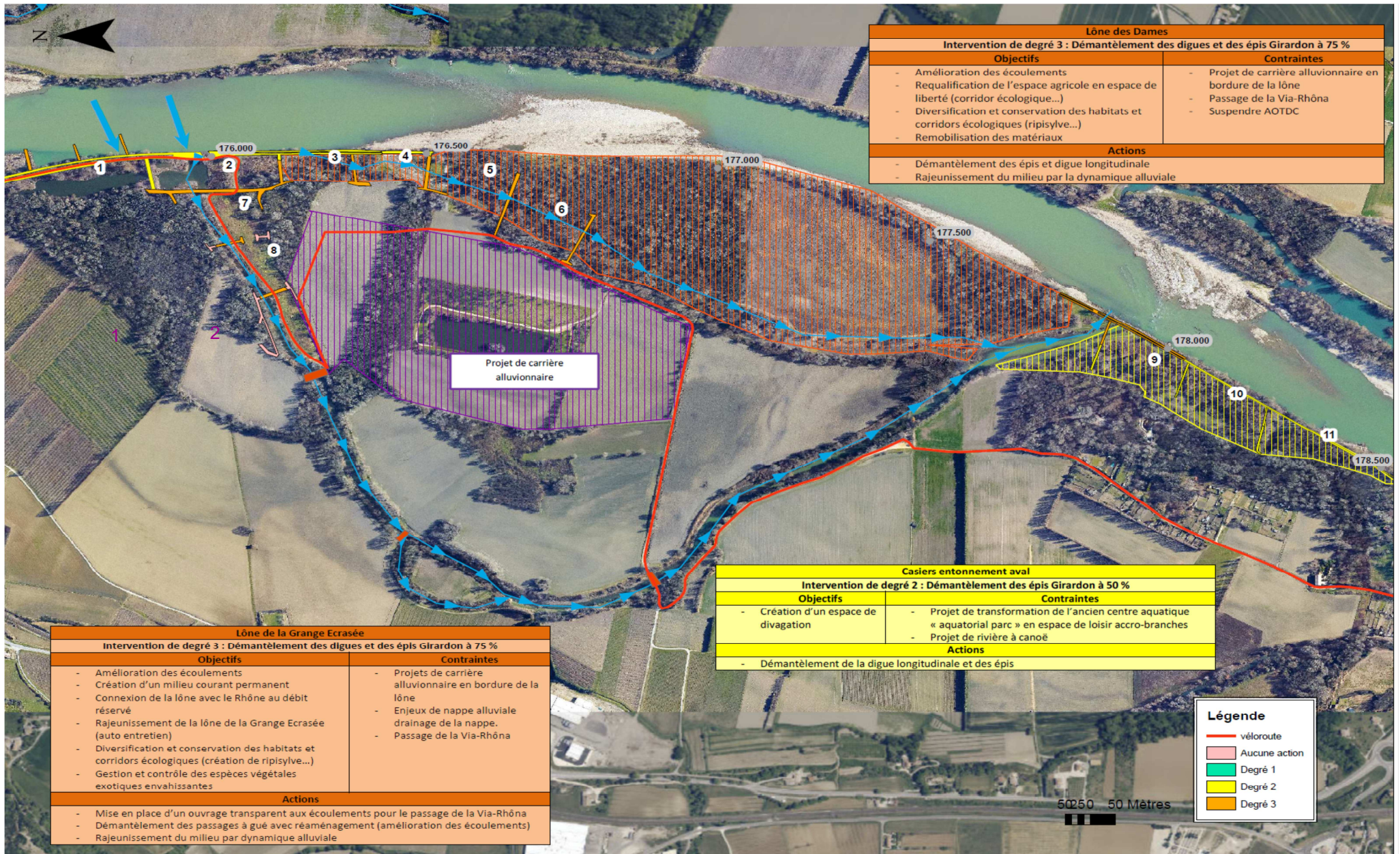


Figure 6 : Représentation des différentes actions d'interventions pour la restauration de la Lône des Dames e et la lône de la Grange-Ecrasée.

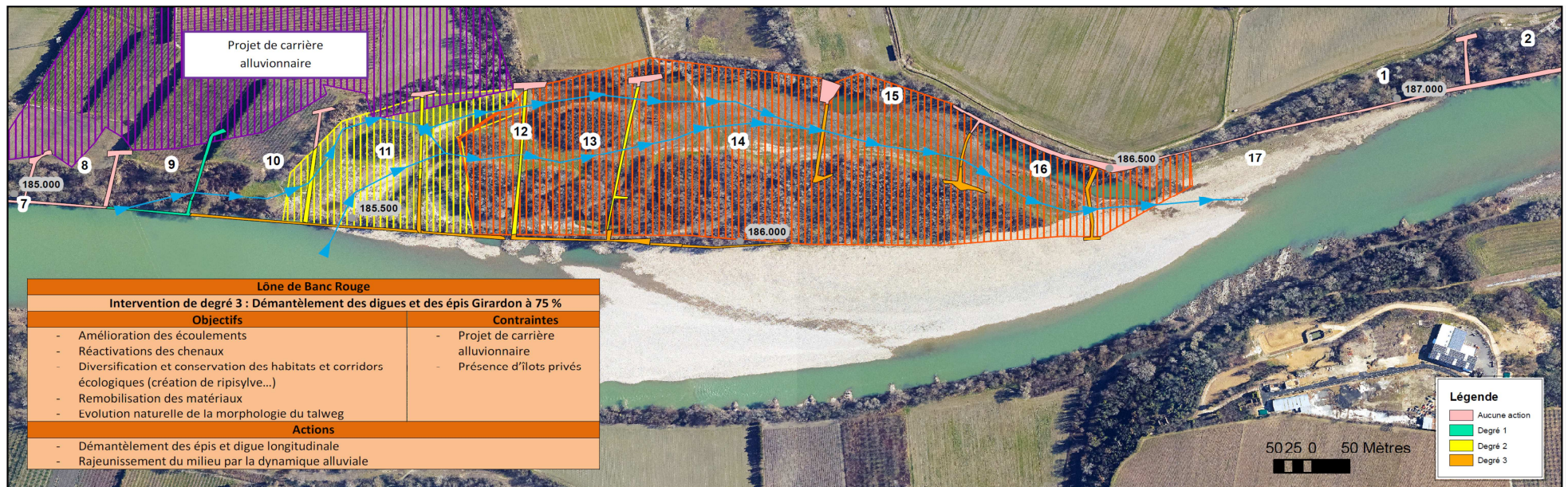
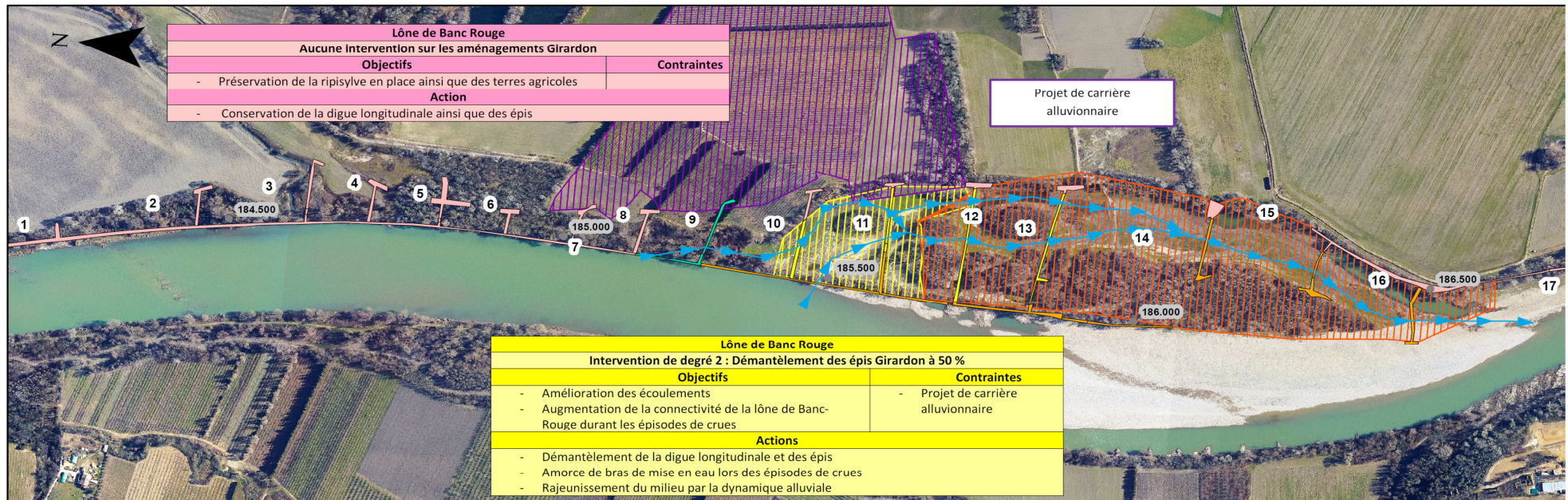


Figure 7 : Illustration synthétique des scénarios de restauration sur de la lône du Banc-Rouge .

3 Etat des connaissances actuelles

Conformément aux recommandations de la Délégation de bassin de la DREAL Rhône-Méditerranée, la contamination aux PCB est déclarée dès que le total des concentrations des 7 PCB indicateurs (PCBi) dépasse le seuil de 0.06 mg/kg. Par comparaison, le seuil fixé par l'arrêté du 9 août 2006 est de 0.680 mg/kg de sédiment sec.

Les cartographies mises à disposition par la DREAL (Cf. figure 8 et 9) sur le bassin Rhône-Méditerranée permettent d'avoir une idée de l'importance de la pollution. Sur la carte des *arrêtés préfectoraux relatifs à l'interdiction de consommation et de commercialisation des poissons d'eau douce contaminés par les PCB* la zone d'étude est concernée par un arrêté préfectoral d'interdiction partielle. Cette interdiction concerne les poissons benthiques et les aloses (Arrêté interpréfectoral de l'Ardèche (07) n° 2012-066-0006 et de la Drôme (26) n° 2012-069-0010). La carte des *résultats des analyses PCB dans les sédiments 2005-2012* indique la valeur maximale de PCB mesurée à différents points du Rhône. Un relevé concerne le vieux-Rhône de Donzère-Mondragon, la concentration mesurée y est inférieure à 0.6 mg/kg.

En résumé les sites à l'étude sont concernés par une interdiction partielle de consommation de poissons d'eau douce contaminés par les PCB et une contamination aux PCB ne semble pas être présente au niveau local d'après le PNA sur les PCB.

Arrêtés préfectoraux relatifs à l'interdiction de consommation et de commercialisation des poissons d'eau douce contaminés par les PCB au 30 Avril 2013

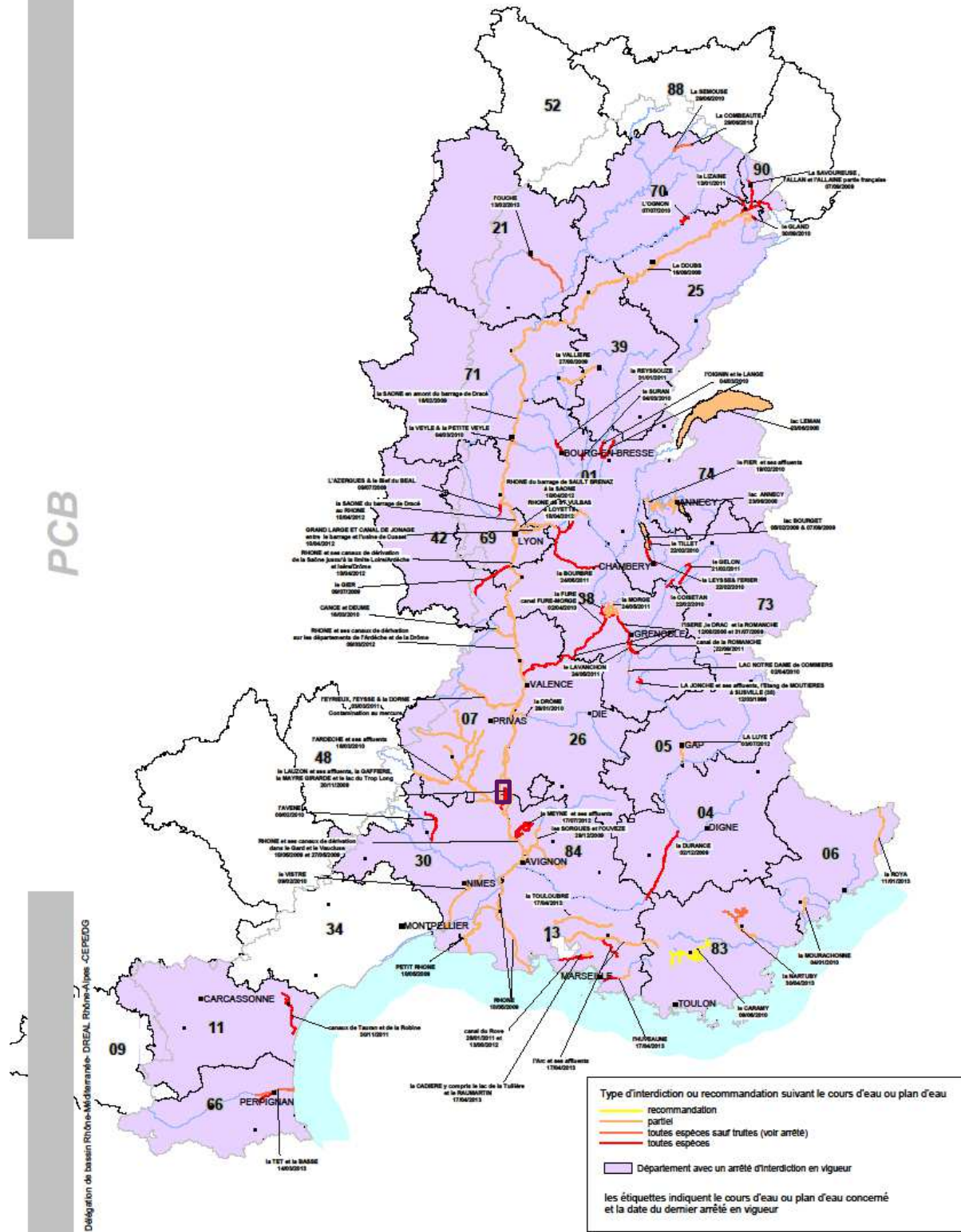


Figure 8 : Carte des arrêtés préfectoraux d'interdiction totale ou partielle de consommation de poissons au titre PCB - zone d'étude encadrée en mauve (source : site internet du bassin Rhône-Méditerranée).



Figure 9 : Carte des résultats des analyses PCB dans les sédiments 2005-2012 – zone d'étude encadrée en mauve (source : PNA sur les PCB rapport final Avril 2014)

4 Description de l'approche méthodologique pour la caractérisation du massif sédimentaire

La stratégie d'échantillonnage repose sur un plan d'échantillonnage, selon la fiche milieu « *l'annexe fluviale : casier Girardon du Rhône* » provenant des « *Recommandations relatives aux travaux et opérations impliquant des sédiments aquatiques potentiellement contaminés* », dont la définition se déroule en plusieurs étapes :

- L'étude diachronique afin de comprendre la formation et la période des dépôts au sein des complexes,
- Des sondages de sols afin de préciser la nature des éléments et la profondeur des sédiments jusqu'au toit des graviers (plancher alluvial),
- Une ou plusieurs campagnes de prélèvement de sédiments, dont les résultats permettront de caractériser les sols et les sédiments, après analyses chimiques en laboratoire.

4.1 Etude diachronique

L'approche diachronique des dépôts sédimentaires a été développée dans le cadre de l'étude réalisée par le BRGM, l'ENTPE et CNR Ingénierie pour « l'élaboration de propositions de méthodes d'échantillonnage transposables aux autres casiers en vue de la redynamisation des marges alluviales du fleuve Rhône (mai, 2013) ». Elle a pour objectif de :

- Connaître l'évolution de l'occupation du sol au sein des casiers et notamment le taux de comblement estimé d'après la fermeture des milieux,
- Observer la position de la berge au cours du temps et mesurer les surfaces d'érosion et/ou d'accrétion durant ces différentes périodes.

L'étude diachronique consiste à comparer l'occupation du sol à différentes dates à partir des fonds cartographiques et photographiques pour observer l'évolution des dépôts d'alluvions. En connaissant les périodes de dépôts à risque, elle aide à déterminer les emplacements potentiels des pollutions aux PCB.

L'analyse approfondie des concentrations en PCB dans les sédiments d'un casier Girardon de l'aménagement de Péage-Roussillon indique que les plus fortes concentrations en PCB sont relevées dans les sédiments accumulés durant la période 1970-1980. Par extrapolation, on peut supposer que l'ône et casiers de l'aménagement de Donzère-Mondragon qui ont été largement comblés avant les années 1970 auront été sujets à une sédimentation moindre par la suite, et enregistreront des teneurs en PCB moindres.

L'évolution du taux de comblement des lônes et casiers au cours du temps sera estimé d'après le taux de fermeture du milieu visible sur les différentes photographies aériennes à disposition.

Ce travail préliminaire permet, outre d'obtenir une bonne connaissance de l'évolution des sites d'étude au cours du temps et de proposer un plan d'échantillonnage pertinent en adéquation avec les dates des dépôts (et par conséquent leur potentielle contamination).

Dans le cas des marges alluviales de Donzère-Mondragon, l'étude diachronique repose sur l'analyse de 6 années de référence.

Les sources sont répertoriées dans le tableau ci-dessous (Cf. tableau 2).

Date	Type	Observation
autour de 1860	Atlas des Ponts et Chaussées	Cette carte complète du Rhône présente le fleuve au 1/10000ème de façon très détaillée. A cette époque le Rhône est quasiment exempt de tout aménagement. Seules quelques levées de terre ou protections de berges sont ponctuellement présentes.
1900/1920	Carte Branciard	Plans Branciards au 1/2000ème et 1/5000ème, cette série de plan montre les aménagements dit "Girardon" du nom de l'ingénieur chargé de leur mise en place. Ils présentent et date l'ensemble des ouvrages de correction mis en place pour assurer la navigation sur le fleuve.
7/11/1947	Photographie aérienne	Source IGN. Début des travaux de l'aménagement hydroélectrique de Donzère-Mondragon.
17/06/1961	Photographie aérienne	Source IGN. Après aménagement hydroélectrique.
30/06/1973	Photographie aérienne an	Source IGN. Après aménagement hydroélectrique.
15/03/1982	Photographie aérienne	Source CNR. Après aménagement hydroélectrique.
2009	Orthophotoplan	Source IGN. Après aménagement hydroélectrique et réhabilitation de certaines îlônes.

Tableau 2 : Liste des fonds cartographiques utilisés pour l'étude diachronique

4.2 Identification des casiers ou îlônes à échantillonner

L'échantillonnage est différent selon s'il s'agit de système de casiers Girardon ou de îlônes, compte tenu d'un fonctionnement physique différent.

4.2.1 Les îlônes

Le protocole pour les îlônes découle des retours d'expérience acquis sur les projets antérieurs sur des milieux similaires. La détermination du cubage ainsi que la connaissance du milieu (étude diachronique, hauteurs de sédiments) permet d'établir un protocole de prélèvement tenant compte du volume de matériaux du site.

Volume de matériaux à extraire (m ³)	Connaissance du milieu		
	bon (nX1)	Moyenne à faible (nX2)	Nulle ou inconnu (nX3)
< 2 000	1	2	3
2 000 à 10 000	2	4	6
10 000 à 25 000	4	8	12
25 000 à 50 000	6	12	18
> 50 000	6+1 par 10 000m ³ supplémentaire	6+1 par 10 000m ³ supplémentaire X2	6+1 par 10 000m ³ supplémentaire X3

Tableau 3 : Tableau d'échantillonnage des îlônes d'après le niveau de connaissance du milieu.

Les carottes de prélèvement sont placées le long du profil en long de la îlône, à égales distances les unes des autres.

4.2.2 Les casiers Girardon

L'analyse diachronique permet de sectoriser les systèmes des casiers en tronçons de fonctionnement sédimentaire homogène. Sur chacun de ces secteurs, un casier représentatif est sélectionné sur lequel sera réalisé les sondages de sol, puis les prélèvements de sédiments.

L'étude diachronique précise l'évolution du tracé des berges au cours du temps permettant de définir une zonation des potentialités de présence de PCB.

L'absence d'indication sur l'accrétion verticale laisse un doute sur la stratification des dépôts, par conséquent, les casiers ont été découpés en trois zones :

- Potentialité faible, secteur végétalisé dès 1961.
- Potentialité moyenne, secteur végétalisé en 1972, seules les couches superficielles risquent de contenir des PCB. Ces dernières ont également pu être remaniées au cours du temps.
- Potentialité forte, secteur végétalisé entre 1972 et nos jours, toute les strates sédimentaires peuvent être contaminées.

Le plan d'échantillonnage des sédiments se fait au moyen de 2 profils à minima à l'échelle d'un ensemble de casiers. Il a été retenu de réaliser un profil en travers par casier représentatif. Les carottes de prélèvements sont espacées de 15 mètres le long du profil sur une même zone de potentialité (Cf. figure 9).

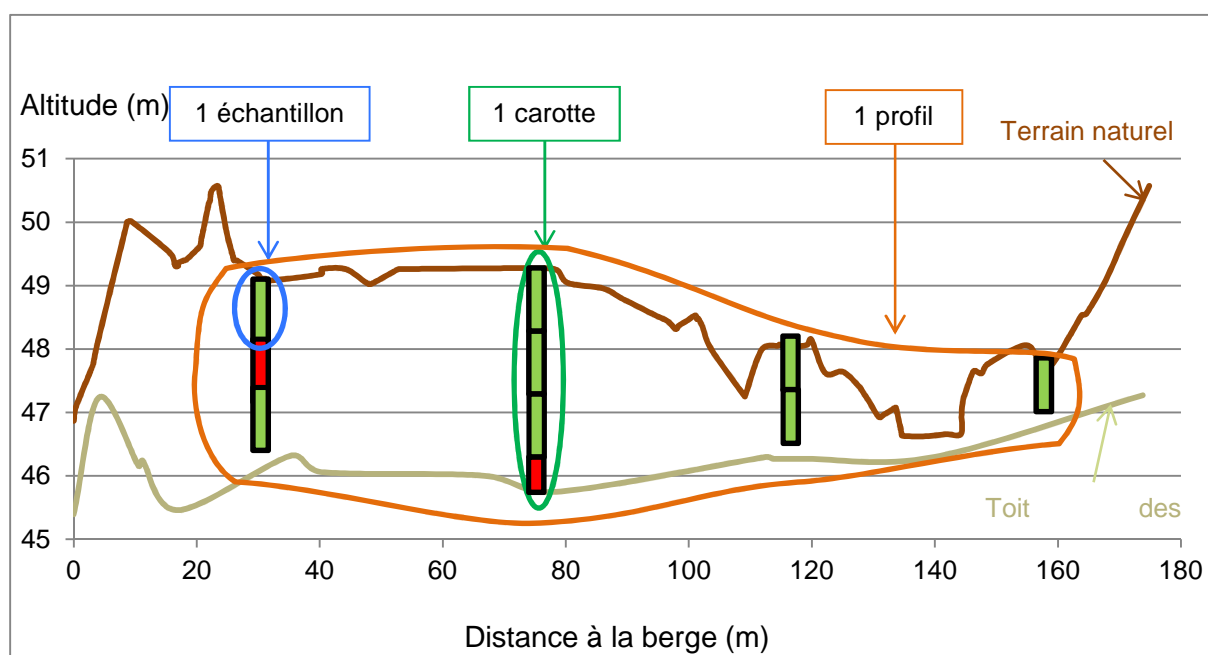


Figure 10 : Description visuelle du profil en travers du casier représentatif.

4.3 Sondage de sols

Des sondages à la perche sont menés pour connaître les hauteurs de sédiments accumulés dans les casiers. L'objectif des sondages est double :

- D'une part, ils permettent de définir le nombre d'échantillon à effectuer sur une carotte en fonction de l'épaisseur en sédiments fins de cette dernière, sachant qu'un échantillon est constitué d'1 mètre d'épaisseur maximum (Cf. figure 10).
- D'autre part, ces données sont couplées aux données topographiques du secteur étudié. Dans le cas des marges alluviales de Donzère Mondragon, une campagne d'acquisition de données topographiques par technologie du Light Detection And Ranging (LIDAR) a été effectuée en janvier 2014. Le croisement de ces sources de données permet de déterminer le volume de sédiments stocké dans le casier représentatif.

4.4 Protocole de prélèvement

Les carottes de prélèvements sont positionnées le long des profils (en long ou en travers), et un nombre d'échantillon en est tiré en fonction de la hauteur de sédiments, sachant qu'un échantillon est constitué d'un mètre d'épaisseur maximum (sauf exceptions). L'épaisseur choisie pour l'échantillon est conservée autant que possible tout le long du transect.

Chaque échantillon est prélevé perpendiculairement à l'accrétion. Les échantillons sont conditionnés dans des seaux en polyéthylène (volume de 3 litres) et des flacons en verre (volume 15cl) pour les matières volatiles. Le prélèvement se fait au moyen :

- d'une tarière à main lorsque les sédiments à prélever se situent hors de l'eau,
- d'un carottier dans le cas inverse.

Le protocole de prélèvement des échantillons sur le terrain se déroule selon l'ordre suivant :

- Sondage à la perche jusqu'au toit des graviers pour connaître l'épaisseur de sédiments fins,
- Découpage de l'épaisseur de sédiments fins, tel que :
 - Pour épaisseur <1 m : 1 échantillon,
 - Pour épaisseur de 1 à 2 m : 2 échantillons,
 - Pour épaisseur > 2 m : 3 échantillons,
 - Ou suivant la pédologie (par exemple 1 strate sableuse = un échantillon et une strate limoneuse = 1 échantillon).
- Prélèvement,
- Localisation du point géographique de l'échantillon au GPS,
- Prise d'une photographie pour localiser le point,
- Renseignement de la fiche de terrain (« fiche prélèvement ») avec le maximum de détails,
- Mise en flacon (renseigner le nom au marqueur peinture, entreposer au réfrigérateur),
- Nettoyage du matériel après chaque prélèvement.

Les flacons sont conservés à l'abri de la lumière et à basse température, puis transmis à un laboratoire agréé Cofrac pour l'établissement des analyses physico-chimiques.

Une fiche de prise de note sur le terrain permet de consigner toutes les informations utiles relevées sur le terrain.

4.5 Les éléments analysés

La liste des paramètres à analyser en standard sont détaillés dans le tableau suivant :

Sédiment sur matières brutes/sèches	Eaux interstitielles
Granulométrie 5 fractions	pH
Phosphore total	Conductivité
Azote Kjeldahl	Azote ammoniacal
Carbone organique total	Azote total
Perte au feu (matières organiques)	
Densité	
Arsenic	
Cadmium	
Chrome	
Cuivre	
Mercure	
Nickel	
Plomb	
Zinc	
Aluminium	
Fer	
PCB totaux (somme des 7 PCB indicateurs)	
HAP totaux (somme des 16 HAP indicateurs)	

Tableau 4 : Analyses physico-chimiques de base.

Selon le type de travaux et les résultats des paramètres standards, des analyses complémentaires peuvent être déclenchées. Dans ce cas, l'échantillon comprend suffisamment de volume pour que puisse être engagées ces analyses qui sont indépendantes et facultatives. L'excédent d'échantillon est stocké par le laboratoire :

- Le test d'écotoxicité *Brachionus calyciflorus* (CE20 en 48h),
- Le test de lixiviation qui comprend les paramètres suivants :

Lixiviat		Sédiment sur matières brutes/sèches
Arsenic	Chlorures	Hydrocarbures (C10 à C40)
Baryum	Sulfates	BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes)
Cadmium	Fluorures	PCB totaux (somme des 7 PCB indicateurs)
Chrome total	Indice phénols	HAP totaux (somme des 16 HAP indicateurs)
Cuivre		COT sur éluat
Mercure		FS (fraction soluble)
Molybdène		
Nickel		
Plomb		
Antimoine		
Sélénium		
Zinc		

Tableau 5 : Analyses physico-chimiques complémentaires.

4.6 Méthodologie pour l'interprétation des résultats des analyses

L'interprétation des résultats se déroule en plusieurs temps et de la façon suivante.

4.6.1 Seuils loi sur l'Eau – Arrêté du 9 août 2006

La réglementation fait référence aux valeurs seuils dénommés « seuils S1 » à prendre en considération lors d'extraction de cours d'eau.

Une information est donnée pour les métaux, la somme des PCB indicateurs (PCBi), et la somme des HAP indicateurs (HAP). Il s'agit de comparer les valeurs de chaque échantillon au seuil S1 (Cf. tableau 5) et de préciser, pour chaque paramètre, le nombre d'échantillons qui dépassent ces seuils ainsi que les valeurs minimum et maximum. Les seuils S1 sont exprimés en mg/kg de sédiment sec analysé sur la fraction fine inférieure à 2 mm.

Paramètres	Niveau S1
Arsenic	30
Cadmium	2
Chrome	150
Cuivre	100
Mercuré	1
Nickel	50
Plomb	100
Zinc	300
PCB totaux	0,680
HAP totaux	22,800

Tableau 6 : Niveau S1 relatifs aux éléments et composés traces définis dans l'arrêté du 9 août 2006.

4.6.2 Quotient du risque – QSM

Le calcul du QSM est réalisé pour chaque échantillon. Il se traduit par la formule suivante :

$$Q_{sm} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{S_i}$$

Avec :
dans le sédiment
 C_i : concentration du polluant i
 S_i : valeur seuil S1 du polluant i (arrêté du 9 août 2006)
 n : nombre de polluants analysés

Figure 11 : Formule du QSM.

Trois possibilités découlent des résultats :

- Si le Qsm est inférieur ou égal à 0.1, les sédiments sont considérés comme non pollués, le risque est négligeable, les matériaux peuvent être remis à l'eau sans contraintes,
- Si le Qsm est supérieur à 0.1 et inférieur ou égal à 0.5, le risque est considéré faible et la dangerosité est à vérifier par la réalisation d'un test écotoxicologique : le *Brachionus calyciflorus*,
- Si le Qsm est supérieur à 0.5, le risque est considéré comme non négligeable, ceci impose la réalisation d'un diagnostic approfondi par la réalisation du test écotoxicologique *Brachionus calyciflorus* et d'un test de lixiviation.

4.6.3 Analyse complémentaire

4.6.3.1 Test éco toxicologique

Le test écotoxicologique *Brachionus calyciflorus* est réputé bon si le résultat est supérieur ou égal à 1%. Les matériaux sont considérés comme écotoxique si le résultat est inférieur à 1% (figure 6).

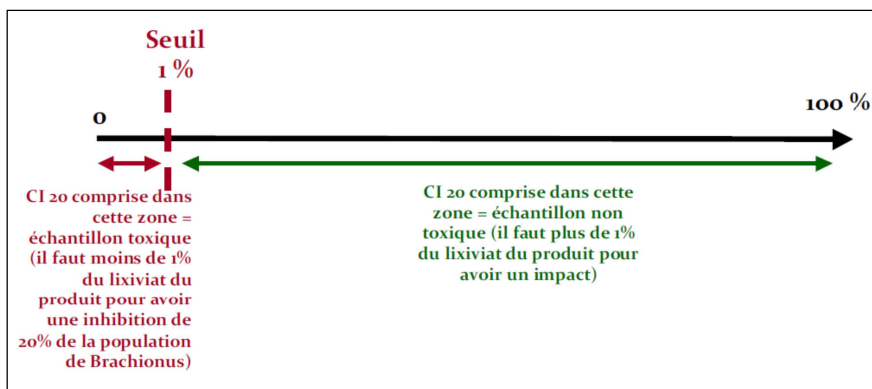


Figure 12 : Interprétation du test *Brachionus calyciflorus*.

Dès qu'un seul échantillon est réputé écotoxique, il conviendra de réaliser un examen des avantages/désavantages de l'opération qui sera inclus dans le dossier de demande d'autorisation.

4.6.3.2 Test de lixiviation

Le test de lixiviation permet de classer les matériaux en trois catégories selon la nomenclature déchet : inerte, non inerte et non dangereux, dangereux.

Paramètres	Unité	Seuil déchet Inerte	Seuil déchet Non dangereux	Seuil déchet dangereux
LIXIVIAT				
Arsenic (As)	mg/kg MS	0.50	2	25
Baryum (Ba)	mg/kg MS	20	100	300
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0.04	1	5
Chrome total (Cr)	mg/kg MS	0.50	10	70
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	2	50	100
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0.01	0.20	2
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	0.50	10	30
Nickel (Ni)	mg/kg MS	0.40	10	40
Plomb (Pb)	mg/kg MS	0.50	10	50
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	0.06	0.70	5
Sélénium (Se)	mg/kg MS	0.10	0.50	7
Zinc (Zn)	mg/kg MS	4	50	200
Chlorure	mg/kg MS	800	15 000	25 000
Fluorure	mg/kg MS	10	150	500
Sulfate	mg/kg MS	1 000	20 000	50 000
Indice phénol	mg/kg MS	1	/	/
COT sur éluat	mg/kg MS	500	800	1 000
Fraction Soluble (FS)	mg/kg MS	4 000	60 000	100 000
SEDIMENT				
HCT	mg/kg MS	500	2 500	/
16 HAP	mg/kg MS	50	/	/
7 PCB	mg/kg MS	1	/	/
BTEX	mg/kg MS	6	/	/
COT	mg/kg MS	30 000	/	/

Tableau 7 : Valeurs seuils d'acceptation pour les installations de stockage de déchets (nota : des cas dérogatoire existent pour les COT et FS).

Trois possibilités en résultent :

- Si tous les échantillons sont inférieurs aux seuils des déchets inertes, les sédiments pourront être remis au fleuve sans contraintes,
- Si un seul échantillon dépasse le seuil des déchets inertes sans toutefois dépasser le seuil des déchets non dangereux, les sédiments pourront être remis au fleuve sous réserve de réaliser un examen des avantages/désavantages de l'opération qui sera inclus dans le dossier de demande d'autorisation,
- Chaque échantillon qui dépassera le seuil des déchets dangereux devra soit être laissé immobilisé soit être extrait du site et traité dans des filières adaptées. Un examen des avantages/désavantages de l'opération sera également inclus dans le dossier de demande d'autorisation.

4.6.4 Cas particulier des PCB

Les concentrations en PCB indicateurs (PCBi) sont estimées à différentes échelles : échantillon, carotte et profil. La somme des 7 PCBi de chaque échantillon est moyennée et pondérée (hauteur en sédiment) pour chaque carotte. Les concentrations mini et maxi sont également relevées. Puis les valeurs de chaque carotte sont moyennées et pondérées pour chaque profil. La valeur retenue par profil est confrontée aux seuils de la Recommandation dite V2. C'est-à-dire :

- Si la somme des PCBi est inférieure ou égale à 10 µg/kg : remise à l'eau sans précaution supplémentaire spécifique au PCB. Il est considéré qu'il n'est pas utile de poursuivre l'échantillonnage,
- Si la somme des PCBi est supérieure à 10 µg/kg tout en étant inférieure ou égale à 60 µg/kg : la remise à l'eau est possible sous réserve de ne pas aggraver les conditions aval. La concentration moyenne par profil est comparée à la concentration de la couche de surface du lieu de sédimentation (voire les concentrations moyennes des couches de surface si l'on en dispose),
- Si la somme des PCBi est supérieure à 60 µg/kg les sédiments ne peuvent être restitués dans ces conditions. Il convient de vérifier les cas dérogatoires de la Recommandation dite V2.

Et, dans tous les cas le nouveau fond du site d'extraction doit présenter une concentration inférieure ou égale à celle d'origine.

A l'issue de cette première étape, la masse de PCBi (en kg) stockée dans le casier représentatif est évaluée à partir de la concentration en PCBi et la quantité de sédiment présent dans le casier.

La dernière étape consiste à déterminer à partir de la masse en PCBi par casier représentatif, le flux de PCBi libéré par la remobilisation des sédiments, afin de déterminer l'admissibilité au regard du gain de la restauration des milieux.

5 Stratégie d'échantillonnage des sites à l'étude

Compte tenu de l'étendu des sites à l'étude, il est proposé de scinder les sites à l'étude selon les sous-ensembles suivants :

- Lône de la Grange-Ecrasée, lône des Dames,
- Lône du Banc-Rouge.

5.1 Lône de la Grange-Ecrasée et la lône des Dames

5.1.1 Etude diachronique

La figure ci-dessous illustre la situation en 1860, ainsi que les ouvrages mis en place au XIXème siècle.

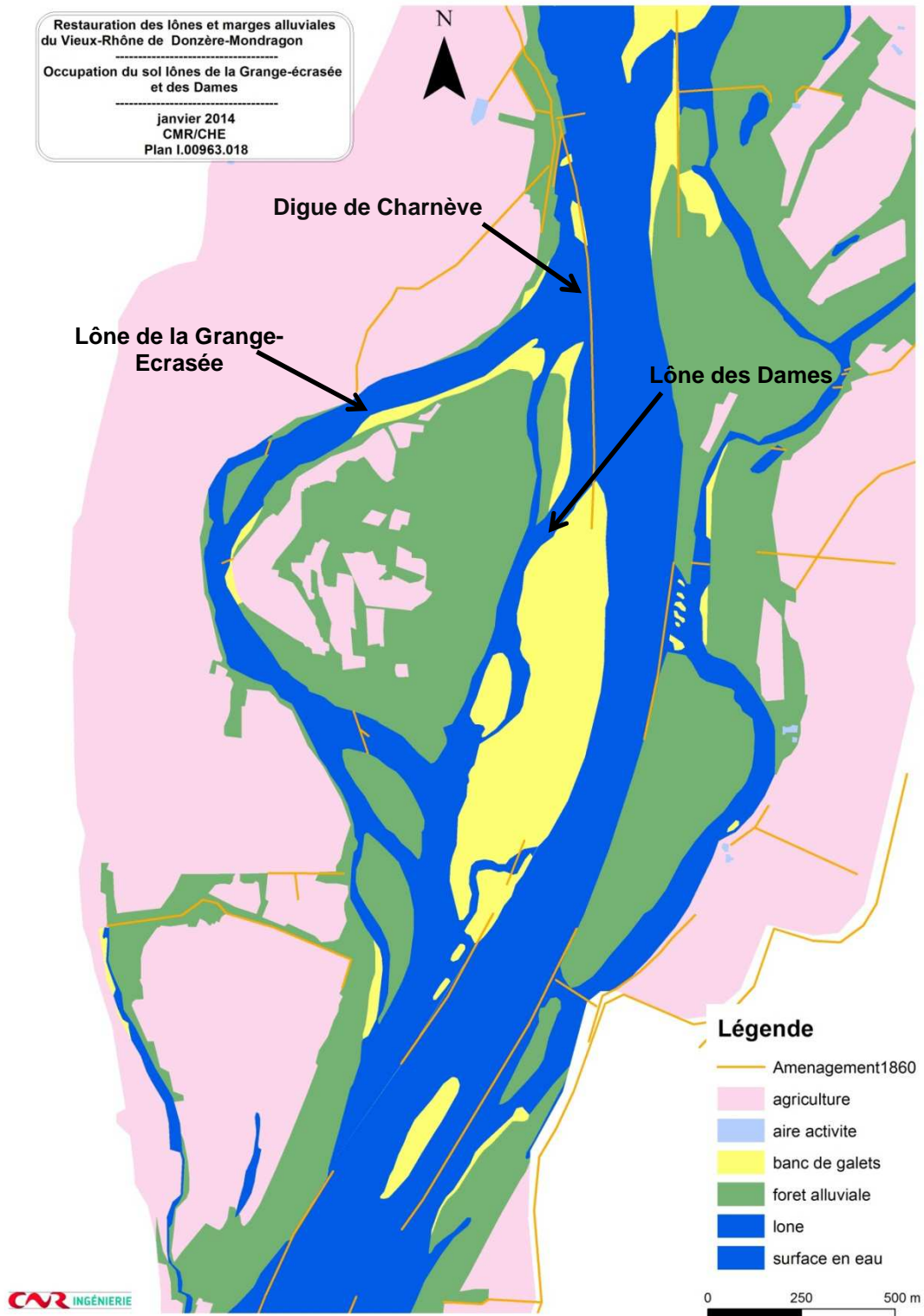


Figure 13 : Occupation du sol en 1860.

En 1860, la lône de la Grange-Ecrasée constitue un bras secondaire du Rhône, il s'agissait d'un milieu vif et courant.

La lône des Dames était connectée au Rhône en amont et en aval. Seul un banc de galet était présent entre le cours principal du Rhône et cette lône.

Puis, le secteur fut aménagé au moyen d'une digue longitudinal submersible dénommé Charnève, à l'entrée / sortie des deux îlons.

Par la suite, une digue basse et des épis ont été mis le long de la rive droite du Rhône afin de fixer les îles situées derrière. Progressivement la largeur du lit de la lône de la Grange-Ecrasée et la lône des Dames a diminué au profit de la végétation arborée et prairial.

La figure 15 présente l'évolution cartographique de l'occupation de la lône de la Grange-Ecrasée et la lône des Dames entre 1901 et 2009. La figure 14 illustre et synthétise cette évolution.

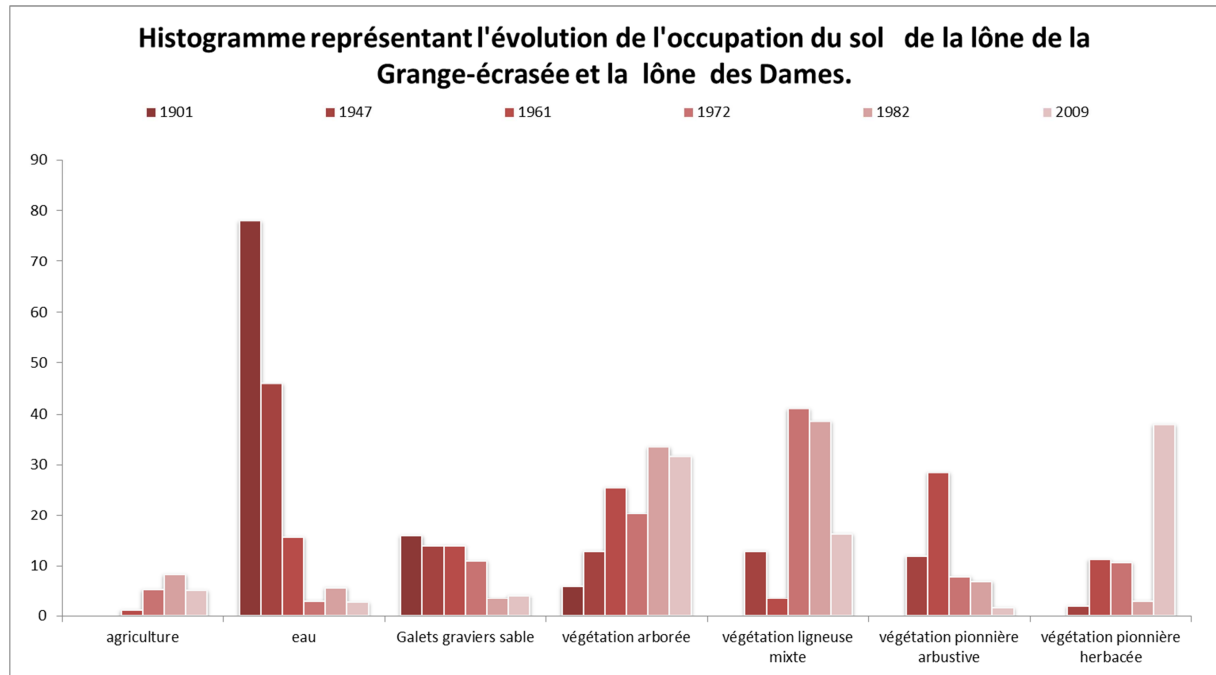


Figure 14 : Surface d'occupation du sol entre 1901 et 2009.

1901 Les deux lônes ainsi que les casiers amont et aval sont connectés avec le Rhône et donc totalement en eau (83 % en eau contre 13 % pour la forêt et 4 % pour les bancs de galets).

1901 à 1947 : Le milieu c'est peu à peu atterri durant ces années entraînant la déconnexion amont de la lône de la Grange-écrasée et la lône des Dames (plus que 20 % en eau). Les lônes ne sont plus courantes et peu à peu le milieu est colonisé par la végétation ligneuse (35 %).

1947 à 1961 : La photo aérienne de 1961 présente l'état de la zone d'étude après la mise en service de l'aménagement (1952) et de la coupure du Rhône. La réduction du débit et la disparition des petites crues fréquentes, accélèrent la fermeture des milieux. Seule la partie aval des deux lônes est en eau (7% en eau). La végétation pionnière arbustive à peu à peu colonisée le milieu (42%).

1961 à 1972 : La photo de 1972 montre nettement la colonisation des lônes par les espèces pionnières arbustive et l'installation de l'agriculture (22 %). La superficie en eau est fortement réduite, puisque subsiste uniquement une mare à l'aval de la lône de la Grange-Ecrasée (4%).

1972 à 1982 : Par rapport à 1972, la situation a peu évoluée. L'agriculture continue de progresser (33%) la forêt s'installe (10 %) au détriment des stades pionniers.

1982 à 2009 : Après 1982, la situation s'inverse sous l'effet de travaux de restauration qui ont consisté au curage des « plans d'eau » de la lône de la Grange-Ecrasée. Les travaux ont permis de redonner un caractère aquatique à cette lône (6 %). La Lône des Dames est en eau seulement au niveau de la confluence avec la lône de la Grange-Ecrasée. La forêt (32%) et l'agriculture (36%) occupe plus de la moitié du secteur.

Restauration des îlots et marges alluviales
du Vieux-Rhône de Donzère-Mondragon

Lône et casiers de la Grange Ecrasée, îlot des Dames
Etude diachronique 1/2

Juin 2014 CMR/CMO
Plan I00963.011

Légende

- Aménagement Girardon
- Occupation du sol**
- agriculture
- eau
- galets graviers sables
- infrastructure
- végétation arborée
- végétation ligneuse mixte
- végétation pionnière arbustive
- végétation pionnière herbacée

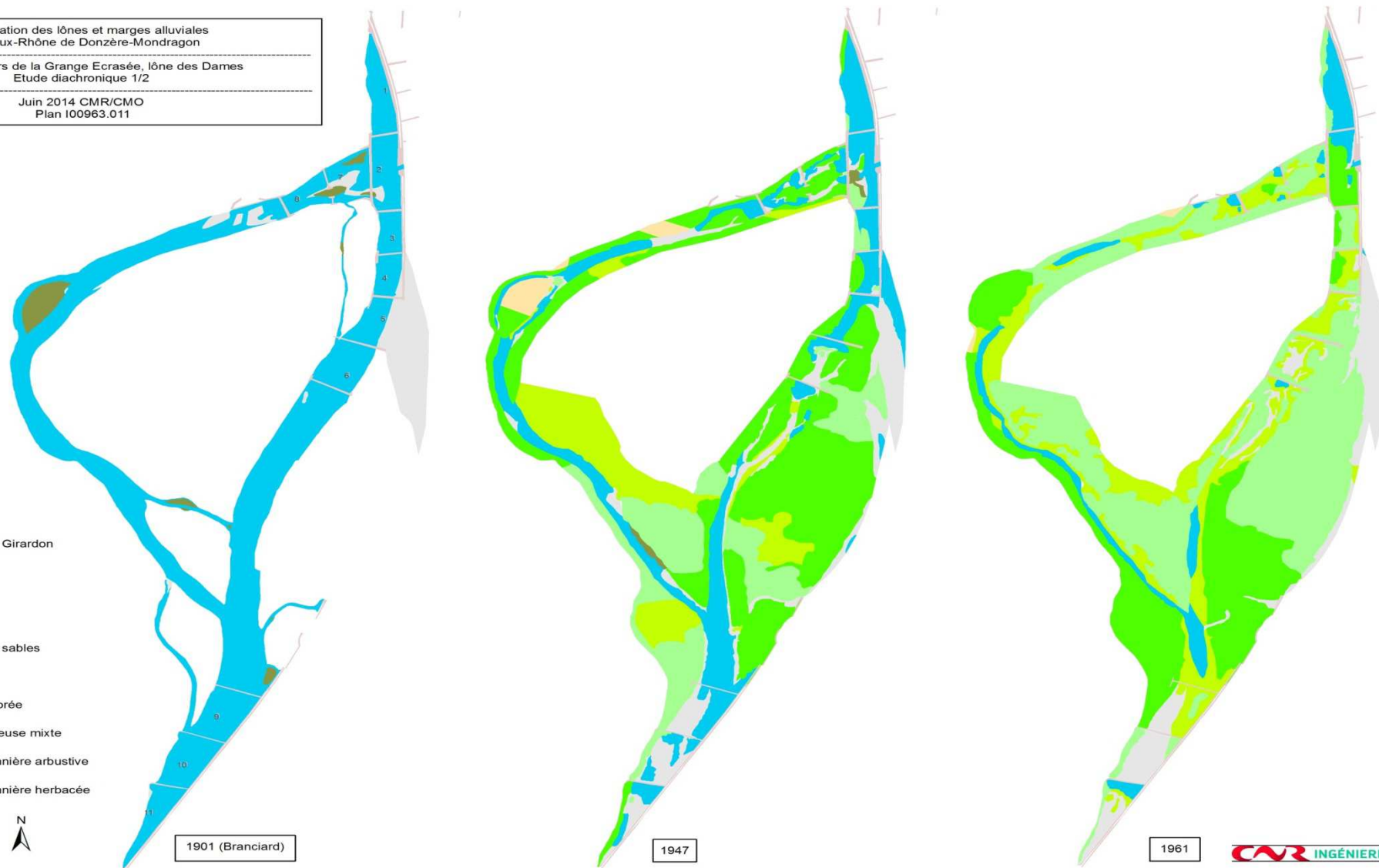
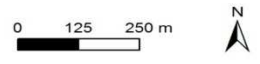


Figure 15 : Etude diachronique de la lône de la Grange-Ecrasée et des Dames 1/2(légende selon Corine Land Cover)

Restauration des îlots et marges alluviales
 du Vieux-Rhône de Donzère-Mondragon

Lône et casiers de la Grange Ecrasée, îlot des Dames
 Etude diachronique 2/2

Juin 2014 CMR/ALM
 Plan I00963012

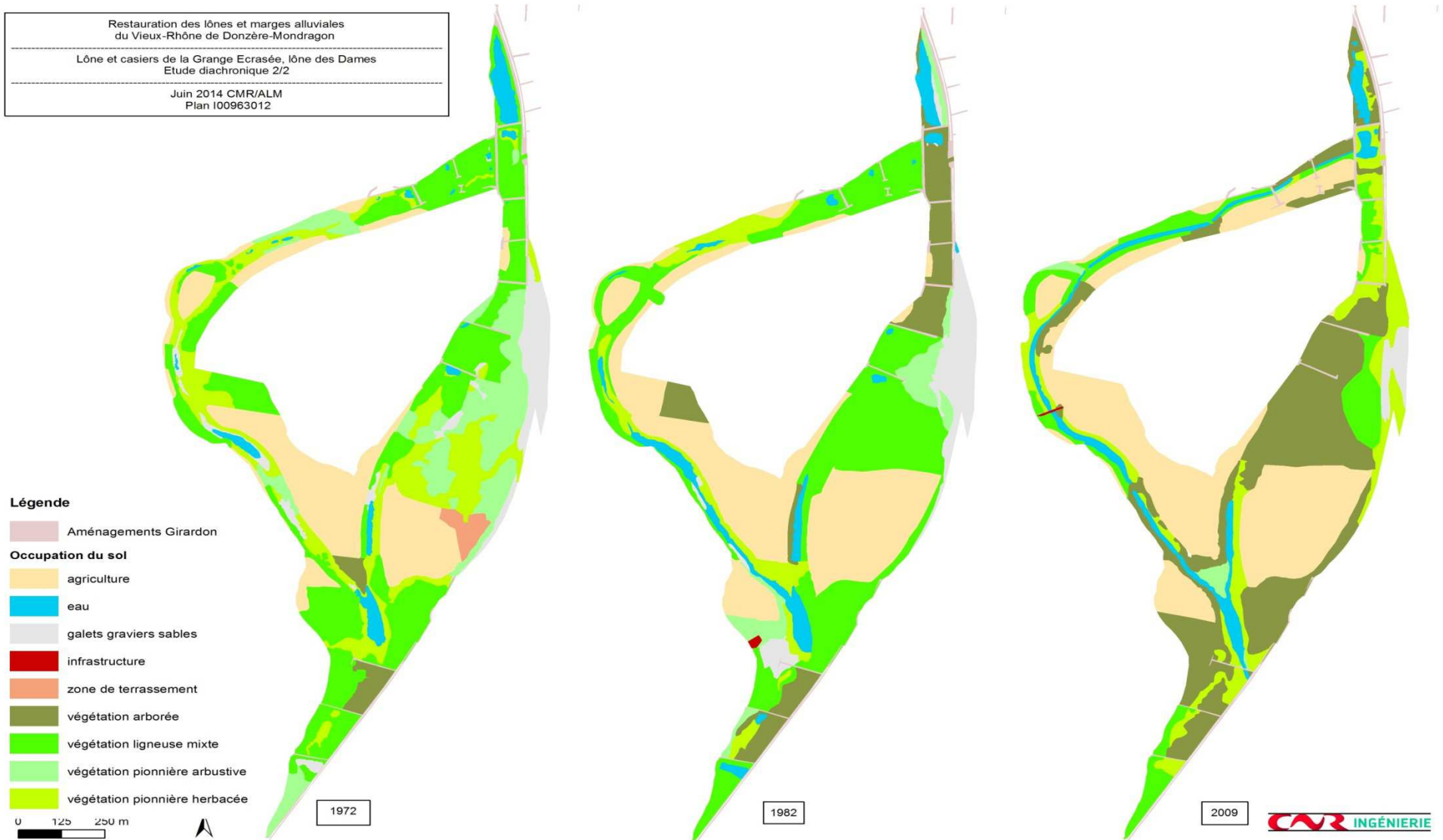


Figure 16 : Etude diachronique de la îlot de la Grange-Ecrasée et des Dames 2/2 (légende selon Corine Land Cover)

5.1.2 Sondages de sols et plan d'échantillonnage

Des sondages de sols à la perche ont été effectués entre février et mars 2014. La figure 17 illustre le plan d'échantillonnage.

Lône de la Grange-Ecrasée :

Le volume de sédiments de la lône de la Grange-Ecrasée est étudié par un profil en long de sondages espacés environ de 90 m sur la partie aval et de 30 m sur la partie amont.

La profondeur moyenne est de l'ordre de 0.5 mètre avec trois points présentant des épaisseurs plus importantes sur la partie médiane de la lône (3- 4 m). Le volume de sédiment, présent dans la lône, estimé à l'aide de l'outil SIG et du MNT, est estimé à environ 47 000 m³.

L'analyse de l'évolution historique de la lône indique une fermeture et une végétalisation avant la période des années 70/80. De plus des opérations de restaurations réalisées durant les années 86-87 consistant au curage de la lône de la Grange-écrasé sont autant d'éléments qui permettent de supposer que le site doit présenter des concentrations en PCB faibles sur l'ensemble du linéaire. Le niveau de connaissance du milieu est jugé bon.

Le plan d'échantillonnage repose sur un profil en long sur lequel est placé 5 carottes espacées à égale distances les unes des autres.

Lône des Dames :

Les perches ont été réalisées sur les casiers n°3 ; 6 et le linéaire aval de la lône des Dames.

Les perches réalisées au sein de la ripisylve au niveau des butes présentes des fortes hauteurs de sédiment de l'ordre de 4 à 4.5 m d'épaisseur. A l'inverse les perche réalisé au sein des anciens chenaux de la lône présentes des hauteurs de sédiment beaucoup plus faible de l'ordre de 0.5-1 m d'épaisseur. Ces observations sont valables pour l'ensemble des casiers et le linéaire aval de la lône.

L'étude diachronique, permet d'estimer une contamination faible du site sur l'ensemble des casiers 2 ; 3 ; 4 et 5. Le linéaire aval présente une faible surface de potentialité forte à moyenne.

Ces potentialités sont étudiées sous la forme d'un profil en travers par casier. Trois carottes sont placées le long de chaque profil. Pour la partie aval de la lône des Dames un profil en long a été réalisé sur lequel est placé 3 carottes espacées à égale distances les unes des autres.



Figure 17 : Plan d'échantillonnage de la lône de la Grange-Ecrasée et des Dames

5.2 Lône du Banc-Rouge

5.2.1 Etude diachronique

La figure ci-dessous illustre la situation en 1860, ainsi que les ouvrages mis en place au XIXème siècle.

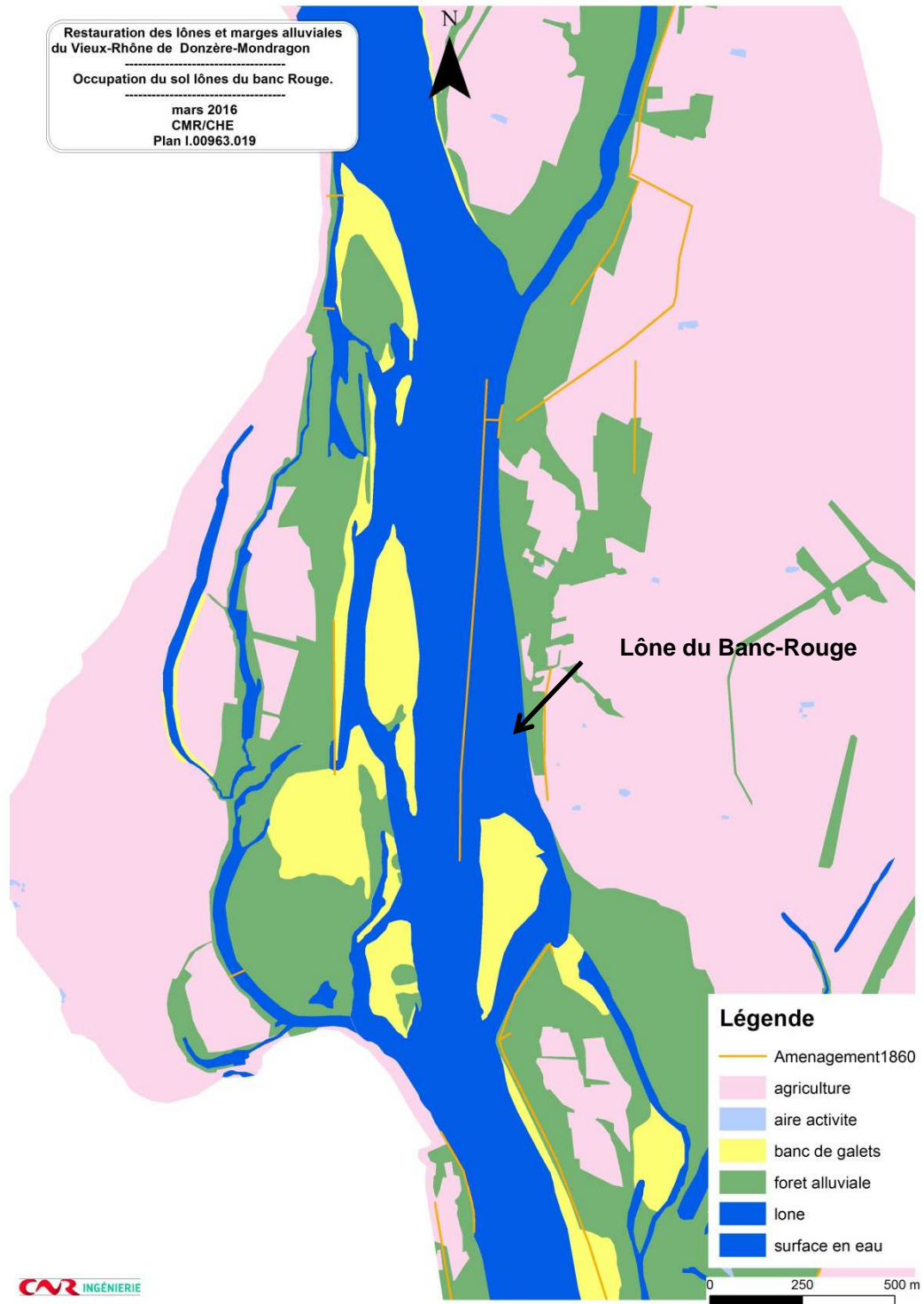


Figure 18 : Occupation du sol en 1860.

En 1860, des banc de galets/graviers ponctuaient le lit du Rhône. Le lit mineur était assez étroit de l'ordre de 350 mètres. Certains bras secondaires sont déjà déconnectés, les aménagements (levées de terres) protègent déjà certains secteurs.

La figure 20 présente l'évolution cartographique de l'occupation du sol de la lône du Banc-Rouge entre 1901 et 2009. La figure 19 illustre et synthétise cette évolution.

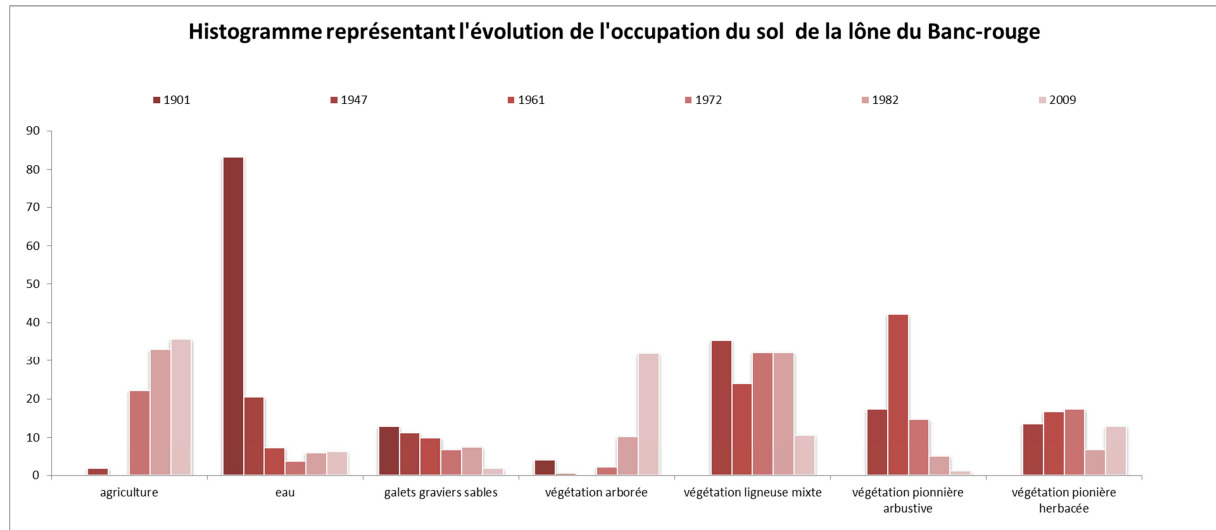


Figure 19 : Occupation du sol.

En 1901, le bras secondaire est toujours en eau et connecté avec le Rhône. Le banc de galets/graviers à très peu bougé depuis 1860.

En 1947 on remarque nettement les effets des ouvrages Girardon sur le milieu. Des sédiments sont stockés dans les casiers engendrant la formation d'îlots. Le bras est toujours connecté au Rhône en amont et en aval. La végétation se développe sous formes de fourrés arbustifs et les îlots sont peu à peu boisés.

En 1961 l'atterrissement du milieu a continué ce phénomène (couplé avec le passage au débit réservé) est visible sur l'ensemble de la lône qui était encore en eau en 1947. La végétation pionnière a envahi les chenaux d'écoulements et les casiers jusqu'à fermer entièrement la lône.

A partir de 1972, on observe le vieillissement des groupements végétaux, qui tendent vers une domination de la végétation arborée.

En 1982, les formations végétales continuent d'évoluer, des zones agricoles s'installent en bordure de la lône. La lône garde un caractère humide une partie de l'année suite à des épisodes hydrologique permettant une surverse temporaire du Rhône dans la lône.

En 2009, L'évolution de la végétation s'inverse du à des opérations d'entretien. Les milieux sont réouverts, le stade boisé régresse légèrement et laisse place à la végétation herbacée.

Le stockage des sédiments sur les marges alluviales à fortement diminué à partir des années 70. Or l'analyse approfondie des concentrations en PCB dans les sédiments d'un casier Girardon à Péage-Roussillon indique que les plus fortes concentrations en PCB sont relevées dans les sédiments accumulés durant la période 1970-1980. On peut donc supposer que les casiers de l'étude ont une concentration en PCB relativement faible.

0 250 500 m

Restauration des îlots et marges alluviales du Vieux-Rhône de Donzère-Mondragon
Lône de Banc Rouge. Etude diachronique
Janvier 2014 CMR/CMO
Plan 1009630014

N
CMR INGÉNIERIE

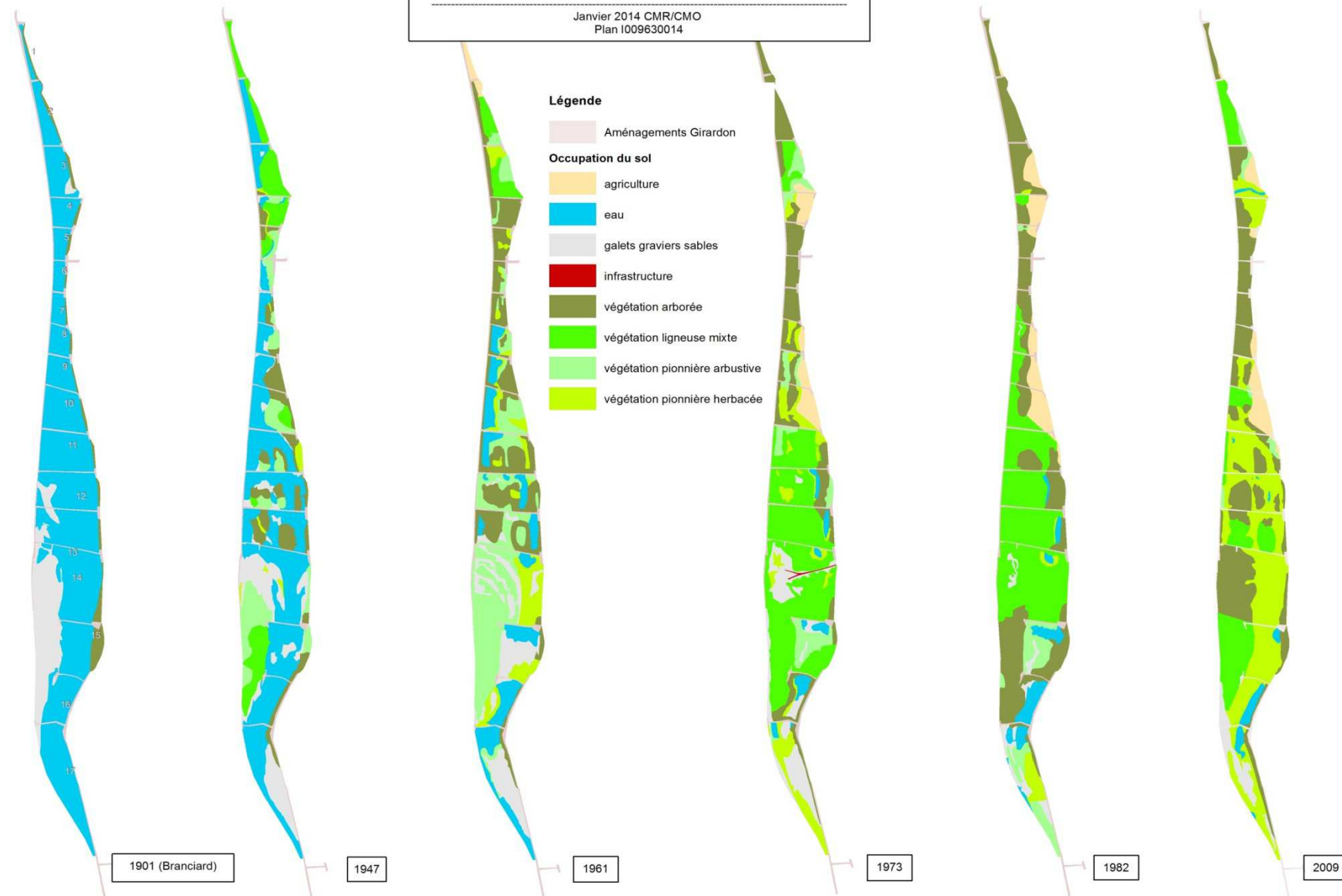


Figure 20 : Etude diachronique de la Lône du Banc-Rouge (légende selon Corine Land Cove)

5.2.2 Identification des casiers représentatifs

L'approche diachronique permet de distinguer trois ensembles de casiers, déterminés par la manière dont se sont remplis les casiers et par les périodes d'accrétion des sédiments, de façon à avoir des ensembles homogènes et bien différents les uns des autres. Ils correspondent à la partie nord, centrale, et sud de la zone d'étude.

Pour chaque ensemble un casier représentatif est choisi, par sa structure et l'homogénéité de sa surface. Il s'agit des casiers n°7 ; 12 et 15 représentés sur la carte du plan d'échantillonnage (Cf. figure 21).

5.2.3 Sondage de sols et plan d'échantillonnage

Des sondages de sols à la perche ont été effectués entre février et mars 2014. La figure 21 illustre le plan d'échantillonnage.

La détermination du toit des graviers est réalisée au moyen d'un transect par casier représentatif. Ce transect est situé perpendiculairement à l'accrétion et au centre du casier. Ces données seront couplées aux LIDAR afin de déterminer le volume de sédiments des casiers.

La hauteur moyenne dans le casier n°7 est de l'ordre de 3 m, de 1.5 m dans le casier n°12 et d'environ 2 m dans le casier n°15.

L'étude diachronique permet d'évaluer les potentialités de pollution en PCB (Cf. figure 21) :

- Casier n°7: faible sur une grande surface du casier, la forêt s'étant bien implantée dès 1961. Sur le reste du casier, la potentialité est jugée moyenne car le secteur était végétalisé en 1972, seules les couches de surface peuvent potentiellement contenir des concentrations fortes en PCB,
- Casier n°12 : faible sur la quasi-totalité de la surface du casier. En effet une partie du transect est présent sur l'île qui était déjà bien figée et végétalisée dans les années 60. Seules les parties présentes dans les chenaux sont considérées comme moyenne à forte.
- Casier n°15 : faible sur la partie boisée qui correspond à l'ancien banc de galets présent en 1860 et moyenne à forte sur la partie correspondant à l'ancien chenal qui c'est comblé après les années 1972.

En prenant en compte ces zones il est proposé d'effectuer 1 transect sur chaque casier représentatif, soit 3 transects. Le long du transect, les carottes de prélèvements sont espacées de 15 m au sein de chaque potentialité de pollution en PCB.

La carte suivante consigne le plan d'échantillonnage. Cependant selon les contraintes locales (accès...) sur le terrain, les transects peuvent être légèrement modifiés, en veillant à garder leur représentativité.



Figure 21 : Plan d'échantillonnage des casiers de la lône du Banc-Rouge.

6 Présentation et interprétation des résultats

Les campagnes de prélèvement se sont déroulées en plusieurs fois

- Mardi 18 mars 2014,
- Mercredi 2 avril 2014,
- Lundi 7 avril 2014,
- Mardi 8 avril 2014,

Les campagnes réalisées en mars et avril 2014 avaient pour objectif de caractériser l'état de contamination du massif sédimentaire caractérisant l'emprise du projet (lône de la Grange-Ecrasée, lône des Dames et lône du Banc-Rouge). Elles ont permis de réaliser 39 carottes équivalentes à 67 échantillons de sédiments fins, soit une moyenne de 2 échantillons par carotte.

La campagne de septembre 2014 avait pour but de déterminer l'état de contamination des zones aval à celles des travaux, potentiellement impactées par les redépôts des sédiments.

6.1 Seuils Loi sur l'Eau – Arrêté du 9 août 2006

La réglementation fait référence aux valeurs seuils dénommés « seuils S1 » à prendre en considération lors d'extraction de cours d'eau.

Les résultats des analyses sont consignés en annexe 1.

Il convient de retenir que **l'ensemble des échantillons de sédiments expose des concentrations, en métaux lourds, somme des HAP et somme des PCB_i inférieures aux seuils S1.**

En conclusion, le projet soumis à autorisation d'après la nomenclature Loi sur l'Eau (Rubrique 3.2.1.0 entretien de cours d'eau ou de canaux – volume de déblais > 2 000 m³).

6.2 Quotient de risque QSM

Les QSM ont été calculés pour les 67 échantillons compris dans l'emprise du projet. Les résultats sont consignés en annexe 1 et une synthèse en tableau 8.

	QSM<0.1	0.1<QSM<0.5	QSM>0.5	Total
Nombre d'échantillon	1	66	0	67

Tableau 8 : Bilan des QSM.

Il faut retenir que **les 67 échantillons présentent un risque faible. La dangerosité est à vérifier par la réalisation d'un test écotoxicologique via le test CI20 *Brachionus* (48h).**

6.3 Analyses complémentaires

6.3.1 Test éco toxicologique

Le test permet d'évaluer la toxicité chronique des eaux interstitielles ou de l'éluât d'un sédiment vis-à-vis du micro crustacé (rotifère) *Brachionus calyciflorus*. Le test a porté sur les 67 échantillons issus de l'emprise du projet.

Les résultats sont consignés en annexe 2.

Il faut retenir qu'**aucun échantillon n'est écotoxique.**

6.3.2 Test de lixiviation

Le test de lixiviation a été réalisé sur une partie des échantillons. Sont concernés les échantillons considérés comme écotoxiques d'après les résultats du test éco toxicologique (soit aucun échantillon, Cf. § 6.3.1), ainsi

que les échantillons de la lône du Banc-Rouge des casiers n°7,12 et 15 où les travaux peuvent être entrepris soit mécaniquement soit par la force des crues après démantèlement des obstacles à l'écoulement.

Les résultats sont consignés en annexe 3 et une synthèse dans le tableau 9.

	Inerte	Non dangereux	Dangereux	Total
Casier n°7 Banc-Rouge	5	1	0	6
Casier n°12 Banc-Rouge	2	1	0	3
Casier n°15 Banc-Rouge	8	4	0	12
Bilan	15	6	0	21

Tableau 9 : Bilan des tests de lixiviation.

Il faut retenir que :

- les sédiments de la lône du Banc-Rouge sont pour 70% inerte et 20% non inerte et non dangereux.

6.4 Cas particulier des PCB

6.4.1 Evaluation de l'état de contamination du massif sédimentaire de l'emprise projet

Les résultats sont consignés en annexe 4.

Les cartes illustrent, via un profil en travers ou en long, la position du TN, du toit des graviers ainsi que l'emplacement des carottes et les concentrations en PCB_i sur la hauteur de la carotte. Elles permettent de situer les strates concernées par des concentrations en PCB_i supérieures à 0.06 mg/kg. Par ailleurs les tableaux intégrés aux cartes illustrent les sommes de PCB_i de chaque échantillon moyennée et pondérée par rapport à la hauteur de sédiment. Les concentrations mini et maxi sont également indiquées.

Conformément à l'approche méthodologique décrite au paragraphe 4.6.4, la valeur retenue est la concentration en PCB_i moyenne pondérée par profil.

Le tableau suivant synthétise les résultats pour chacun des casiers représentatifs.

Sites	Casier représentatif	[PCB] moy pondérée par profil (mg/kg)	Masse de PCB (kg)
Lône de la Grange-Ecrasée	Profil en long	0.0300	2.2
Lône des Dames	Profil en long	0.0600	2
Lône du Banc -Rouge	7	0.0459	2
	12	0.0610	3
	15	0.0468	2

Tableau 10 : Concentration en PCB moyenne pondérée par profil.

Quel que soit les sites, la somme des PCB_i est supérieure à 0.01 mg/kg tout en étant inférieure ou égale à 0.06 mg/kg, hormis le casier n°12 de la lône du Banc-Rouge.

Hormis pour le casier n°12 de la lône du Banc-Rouge, la remise à l'eau est possible sous condition de ne pas aggraver les conditions aval.

La masse des PCB_i, en kg, stockée pour chacun des casiers représentatifs est consigné dans le tableau 10 précédent. Les quantités de PCB_i oscillent entre 2 et 3 kilogrammes.

6.4.2 Evaluation de l'état de contamination de la nouvelle interface à l'issue des travaux

Nouvelle interface après travaux

Dans tous les cas, après travaux de démantèlement partiels des ouvrages Girardon, les nouveaux fonds, après remobilisation des matériaux sableux, présenteront une concentration en PCB_i inférieure à celle actuelle. En effet, l'objectif est de retrouver des milieux tels qu'ils étaient avant la mise en place des aménagements CNR et

le toit des graviers sur lesquels ont été adossés les ouvrages Girardon. Les matériaux grossiers sont supposés ne pas contenir de pollution.

Les conditions aval

Les résultats sont consignés en annexe 5 et illustrés sur une cartographie de localisation des points de prélèvement en annexe 6.

Sur les 11 points de prélèvements 9 sont situés en aval des îlons de la Grange-Ecrasée et des Dames et 5 situés en aval de la îlon du Banc-Rouge. Il y a 2 points qui sont réalisés dans la îlon de Malaubert et 2 points dans la îlon Dion. Les 7 autres sont situées sur les berges du Vieux-Rhône sur des secteurs de sédimentation.

Sites	[PCB](mg/kg)		
	Min	Max	Moyenne
Berges du Vieux-Rhône	0.0015	0.0678	0.0147
Îlons Malaubert et Dion	0.0035	0.0449	0.0294

Tableau 11 : Concentrations en PCB.

Hormis un point de prélèvement situé en bordure du Vieux-Rhône, en rive droite au sud de la commune de Bourg-Saint-Andéol, les sédiments présentent des concentrations en PCB_i inférieures à 0.06 mg/kg, mais supérieures à 0.01 mg/kg (Cf. tableau ci-dessus).

7 Conclusion

Lône de la Grange-Ecrasée

Les sédiments stockés dans la îlon présentent une teneur une concentration en PCB_i inférieure au seuil de 0.06 mg/kg. Les sédiments remobilisés par les opérations de restauration se déplaceront, à l'aval, au niveau des bordurent du vieux-Rhône.

La concentration en PCB_i maximale rencontrée sur cette îlon est de 0.0599 mg/kg, soit une concentration supérieure à la concentration moyenne pondérée de la îlon de la Grange-Ecrasée. Dans ce cas, il n'y pas de dégradation des conditions à l'aval par augmentation des teneurs en PCB_i. **Il peut s'ensuivre une dégradation des fonds situés à l'aval par augmentation de la teneur en PCB_i. Il convient de procéder dans le cadre des études réglementaires à l'analyse des avantages et désavantages.** (Cf. figure suivante).

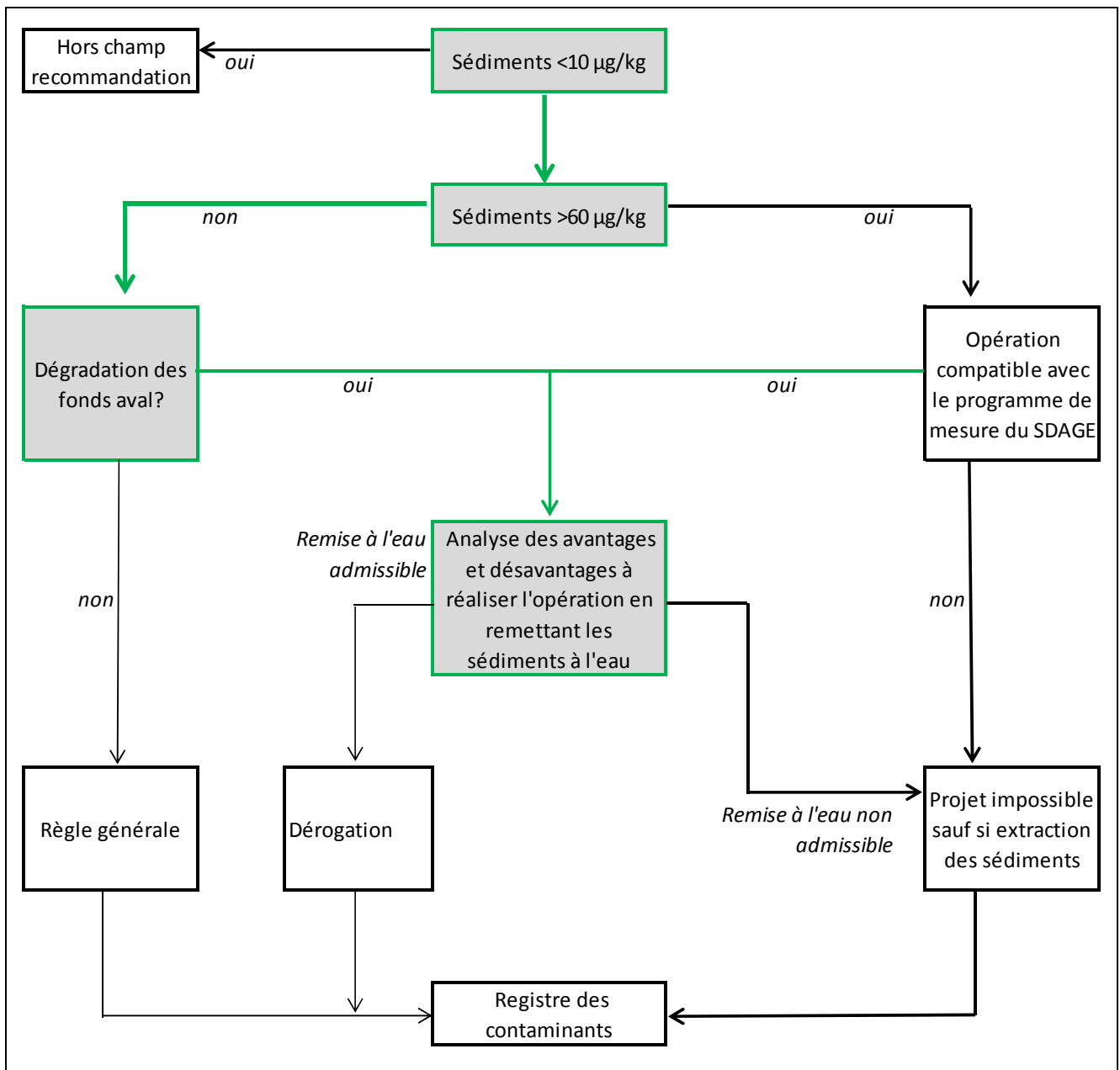


Figure 22 : Cas de la lône de la Grange-Ecrasée et de la lône des Dames.

Lône des Dames :

Les sédiments stockés dans la lône présentent une teneur une concentration en PCB_i inférieure ou égale au seuil de 0.06 mg/kg. Les sédiments remobilisés par les opérations de restauration se déplaceront, à l'aval, au niveau des bordurent du vieux-Rhône.

La concentration en PCB_i maximale rencontrée sur cette lône est de 0.274 mg/kg, soit une concentration supérieure au seuil de 0.06 mg/kg et supérieure à la concentration moyenne pondérée de la lône des Dames.

Cependant la concentration moyenne pondérée de la lône des Dames en PCB_i est inférieur au seuil de 0.06 mg/kg ainsi qu'aux concentrations des zones situées à l'aval (concentration maximale comprise à 0.0678 mg/kg) le projet dans l'état ne dégradent pas les conditions à l'aval par augmentation des teneurs en PCB_i. **Il peut s'ensuivre une dégradation des fonds situés à l'aval par augmentation de la teneur en PCB_i. Il convient de procéder dans le cadre des études réglementaires à l'analyse des avantages et désavantages.** (Cf. figure 22).

La lône du Banc-Rouge :

Les sédiments stockés présentent une teneur en PCB_i supérieur au seuil de 0.06 mg/kg. Les sédiments remobilisés par les opérations de restauration se déplaceront à l'aval, sur les bordures du vieux-Rhône. Les zones de sédimentation rencontrées à l'aval du site à l'étude présentent globalement des concentrations inférieures à celles des casiers de la lône du Banc-Rouge.

Les travaux ayant pour objectif de favoriser la reprise des matériaux stockés dans les marges par l'énergie du Rhône, la question de la dérogation se pose pour ce secteur. En effet, il peut s'ensuivre une dégradation des fonds situés à l'aval par augmentation de la teneur en PCB_i des bordures du vieux-Rhône. Il convient **de procéder à l'analyse des avantages / désavantages** dans le cadre des études réglementaires (Cf. figure 23).

Cependant, deux entités sont à distinguer dans le cadre de l'évaluation du besoin ou non de procéder au cas dérogatoire de la recommandation.

Les casiers situés en bordure du vieux-Rhône (n°12 et 15) présentent une concentration en PCB_i inférieure au seuil de 0.06 mg/kg. D'après les recommandations émises par l'administration, **le projet ne rentre pas dans les champs d'application des conditions de dérogation**. Il n'y a pas de précaution supplémentaire spécifique aux PCB à mettre en œuvre.

Le casier n°7 présente une concentration en PCB_i supérieure au seuil de 0.06 mg/kg. Les sédiments remobilisés par les opérations de restauration se déplaceront, à l'aval. La concentration en PCB_i contenue dans le casier n°7 est supérieure aux zones situées à l'aval (concentration maximale comprise à 0.0134 mg/kg). Les travaux ayant pour objectif de favoriser la reprise des matériaux stockés dans le casier par l'énergie du Rhône, la question de la dérogation se pose pour ce secteur. En effet, il peut s'ensuivre une dégradation des fonds situés à l'aval par augmentation de la teneur en PCB_i sur les bords du vieux-Rhône. Il convient **de procéder à l'analyse des avantages / désavantages** à réaliser l'opération sur le casier n°7 de la lône du Banc-Rouge dans le cadre des études réglementaires (Cf. figure 23).

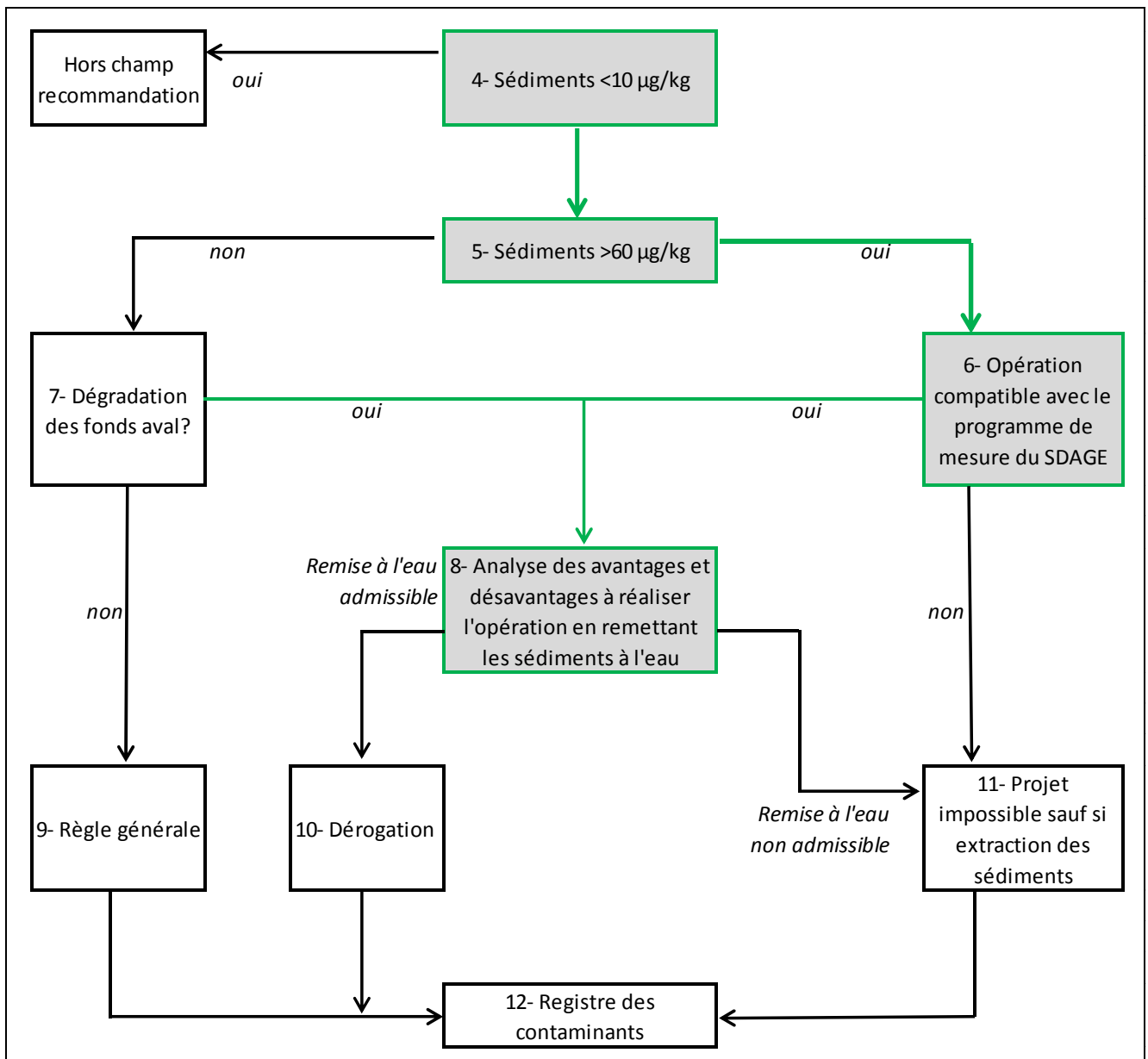


Figure 23 : Cas du casier n°7 de la lône du Banc-Rouge

8 Bibliographie

Bravard J-P., Collilieux G., Fruchart F. (2006) *Réactivation de la dynamique fluviale sur les marges du Rhône*, 4p.

Biotope (2014) *Réhabilitation du Vieux-Rhône de Donzère-Mondragon- diagnostic écologique sur trois complexes – rapport de phase 1 : Synthèse bibliographique*. 30p.

Clozel-Leloup B., Roux G., Moiroud C. (2013) *Caractérisation casier Girardon vis-à-vis des PCB* - Elaboration de propositions de méthodes d'échantillonnage transposables aux autres casiers en vue de la redynamisation des marges alluviales du fleuve Rhône. Rapport I. BRGM/RC-60367-FR. 154 p.

CNR Ingénierie, BRGM, (2012) *Caractérisation approfondie d'un casier Girardon vis-à-vis des PCB : île de la Platière – Péage de Roussillon*, Propositions de méthodes d'échantillonnage transposables aux autres casiers en vue de la redynamisation des marges alluviales du fleuve Rhône. Réunion de pré-finalisation. 25p.

EGIS (2012). *Schéma directeur de réhabilitation des lônes et des marges alluviales sur le secteur du Vieux-Rhône de Donzère-Mondragon*. 67p.

Préfet coordinateur de bassin Rhône-Méditerranée (2014) *Plan national d'action sur les PCB – Programme d'action 2011-2013 du bassin Rhône-Méditerranée – Rapport final*. 84p.

Délégation de Bassin Rhône-Méditerrané (2013). *Recommandations relatives aux travaux et opérations impliquant des sédiments aquatiques potentiellement contaminés Version 2*, Plan d'action du bassin Rhône-Méditerranée

9 Annexe

Annexe1 Résultats des analyses physico-chimiques + QSM

Annexe 2 Résultats des tests éco-toxicologiques

Annexe 3 Résultats des tests de lixiviations

Annexe 4 Cartographie –Cas particulier des PCB

Annexe 5 Résultats des analyses physico-chimiques des sites situées en aval

Annexe 6 Localisation des points de prélèvements

Annexe1 Résultats des analyses physico-chimiques + QSM

		Lône de la Grange-écrasée										Lône des Dames															
		Carotte GRA 11	Carotte GRA 14	Carotte GRA 15	Carotte GRA 16	Carotte GRA 17	Carotte GRA 18	Carotte GRA 19	Carotte GRA 20	Carotte GRA 11	Carotte GRA 12	Carotte GRA 13	Carotte GRA 25			Carotte GRA 26		Carotte GRA 24	Carotte GRA 23		Carotte GRA 22		Carotte GRA 21		Carotte GRA 4		
Echantillons	Unité	GRA 11.1	GRA 14.1	GRA 15.1	GRA 16.1	GRA 17.1	GRA 18.1	GRA 19.1	GRA 20.1	GRA 11.1	GRA 12.1	GRA 13.1	GRA 25 S	GRA 25 M	GRA 25 F	GRA 26 S	GRA 26 F	GRA 24	GRA 23 S	GRA 23 F	GRA 22 S	GRA 22 F	GRA 21 S	GRA 21 F	GRA 4.1		
Hauteur de prélèvement	m	0.7	0.7	1.5	1	1.3	1.3	1.5	1.5	0.7	1.5	1	1	0.75	0.75	1	0.6	0.6	1	0.5	1	1	1	1	1		
Hauteur de sédiments accumulés	m	0.7	0.7	1.5	1	1.3	1.3	1.5	1.5	0.7	1.5	1	2.5			1.6		0.6	1.5		2		2		1		
Granulométrie matière organique et nutriments	Perte au feu (550°C)	mg/kg MS	2900	3200	5000	3600	3200	3300	3800	2000	2900	3700	2000	2600	2400	2300	2500	2600	2800	2700	2100	3800	3100	4200	3300		
	Matière éolée % mass MB		69.1	75.4	61.5	78.7	74	73.5	66.4	76.8	69.1	63	78.2	82.7	94.9	85.1	92.8	90.2	79.2	78.3	72.9	82.3	73.7	76.3	67.8	78	
	Densité en vrac kg/m³ MB		1800	1500	1600	1100	1800	1400	1500	1500	1800	1700	1900	1700	1900	1800	1800	1400	1900	1600	1700	1900	1600	1600	1100	1800	
	Sables grossiers g/kg		560	32	30	390	360	25	380	370	560	59	320	502.5	511	563.7	566.4	564.3	467.6	482.6	362.4	410.9	480.4	338.1	378.8	210	
	Sables fins g/kg		130	200	280	520	430	450	360	500	130	430	540	209.4	106.4	65.5	112.7	32	68.5	78.1	44.9	325.7	118.3	281.1	66.5	420	
	Limons grossiers g/kg		110	280	230	35	100	230	100	63	110	210	57	128.3	117	162	223	168.6	214.2	105.4	37.5	51.2	67.8	284.2	167.8	180	
	Limons fins g/kg		110	350	310	30	71	190	110	36	110	190	34	138.2	167.3	124.5	55.9	145.3	166.2	25.9	307.6	162.4	200.2	145.8	215.3	130	
	Argile g/kg		83	140	150	25	45	110	58	40	83	110	44	48.2	57	81.5	30.6	60.1	44.3	309.6	310.4	268.7	206.6	203	184	53	
Analyses sur lixiviat	Nitrites (NO2)	mg/l	<0.01	0.02	0.03	<0.01	0.01	0.03	<0.01	0.03	<0.01	0.07	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	0.01	
	Nitrites (NO2-N)	mg/l	<0.003	0.0061	0.0091	<0.003	0.003	0.0091	<0.003	0.0091	<0.003	0.021	0.0061	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.0061	<0.003	<0.003	<0.003	0.018	0.003	
	Nitrates (NO3)	mg/l	<1	<1	<1	2.5	<1	2	<1	<1	<1	<1	<1	1.2	<1	2	1.7	<1	1.9	<1	1.1	1.9	<1	2.4	<1	2.2	
	Nitrates (NO3-N)	mg/l	<0.23	<0.23	<0.23	0.56	<0.23	0.45	<0.23	<0.23	<0.23	<0.23	<0.23	<0.23	0.27	<0.23	0.45	0.38	0.25	0.43	<0.23	<0.23	<0.23	0.54	<0.23	0.5	
	Ammonium (NH4)	mg/l	0.45	2.3	13	<0.05	0.06	2.9	0.51	0.45	4.2	0.18	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.27	4.6	<0.05	0.07	<0.05	0.06	<0.05		
	Azote ammoniacal (NH4-N)	mg/l	0.35	1.8	10	<0.039	<0.039	0.047	2.3	0.4	0.35	3.3	0.14													<0.039	
	Conductivité [25°C] µS/cm		190	300	370	130	180	120	350	220	190	390	110	84	140	120	110	120	140	150	140	84	190	120	140	97	
	Azote Kjeldahl (NPK) mg/l		3	5	11	2.1	2.5	<2	4	2.4	3	5.2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
Azote total mg/l		3	5	11	2.7	2.5	0.46	4	2.4	3	5.2	0.0061	<+	0.27	<+	0.45	0.38	0.25	0.43	0.0061	<+	<+	0.54	0.018	0.5		
pH		8	7.8	7.7	8.2	7.9	8.1	7.7	7.9	8	7.7	8.1	9 à 19.7°C	8.9 à 19.7°C	8.9 à 19.8°C	8.8 à 19.8°C	8.8 à 19.8°C	8.7 à 19.9°C	8.7 à 19.9°C	8.7 à 19.9°C	8.7 à 19.9°C	8.5 à 19.9°C	8.6 à 19.7°C	8.6 à 19.7°C	8.3		
Métaux lourds	Aluminium (Al)	mg/kg MS	7000	11000	12000	8700	8600	9700	9800	8300	7000	12000	6600													8600	
	Phosphore (P)	mg/kg MS	630	720	870	650	820	970	620	700	630	1100	730	630	750	540	610	540	710	700	760	530	670	580	700	860	
	Chrome (Cr) total	mg/kg MS	27	22	27	15	20	25	20	18	27	50	18	19	28	26	22	25	21	22	31	15	27	17	20	27	
	Fer (Fe)	mg/kg MS	18000	22000	23000	17000	18000	19000	20000	19000	18000	24000	17000														20000
	Nickel (Ni)	mg/kg MS	27	30	34	20	25	28	29	23	27	42	22	24	28	25	27	27	28	27	31	19	27	21	25	29	
	Cuivre (Cu)	mg/kg MS	26	22	29	10	17	25	21	11	26	44	11	14	24	23	16	20	17	18	26	10	21	12	15	21	
	Zinc (Zn)	mg/kg MS	95	81	83	48	58	74	62	53	95	140	55	65	93	88	67	88	63	70	93	53	79	60	64	84	
	Arsenic (As)	mg/kg MS	18	15	15	6	9	12	11	7	18	41	8	9	14	12	9	11	10	11	15	7	13	8	9	14	
	Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
	Mercurie (Hg)	mg/kg MS	0.3	0.1	0.1	<0.1	0.2	0.1	<0.1	<0.1	0.3	0.6	<0.1	0.1	0.3	0.3	0.1	0.2	<0.1	0.2	0.3	<0.1	0.1	<0.1	0.1	0.2	
	Plomb (Pb)	mg/kg MS	39	32	31	13	23	30	24	14	39	72	19	18	49	38	21	31	21	26	53	16	31	19	18	39	
	PCB	PCB n° 28	mg/kg MS	<0.002	<0.001	<0.001	<0.001	0.0027	0.0014	<0.001	<0.001	<0.002	0.016	0.0013	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001
PCB n° 52		mg/kg MS	0.0043	<0.001	0.0016	0.0013	0.0041	0.0041	<0.001	0.0013	0.0043	0.032	0.0051	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.0026	
PCB n° 101		mg/kg MS	0.0087	<0.001	0.0049	0.0025	0.0068	0.0068	0.003	0.0026	0.0087	0.049	0.0064	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.0077	
PCB n° 118		mg/kg MS	0.0043	<0.001	0.0016	<0.001	0.0027	0.0041	<0.001	0.0013	0.0043	0.022	0.0064	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.0038	
PCB n° 138		mg/kg MS	0.012	<0.001	0.0081	0.0038	0.011	0.015	0.003	0.0039	0.012	0.048	0.012	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.013	0.027	<0.01	0.014	0.018	
PCB n° 153		mg/kg MS	0.014	0.0013	0.0098	0.0038	0.012	0.018	0.003	0.0039	0.014	0.068	0.013	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.013	0.027	<0.01	0.014	0.021	
PCB n° 180		mg/kg MS	0.0087	<0.003	0.0065	0.0025	0.0095	0.011	0.0015	0.0026	0.0087	0.037	0.0077	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.013	0.027	<0.01	0.014	0.021	
Somme des 7 PCB		mg/kg MS	0.052	0.0013	0.033	0.014	0.049	0.06	0.011	0.016	0.052	0.27	0.051	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.038	0.096	0.0035	0.068	0.035	
HAP	Naphtalène	mg/kg MS	<0.01	0.027	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.015	<0.01	0.016	<0.01	0.016	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
	Acénaphthylène	mg/kg MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.027	<0.01	<0.01	<0.01	0.032	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
	Acénaphthène	mg/kg MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
	Fluorène	mg/kg MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.016	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
	Phénanthrène	mg/kg MS	0.043	0.08	0.049	0.089	0.068	0.082	0.075	0.065	0.043	0.11	0.038	0.048	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.077	0.096	<0.01	0.068	<0.01	0.064	
	Anthracène																										

		Lône du Banc-rouge casier n°7													
		carrotte BRO10					carrotte BRO11				carrotte BRO12				
Echantillons	Unités	BRO 10.1	BRO 10.2	BRO 10.3	BRO 10.4	BRO 10.5	BRO 11.1	BRO 11.2	BRO 11.3	BRO 11.4	BRO 12.1	BRO 12.2	BRO 12.3	BRO 12.4	
Hauteur de prélèvement	m	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.10000	1.10000	1.10000	1.10000	1.10000	1.10000	1.10000	0.70000	
Hauteur de sédiments accumulés	m	5					4.4				4.4				
Granulométrie, matière organique et nutriments	Argile	g/kg	43	45	60	68	100	43	71	65	59	13	34	32	46
	Limons fins	g/kg	64	46	102	101	156	45	85	99	77	24	25	34	39
	Limons grossiers	g/kg	108	123	165	143	144	80	137	130	114	50	64	68	62
	Sables fins	g/kg	452	546	466	315	300	438	486	444	409	324	336	355	380
	Sables grossiers	g/kg	333	239	207	374	300	395	220	262	341	589	542	512	474
	Matière sèche	Gew%	83,0	83,3	80,8	79,0	74,5	83,8	83,5	79,4	76,1	90,6	89,5	97,3	88,4
	Perte au feu (550°C)	Gew%	2,8	2,0	1,9	2,0	1,9	2,4	1,9	1,7	1,4	1,6	2,0	1,8	1,7
	Carbone organique total (COT)	mg/kg	37	66	13	10	24	33	23	16	16	19	16	13	14
	Azote Kjeldahl (NTK)	mg/kg	970	200	180	410	690	740	310	510	500	540	420	220	420
	Densité en vrac	kg/m³	1395,80	1399,80	1507,40	1861,90	1815,70	1332,40	1417,50	1785,70	1855,50	1301,60	1337,10	1338,10	938,80
Nitrates (NO3)	mg/l	3,2	2,1	4,3	2,0	<1	2,0	1,7	<1	<1	1,2	<1	1,0	<1	
Nitrates (NO3-N)	mg/l	0,723	0,474	0,971	0,452	<0,226	0,452	0,384	<0,226	<0,226	0,271	<0,226	0,226	<0,226	
Nitrites (NO2)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Nitrites (NO2-N)	mg/l	<0,00304	<0,00304	<0,00304	<0,00304	0,00913	<0,00304	0,00304	0,00304	0,00304	<0,00304	<0,00304	<0,00304	<0,00304	
Ammonium (NH4)	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,10	0,16	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Azote ammoniacal (NH4-N)	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,08	0,12	<0,04	<0,04	0,05	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	
Azote total	mg/l	0,72	0,47	0,97	0,45	0,0091	0,45	0,39	0,0030	0,0030	0,27	2	0,23	-/-	
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2,0	<2	<2	
pH		8,3 à 21,2°C	8,6 à 21,3°C	8,6 à 21,4°C	8,5 à 21,3°C	8,4 à 21,3°C	8,3 à 21,3°C	8,4 à 21,4°C	8,6 à 21,3°C	8,1 à 21,3°C	8,7 à 20,8°C	8,6 à 20,9°C	8,8 à 20,8°C	8,8 à 21°C	
Conductivité [25°C]	µS/cm	81	73	89	128	141	79	79	88	101	60	58	55	58	
Arsenic (As)	mg/kg	13	12	13	11	13	13	16	13	9	9	13	11	11	
Aluminium (Al)	mg/kg	7300	7200	7800	7300	8500	7600	7500	6900	7100	6700	6600	6500	6600	
Chrome (Cr) total	mg/kg	19	17	19	20	19	22	24	22	17	16	21	19	18	
Métaux lourds	Fer (Fe)	mg/kg	18000	17000	19000	17000	19000	18000	19000	16000	17000	16000	15000	16000	
	Nickel (Ni)	mg/kg	22	21	23	20	23	23	25	23	22	20	22	22	
	Cuivre (Cu)	mg/kg	16	16	17	15	17	17	18	17	14	10	15	14	
	Zinc (Zn)	mg/kg	64	68	62	69	61	65	80	71	54	55	75	67	
	Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
	Plomb (Pb)	mg/kg	31	37	39	39	37	29	37	31	19	19	33	25	
	Mercuré (Hg)	mg/kg	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	<0,1	<0,1	0,2	0,1	
	PCB n° 28	mg/kg	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
	PCB n° 52	mg/kg	0,00241	0,00240	<0,001	<0,001	<0,001	0,00239	0,00359	0,00252	<0,001	0,00110	0,00335	0,00308	
	PCB n° 101	mg/kg	0,00602	0,00600	0,00124	<0,001	<0,001	0,00716	0,0108	0,0101	<0,001	0,00331	0,00894	0,00822	
PCB	PCB n° 118	mg/kg	0,00361	0,00480	<0,001	<0,001	<0,001	0,00358	0,00599	0,00756	<0,001	0,00221	0,00447	0,00411	
	PCB n° 138	mg/kg	0,0133	0,00960	0,00248	<0,001	<0,001	0,0179	0,0228	0,0252	0,00131	0,00773	0,0190		
	PCB n° 153	mg/kg	0,0157	0,00840	0,00124	<0,001	<0,001	0,0215	0,0228	0,0252	<0,001	0,00993	0,0212		
	PCB n° 180	mg/kg	0,0120	0,00480	<0,001	<0,001	<0,001	0,0167	0,0180	0,0214	<0,001	0,00773	0,0179		
	Somme des 7 PCB	mg/kg	0,0530	0,0360	0,00495	0,0035	0,0035	0,0692	0,0838	0,0919	0,00131	0,0320	0,0749		
	Naphtalène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
	Acénaphtylène	mg/kg	<0,01	0,02	0,02	0,03	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
	Acénaphène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	
HAP	Fluorène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	
	Phénanthrène	mg/kg	0,07	0,12	0,09	0,10	0,05	0,07	0,11	0,09	0,03	0,04	0,06		
	Anthracène	mg/kg	0,04	0,05	0,04	0,05	0,03	0,02	0,04	0,04	<0,01	0,01	0,02		
	Fluoranthène (*)	mg/kg	0,17	0,22	0,15	0,24	0,09	0,13	0,22	0,18	0,04	0,09	0,11		
	Pyrène	mg/kg	0,12	0,17	0,11	0,18	0,08	0,11	<0,18	<0,14	0,03	0,07	<0,10		
	Benzo(a)anthracène	mg/kg	0,10	0,16	0,09	0,14	0,04	0,06	0,12	0,10	<0,01	0,06	0,08		
	Chrysène	mg/kg	0,11	0,16	0,09	0,14	0,04	0,07	0,13	0,10	0,01	0,08	0,09		
	Benzo(b)fluoranthène (*)	mg/kg	0,13	0,26	0,12	0,20	0,07	0,11	0,20	0,16	0,03	0,09	0,18		
	Benzo(k)fluoranthène (*)	mg/kg	0,05	0,08	0,05	0,08	0,03	0,04	0,07	0,06	<0,01	0,03	0,06		
	Benzo(a)pyrène (*)	mg/kg	0,10	0,18	0,09	0,14	0,04	0,07	0,13	0,11	0,01	0,04	0,11		
	Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg	<0,02	<0,04	<0,02	<0,03	<0,01	<0,02	<0,03	<0,02	<0,01	<0,02	<0,03		
	Benzo(ghi)pérylène (*)	mg/kg	0,06	0,13	0,05	0,09	0,03	0,05	0,10	0,08	<0,01	0,03	0,08		
	Indéno(123-cd)pyrène (*)	mg/kg	0,06	0,11	0,05	0,09	0,03	0,04	0,08	0,06	<0,01	0,02	0,07		
	Somme des HAP	mg/kg	1,0	1,7	0,94	1,5	0,54	0,78	1,2	0,99	0,14	0,56	0,85		
QSM		0.21309283	0.22432379	0.21616594	0.20659365	0.20171646	0.20784213	0.26118669	0.23610877	0.15996207	0.15773702	0.22164376	0.18994084	0.20112356	

		Lône du Banc-rouge casier n°12									
		carrotte BRO13	carrotte BRO14		carrotte BRO15		carrotte BRO16			carrotte BRO18	carrotte BRO22
		Echantillons	BRO 13.1	BRO 14.1	BRO 14.2	BRO 15.1	BRO 15.2	BRO 16.1	BRO 16.2	BRO 16.3	BRO 18.1
Hauteur de prélèvement		0.20000	1.00000	0.55000	1.15000	1.15000	1.00000	1.00000	1.00000	0.20000	0.90000
Hauteur de sédiments accumulés		0.2	1.5		2.3		3			0.2	0.9
Granulométrie, matière organique et nutriments	Argile	84	79	73	34	55	54	52		49	53,7
	Limons fins	103	119	205	51	29	14	39		26	180,5
	Limons grossiers	184	241	278	96	33	24	55		33	105,5
	Sables fins	492	450	382	321	139	136	177		170	452,1
	Sables grossiers	137	111	62	498	743	772	678		722	155,9
	Matière sèche	73,8	72,3	69,8	87,4	80,3	89,4	79,6	73,6	95,7	79
	Perte au feu (550°C)	3,1	2,8	0,9	1,9	2,8	1,1	1,8		2,2	34000
	Carbone organique total (COT)	27	24	42	21	12	13	18	24	10	7900
	Azote Kjeldahl (NTK)	900	730	710	390	700	250	470	600	320	880
	Densité en vrac	1708,40	1642,00	1789,70	1521,30	1857,60	1379,50	1505,70		1494,60	1420,5
Nitrates (NO3)	<1	<1	<1	1,0	<1	<1	1,2	<1	1,6	4	
Nitrates (NO3-N)	<0,226	<0,226	<0,226	0,226	<0,226	<0,226	0,271	<0,226	0,361	0,90	
Analyses sur lixiviat	Nitrites (NO2)	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Nitrites (NO2-N)	<0,00304	<0,00304	<0,00304	0,00304	<0,00304	<0,00304	<0,00304	<0,00304	<0,00304	<0,003
	Ammonium (NH4)	<0,05	<0,05	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,13	<0,05	<0,05
	Azote ammoniacal (NH4-N)	<0,04	<0,04	0,09	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,10	<0,04	4,5
	Azote total	2,3	2	-/-	0,23	-/-	-/-	2,6	2,7	0,36	3,6
	Azote Kjeldahl (NTK)	2,3	2,0	<2	<2	<2	<2	2,3	2,7	<2	3,6
	pH	8,3 à 21,1°C	8,3 à 21,2°C	8,3 à 21,4°C	8,3 à 21,2°C	8,7 à 21,4°C	8,9 à 21,6°C	8,4 à 21,6°C	8,3 à 21,6°C	8,7 à 21,8°C	7,6
	Conductivité [25°C]	103	103	94	82	54	38	72	93	44	200
	Arsenic (As)	9	16	22	7	8	5	9	15	4	<3
	Aluminium (Al)	7900	9200	9900	5300	4900	4500	6100	8000	3200	
Métaux lourds	Chrome (Cr) total	20	33	42	16	15	12	20	29	10	<5
	Fer (Fe)	17000	20000	24000	13000	12000	11000	16000	19000	8600	
	Nickel (Ni)	24	32	39	18	17	14	21	29	11	<10
	Cuivre (Cu)	16	27	41	11	10	7	13	23	5	<5
	Zinc (Zn)	58	93	140	49	48	38	57	84	29	<50
	Cadmium (Cd)	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<1,5
	Plomb (Pb)	17	38	57	17	16	11	20	34	<10	<10
	Mercuré (Hg)	<0,1	0,2	0,5	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
	PCB n° 28	<0,001	0,00277	0,00143	<0,001	0,00125	<0,001	<0,001	0,00272	<0,001	<0,01
	PCB n° 52	<0,001	0,00692	0,0115	<0,001	0,00623	<0,001	0,00377	0,00408	<0,001	<0,01
PCB	PCB n° 101	0,00271	0,0194	0,0344	0,00229	0,00872	0,00224	0,00754	0,00815	<0,001	<0,01
	PCB n° 118	0,00136	0,00692	0,0129	0,00114	0,00374	<0,001	0,00377	0,00408	<0,001	<0,01
	PCB n° 138	0,00542	0,0332	0,0559	0,00458	0,00872	0,00559	0,0163	0,0177	0,00104	<0,01
	PCB n° 153	0,00678	0,0360	0,0559	0,00572	0,0112	0,00559	0,0201	0,0190	0,00104	<0,01
	PCB n° 180	0,00542	0,0332	0,0544	0,00458	0,00747	0,00671	0,0163	0,0177	0,00104	<0,01
	Somme des 7 PCB	0,0217	0,138	0,226	0,0183	0,0473	0,0201	0,0678	0,0734	0,00313	0,0035
	Naphtalène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
	Acénaphthylène	<0,01	0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
HAP	Acénaphthène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
	Fluorène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03
	Phénanthrène	0,03	0,12	0,11	0,02	0,04	0,03	0,06	0,04	<0,01	0,051
	Anthracène	<0,01	0,04	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,01	<0,01	<0,03
	Fluoranthène (*)	0,05	0,22	<0,20	0,05	0,07	0,06	0,15	0,10	<0,01	0,089
	Pyrène	0,04	0,19	0,19	0,03	0,06	0,04	0,11	0,08	<0,01	0,076
	Benzo(a)anthracène	0,03	0,12	0,14	0,02	0,04	0,03	0,08	0,05	<0,01	0,051
	Chrysène	0,03	0,14	0,14	0,03	0,04	0,03	0,10	0,05	<0,01	0,051
	Benzo(b)fluoranthène (*)	0,04	0,21	0,26	0,05	0,05	0,06	0,11	0,10	<0,01	0,063
	Benzo(k)fluoranthène (*)	0,01	0,07	0,09	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	<0,01	<0,03
	Benzo(a)pyrène (*)	0,03	0,12	0,14	0,03	0,04	0,03	0,08	0,07	<0,01	0,051
	Dibenzo(ah)anthracène	<0,01	<0,03	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,01	<0,03
	Benzo(ghi)pérylène (*)	0,01	0,08	0,10	0,02	0,02	0,02	0,05	0,04	<0,01	<0,03
	Indéno(123-cd)pyrène (*)	0,01	0,08	0,09	0,02	0,02	0,01	0,05	0,04	<0,01	<0,03
Somme des HAP	0,28	1,4	1,3	0,30	0,41	0,35	0,85	0,63	0,01	0,43	
QSM		0.1707315	0.2943281	0.45300028	0.16098883	0.14392521	0.1105493	0.17360258	0.27089502	0.09027049	0.169234

		Lône du Banc-Rouge Casier 15																								
		carrotte BRO1		carrotte BRO2		carrotte BRO3		carrotte BRO4		carrotte BRO5		carrotte BRO6		carrotte BRO7		carrotte BRO8		carrotte BRO9			carrotte BRO19		carrotte BRO20		carrotte BRO21	
Echantillons	Unités	BRO 1.1	BRO 1.2	BRO 2.1	BRO 3.1	BRO 3.2	BRO 4.1	BRO 4.2	BRO 5.1	BRO 6.1	BRO 7.1	BRO 8.1	BRO 9.1	BRO 9.2	BRO 9.3	BRO 19.1	BRO 19.2	BRO 20	BRO 21.1	BRO 21.2						
Hauteur de prélèvement	m	1.00000	0.54000	0.67000	0.65000	0.70000	1.00000	0.50000	0.40000	0.81000	0.85000	0.70000	1.10000	1.10000	1.10000	0.6	0.6	0.6	1.00000	1.00000						
Hauteur de sédiments accumulés	m	1.5		0.6	1.3		1.5		0.5	0.8		0.7				1.2		0.6	2							
Granulométrie, matière organique et nutriments	Argile	g/kg	49	30	33	39	43	45	36	85	53	30	56	33	23	26	53,3	37,9	60,6	7,4	102,3					
	Limons fins	g/kg	67	30	41	69	51	51	65	113	85	119	48	36	23	34	132,9	133,4	122,3	183,5	188,5					
	Limons grossiers	g/kg	113	40	83	115	99	105	132	171	140	183	88	60	39	39	175,6	95	168,6	144,6	232,3					
	Sables fins	g/kg	501	325	386	414	496	568	674	401	440	466	561	406	312	326	443,3	546,8	402,1	318,8	373,3					
	Sables grossiers	g/kg	269	575	457	363	311	230	94	230	282	201	246	465	603	575	126,1	90,8	176,7	261,4	82,9					
	Matière sèche	Gew%	86,7	85,1	85,2	89,4	84,0	86,1	78,6	86,1	76,4	81,6	80,5	87,5	92,5	91,0	76,8	80,3	75,6	81,5	75,8					
	Perte au feu (550°C)	Gew%	2,3	1,8	2,3	2,7	2,4	2,1	2,3	2,8	2,3	2,4	1,6	1,8	1,5	1,4	36000	25000	34000	27000	29000					
	Carbone organique total (COT)	mg/kg	43	26	36	41	35	38	33	49	43	47	170	35	15	9	10000	6500	6900	3900	11000					
	Azote Kjeldahl (NTK)	mg/kg	910	460	740	700	700	710	640	950	900	980	870	840	380	420	1000	630	1500	830	700					
	Densité en vrac	kg/m³	1332,70	1338,60	1377,80	1275,30	1400,90	1270,60	1461,80	1357,20	1775,40	1446,30	1341,30	1361,80	1279,50	1370,90	1340,1	1341,1	1301,6	1790,7	1859,5					
Nitrates (NO3)	mg/l	1,2	<1	1,3	1,4	1,3	1,4	1,5	1,9	1,3	1,7	2,4	1,7	1,8	1,4	<1	<1	1,4	<1	<1						
Nitrates (NO3-N)	mg/l	0,271	<0,226	0,294	0,316	0,294	0,316	0,339	0,429	0,294	0,384	0,542	0,384	0,407	0,316	<0,23	<0,23	0,32	<0,23	<0,23						
Analyses sur lixiviat	Nitrites (NO2)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01						
	Nitrites (NO2-N)	mg/l	<0,00304	<0,00304	<0,00304	<0,00304	<0,00304	<0,00304	<0,00304	0,00304	<0,00304	0,00304	<0,00304	<0,00304	<0,00304	<0,00304	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003					
	Ammonium (NH4)	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05						
	Azote ammoniacal (NH4-N)	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,05	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04						
	Azote total	mg/l	5,4	-/	0,29	0,32	0,29	0,32	0,34	0,43	0,30	0,38	0,55	2,6	0,41	0,32	2,3	2,5	2,6	3,3	3					
	Azote Kjeldahl (NTK)	mg/l	5,1	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2,2	<2	<2	2,3	2,5	2,6	3,3	3					
	pH		8,2 à 21,3°C	8,6 à 21,2°C	8,4 à 21,2°C	8,2 à 21,3°C	8,3 à 21,3°C	8,3 à 21,3°C	8,3 à 21,3°C	8,1 à 21,3°C	8,1 à 21,2°C	8,2 à 21,4°C	8,2 à 21,4°C	8,3 à 21,3°C	8,6 à 21,2°C	8,7 à 21,2°C	7,6	7,8	8,3	8,7	7,9					
	Conductivité [25°C]	µS/cm	87	61	91	98	85	90	91	65	113	116	100	78	55	64	150	160	99	110	170					
	Arsenic (As)	mg/kg	12	9	13	10	10	15	18	13	13	15	11	10	8	9	<3	<3	<3	<3	<3					
	Aluminium (Al)	mg/kg	7500	7300	7200	7300	7400	8300	8300	8000	7700	8100	8200	6500	6100	6300										
Métaux lourds	Chrome (Cr) total	mg/kg	25	22	22	20	20	25	32	25	22	28	18	14	12	<5	<5	<5	<5	<5						
	Fer (Fe)	mg/kg	17000	16000	17000	16000	17000	20000	20000	18000	18000	19000	19000	16000	14000	15000										
	Nickel (Ni)	mg/kg	26	24	25	23	23	28	30	28	25	28	23	17	15	16	<10	<10	<10	<10	<10					
	Cuivre (Cu)	mg/kg	17	16	15	15	14	18	25	29	17	21	14	10	8	9	9	<5	<5	<5	<5	<5				
	Zinc (Zn)	mg/kg	71	85	66	67	63	71	95	74	65	80	61	47	44	46	<50	<50	<50	<50	<50					
	Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5					
	Plomb (Pb)	mg/kg	31	32	31	25	25	36	57	29	26	35	23	24	14	13	<10	<10	<10	<10	<10					
	Mercure (Hg)	mg/kg	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1					
	PCB n° 28	mg/kg	<0,001	<0,001	0,00235	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001					
	PCB n° 52	mg/kg	0,00231	0,00588	0,00469	0,00224	0,00357	0,00232	0,00509	0,00232	0,00131	0,00368	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001					
PCB	PCB n° 101	mg/kg	0,00577	0,0141	0,0117	0,00447	0,00714	0,00465	0,0140	0,00465	0,00654	0,00858	0,00248	<0,001	<0,001	<0,001	0,012	0,012	<0,01	<0,01	0,013					
	PCB n° 118	mg/kg	0,00231	0,00470	0,00469	0,00224	0,00357	0,00232	0,00636	0,00232	0,00524	0,00490	0,00124	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001					
	PCB n° 138	mg/kg	0,0104	0,0270	0,0188	0,00783	0,0119	0,0116	0,0267	0,0116	0,0196	0,0196	0,00621	0,00114	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,037	<0,01	<0,01	0,04				
	PCB n° 153	mg/kg	0,0127	0,0294	0,0211	0,0101	0,0143	0,0139	0,0318	0,0139	0,0209	0,0233	0,00745	0,00114	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,037	<0,01	<0,01	0,04				
	PCB n° 180	mg/kg	0,0104	0,0259	0,0211	0,00783	0,0107	0,0105	0,0254	0,0105	0,0183	0,0184	0,00621	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,025	<0,01	<0,01	<0,01	0,04				
	Somme des 7 PCB	mg/kg	0,0438	0,107	0,0845	0,0347	0,0512	0,0453	0,109	0,0453	0,0720	0,0784	0,0236	0,00229	0,0035	0,0035	0,0035	0,11	0,0035	0,0035	0,13					
	Naphtalène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01					
	Acénaphthylène	mg/kg	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01					
	HAP	Acénaphthène	mg/kg	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01					
		Fluorène	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Phénanthrène		mg/kg	0,07	0,13	0,09	0,04	0,08	0,12	0,11	0,05	0,04	0,06	0,06	0,05	0,01	0,04	0,065	0,11	<0,03	0,13	0,12					
Anthracène		mg/kg	0,02	0,04	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,01	<0,03	0,037	<0,03	<0,03	<0,03					
Fluoranthène (*)		mg/kg	0,13	0,24	0,18	0,10	0,13	0,20	0,22	0,09	0,10	0,13	0,11	0,10	0,03	0,09	0,091	0,21	0,066	0,18	0,21					
Pyrène		mg																								

Annexe 2 Résultats des tests éco-toxicologiques

Lône des Dames														
			carotte 25			carotte 26		carotte 23		carotte 22		carotte 21		
Paramètres	Unité	Matrice	GRA 25S	GRA 25M	GRA 25F	GRA 26S	GRA 26F	GRA 24	GRA 23S	GRA 23F	GRA 22S	GRA 22F	GRA 21S	GRA 21F
Brachionus calyciflorus CE50 48h	%	E/L	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90
Brachionus calyciflorus CE20 48h	%	E/L	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90

Lône du Banc-Rouge Casier 15													
			carotte BRO1		carotte BRO2	carotte BRO3		carotte BRO4		carotte BRO5	carotte BRO6	carotte BRO7	carotte BRO8
Paramètres	Unité	Matrice	BRO 1.1	BRO 1.2	BRO 2.1	BRO 3.1	BRO 3.2	BRO 4.1	BRO 4.2	BRO 5.1	BRO 6.1	BRO 7.1	BRO 8.1
Brachionus calyciflorus CE50 48h	%	E/L	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90	>90	> 90	> 90	> 90	> 90
Brachionus calyciflorus CE20 48h	%	E/L	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90	>90	> 90	> 90	> 90	> 90

Lône du Banc-Rouge Casier 15										
			carotte BRO9			carotte BRO19		carotte BRO20	carotte BRO21	
Paramètres	Unité	Matrice	BRO 9.1	BRO 9.2	BRO 9.3	BRO 19.1	BRO 19.2	BRO 20	BRO 21.1	BRO 21.2
Brachionus calyciflorus CE50 48h	%	E/L	> 90	> 90	> 90	>90	>90	>90	env 90	>90
Brachionus calyciflorus CE20 48h	%	E/L	62	> 90	23	>90	>90	>90	72	>90

Lône du Banc-rouge casier n°7															
			carotte					carotte					carotte		
Paramètres	Unité	Matrice	BRO 10.1	BRO 10.2	BRO 10.3	BRO 10.4	BRO 10.5	BRO 11.1	BRO 11.2	BRO 11.3	BRO 11.4	BRO 12.1	BRO 12.2	BRO 12.3	BRO 12.4
Brachionus calyciflorus CE50 48h	%	E/L	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90	>90	>90	>90	>90	53	>90
Brachionus calyciflorus CE20 48h	%	E/L	> 90	> 90	> 90	> 90	> 90	6	> 90	>90	27	24	5	3	17

Lône du Banc-rouge casier n°12												
			carotte BRO13	carotte BRO14		carotte BRO15	carotte BRO16			carotte BRO18	carotte BRO22	
Paramètres	Unité	Matrice	BRO 13.1	BRO 14.1	BRO 14.2	BRO 15.1	BRO 15.2	BRO 16.1	BRO 16.2	BRO 16.3	BRO 18.1	BRO 22
Brachionus calyciflorus CE50 48h	%	E/L	>90	>90	>90	>90	>90	>90	15		>90	>90
Brachionus calyciflorus CE20 48h	%	E/L	>90	17	46	9	5	>90	<1		>90	63

Annexe 3 Résultats des tests de lixiviations

Lône du Banc-rouge															
Casier n°7															
Paramètre	Unité	Matrice	carrotte					carrotte				carrotte			
			BRO 10.1	BRO 10.2	BRO 10.3	BRO 10.4	BRO 10.5	BRO 11.1	BRO 11.2	BRO 11.3	BRO 11.4	BRO 12.1	BRO 12.2	BRO 12.3	BRO 12.4
Somme des 7 PCB	mg/kg	MB	0.053	0.036	0.005	0.0035	0.0035	0.069	0.084	0.092	0.0013	0.032	0.075	0.062	0.07
Somme des HAP	mg/kg	MS	1	1.7	0.94	1.5	0.54	0.78	1.2	0.99	0.14	0.56	0.85	0.83	1.5
Indice hydrocarbure C10-C40 HCT	mg/kg	MS	<10	<10	<10	19	<20	<10	<10	<10	<20	<10	<10	<10	23
Somme des CAV	mg/kg	MS	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Arsenic (As)	mg/kg	MS	0.1	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.07	0.03	<0.03	<0.03	0.07	0.09	0.05	0.04
Baryum (Ba)	mg/kg	MS	0.2	0.29	0.26	0.24	0.39	0.21	0.33	0.34	0.19	0.14	0.18	0.17	0.21
Plomb (Pb)	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Cadmium (Cd)	mg/kg	MS	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
Chrome (Cr) total	mg/kg	MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cuivre (Cu)	mg/kg	MS	0.08	0.07	<0.05	<0.05	<0.1	0.11	0.06	<0.05	0.07	0.05	0.06	<0.05	<0.05
Molybdène (Mo)	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Nickel (Ni)	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Sélénium (Se)	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Zinc (Zn)	mg/kg	MS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.8	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Antimoine (Sb)	mg/kg	MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Mercure (Hg)	mg/kg	MS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Chlorures (Cl)	mg/kg	MS	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Sulfates (SO4)	mg/kg	MS	<100	<100	<100	260	280	<100	<100	<100	150	<100	<100	<100	<100
Fluorures (F)	mg/kg	MS	<10	<10	<10	10	<10	<10	20	20	<10	<10	<10	<10	<10
Phénol (indice) sans distillation	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Carbone organique total (COT)	mg/kg	MS	37	66	13	10	24	33	23	16	16	19	16	13	14
Carbone organique total (COT)	mg/kg	MB	7 500	12 000	11 000	20 000	6 800	15 000	10 000	6 800	4 000	11 000	21 000	5 500	9 200
Fraction soluble	mg/kg	MS	<1000	<1000	<1000	<1000	1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000
Résultat par carotte			Inerte					Non dangereux				Inerte			

Lône du Banc-rouge												
Casier n°12												
			carotte BRO13	carotte BRO14		carotte BRO15		carotte BRO16			carotte BRO18	carotte BRO22
Paramètre	Unité	Matrice	BRO 13.1	BRO 14.1	BRO 14.2	BRO 15.1	BRO 15.2	BRO 16.1	BRO 16.2	BRO 16.3	BRO 18.1	BRO 22
Somme des 7 PCB	mg/kg	MB	0.022	0.14	0.23	0.018	0.047	0.02	0.068	0.073	0.0031	0.0035
Somme des HAP	mg/kg	MS	0.28	1.4	1.3	0.3	0.41	0.35	0.85	0.63	0.01	0.43
Indice hydrocarbure C10-C40 HCT	mg/kg	MS	<10	35	37	<10	<10	<10	18	19	<10	<10
Somme des CAV	mg/kg	MS	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Arsenic (As)	mg/kg	MS	<0.03	0.04	0.09	0.04	0.08	0.05	0.05	0.06	0.04	<0,03
Baryum (Ba)	mg/kg	MS	0.17	0.31	0.39	0.15	0.08	0.09	0.1	0.16	0.08	0,2
Plomb (Pb)	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg	MS	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0,015
Chrome (Cr) total	mg/kg	MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0,05
Cuivre (Cu)	mg/kg	MS	0.06	0.07	0.08	0.05	0.08	<0.05	<0.05	0.05	<0.05	<0,05
Molybdène (Mo)	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0,1
Nickel (Ni)	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0,1
Sélénium (Se)	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0,1
Zinc (Zn)	mg/kg	MS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0,5
Antimoine (Sb)	mg/kg	MS	<0.05	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0,05
Mercure (Hg)	mg/kg	MS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0,001
Chlorures (Cl)	mg/kg	MS	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Sulfates (SO4)	mg/kg	MS	<100	130	110	<100	<100	<100	<100	<100	<100	350
Fluorures (F)	mg/kg	MS	<10	10	<10	<10	<10	<10	20	20	<10	<10
Phénol (indice) sans distillation	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<10
Carbone organique total (COT)	mg/kg	MS	27	24	42	21	12	13	18	24	10	35
Carbone organique total (COT)	mg/kg	MB	15 000	13 000	18 000	11 000	10 000	2 800	4 600	8 200	4 300	7900
Fraction soluble	mg/kg	MS	<1000	1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	1400
Résultat par carotte			Inerte					Non dangereux			Inerte	

Lône du Banc-Rouge																										
Casier n° 15																										
		carrotte BRO1		carrotte BRO2		carrotte BRO3		carrotte BRO4		carrotte BRO5		carrotte BRO6		carrotte BRO7		carrotte BRO8		carrotte BRO9			carrotte BRO19		carrotte BRO20		carrotte BRO21	
Paramètre	Unité	Matrice	BRO 1.1	BRO 1.2	BRO 2.1	BRO 3.1	BRO 3.2	BRO 4.1	BRO 4.2	BRO 5.1	BRO 6.1	BRO 7.1	BRO 8.1	BRO 9.1	BRO 9.2	BRO 9.3	BRO 19.1	BRO 19.2	BRO 20	BRO 21.1	BRO 21.2					
Somme des 7 PCB	mg/kg	MB	0.044	0.11	0.085	0.035	0.051	0.045	0.11	0.045	0.072	0.078	0.024	0.0023	0.0035	0.0035	0.0035	0.11	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035				
Somme des HAP	mg/kg	MS	0.72	1.4	1.1	0.63	0.82	1	1.3	0.59	0.6	0.86	0.6	0.54	0.13	0.42	0.4	1.4	0.17	1.1	1.2					
Indice hydrocarbure C10-C40 HCT	mg/kg	MS	<10	<10	59	<10	<10	<10	14	15	22	<10	14	<10	<10	<10	<10	14	<10	<10	26					
Somme des CAV	mg/kg	MS	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5					
Arsenic (As)	mg/kg	MS	0.07	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.08	0.05	0.03	0.05	0.04	0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03					
Baryum (Ba)	mg/kg	MS	0.22	0.19	0.33	0.26	0.24	0.3	0.5	0.38	0.29	0.4	0.22	0.22	0.1	<0.15	0.22	0.31	0.12	0.11	0.37					
Plomb (Pb)	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1					
Cadmium (Cd)	mg/kg	MS	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015					
Chrome (Cr) total	mg/kg	MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05					
Cuivre (Cu)	mg/kg	MS	0.08	<0.05	0.06	<0.1	0.08	0.09	0.87	0.09	0.08	0.16	<0.2	0.07	1.2	<0.05	0.09	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05					
Molybdène (Mo)	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1					
Nickel (Ni)	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1					
Sélénium (Se)	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1					
Zinc (Zn)	mg/kg	MS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5					
Antimoine (Sb)	mg/kg	MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05					
Mercuré (Hg)	mg/kg	MS	0.001	0.001	0.001	<0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001					
Chlorures (Cl)	mg/kg	MS	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100					
Sulfates (SO4)	mg/kg	MS	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	290	<100	<100	110					
Fluorures (F)	mg/kg	MS	<10	20	<10	20	20	20	30	<10	<10	20	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10					
Phénol (indice) sans distillation	mg/kg	MS	<0.1	<0.1	<100	<0.1	<0.1	<0.1	<100	<0.1	<100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<10	<10	<10	<10	<10					
Carbone organique total (COT)	mg/kg	MS	43	26	36	41	35	38	33	49	43	47	170	35	15	9	29	26	<21	<21	<21					
Carbone organique total (COT)	mg/kg	MB	5 500	12 000	12 000	17 000	12 000	5 700	6 700	6 900	9 000	7 000	6 900	16 000	2 600	3 000	10000	6500	6900	3900	11000					
Fraction soluble	mg/kg	MS	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	1100	<1000	<1000	<1000					
Résultat par carotte			Non dangereux		Inerte	Non dangereux				Inerte	Inerte	Non dangereux	Inerte	Inerte												

Annexe 4 Cartographie –Cas particulier des PCB

Restauration des îlots et marges alluviales du Vieux-Rhône de Donzère-Mondragon

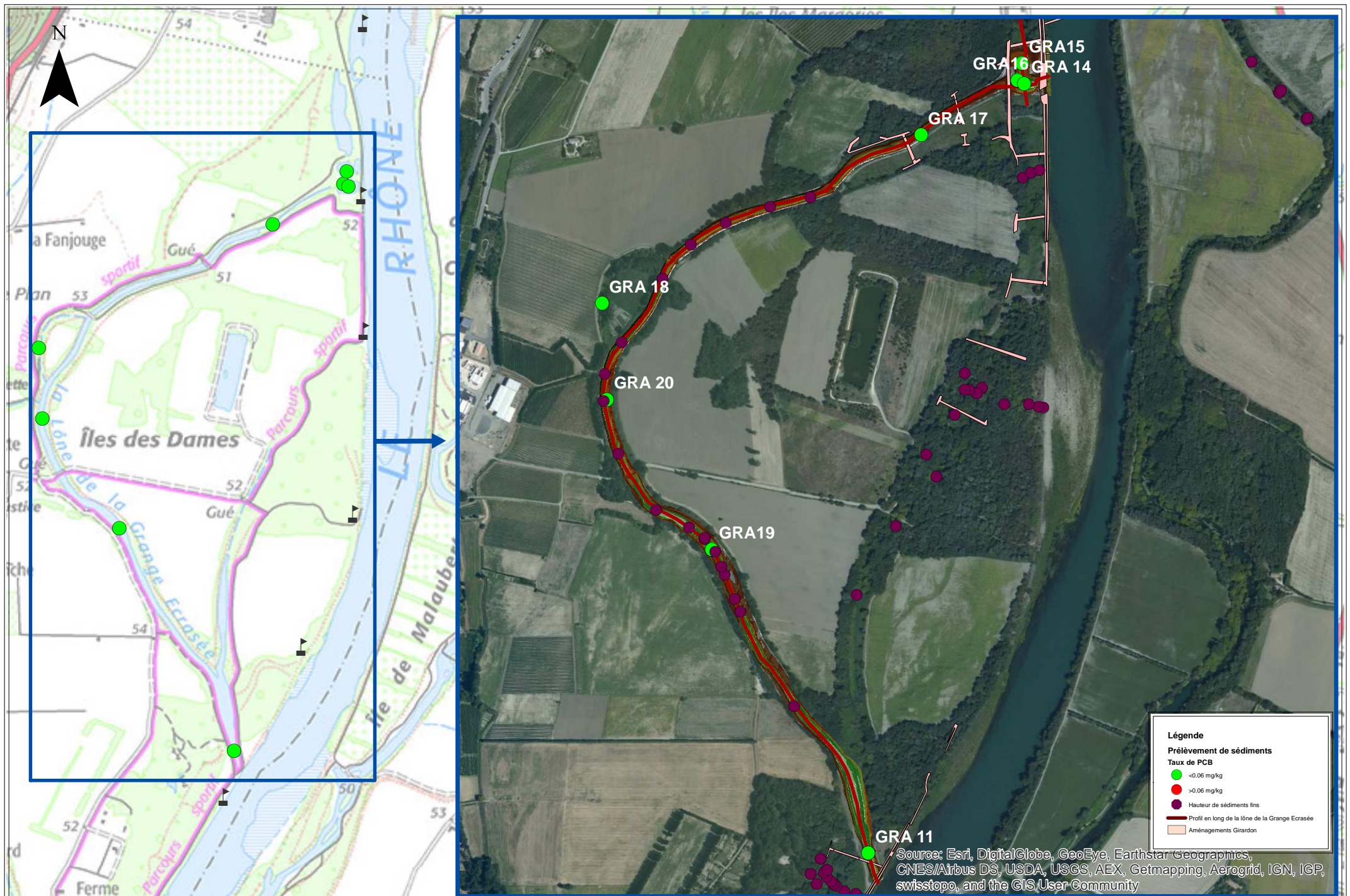
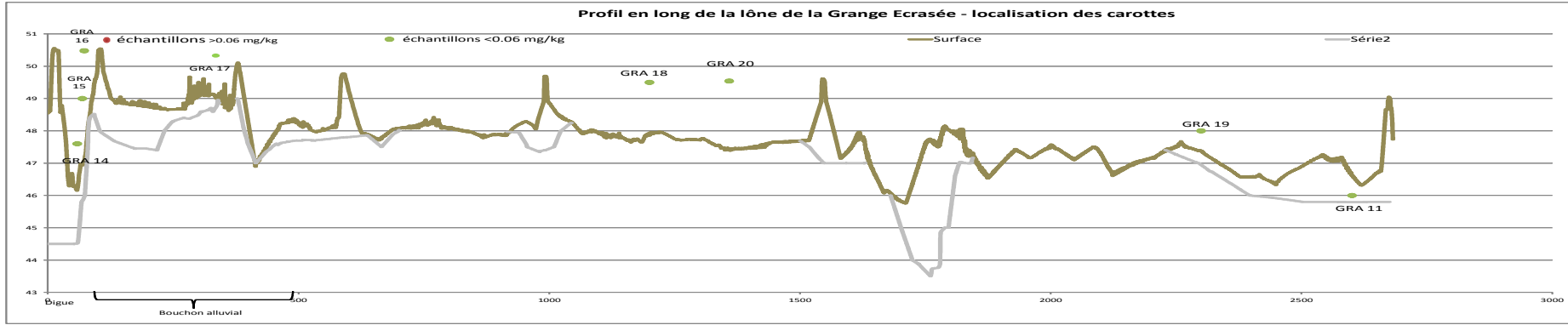
Quantité de PCB dans la îlône de la Grange Ecrasée

Octobre 2014

CMR / CMO

Plan I00764001029a

1:15000 / 1:1500

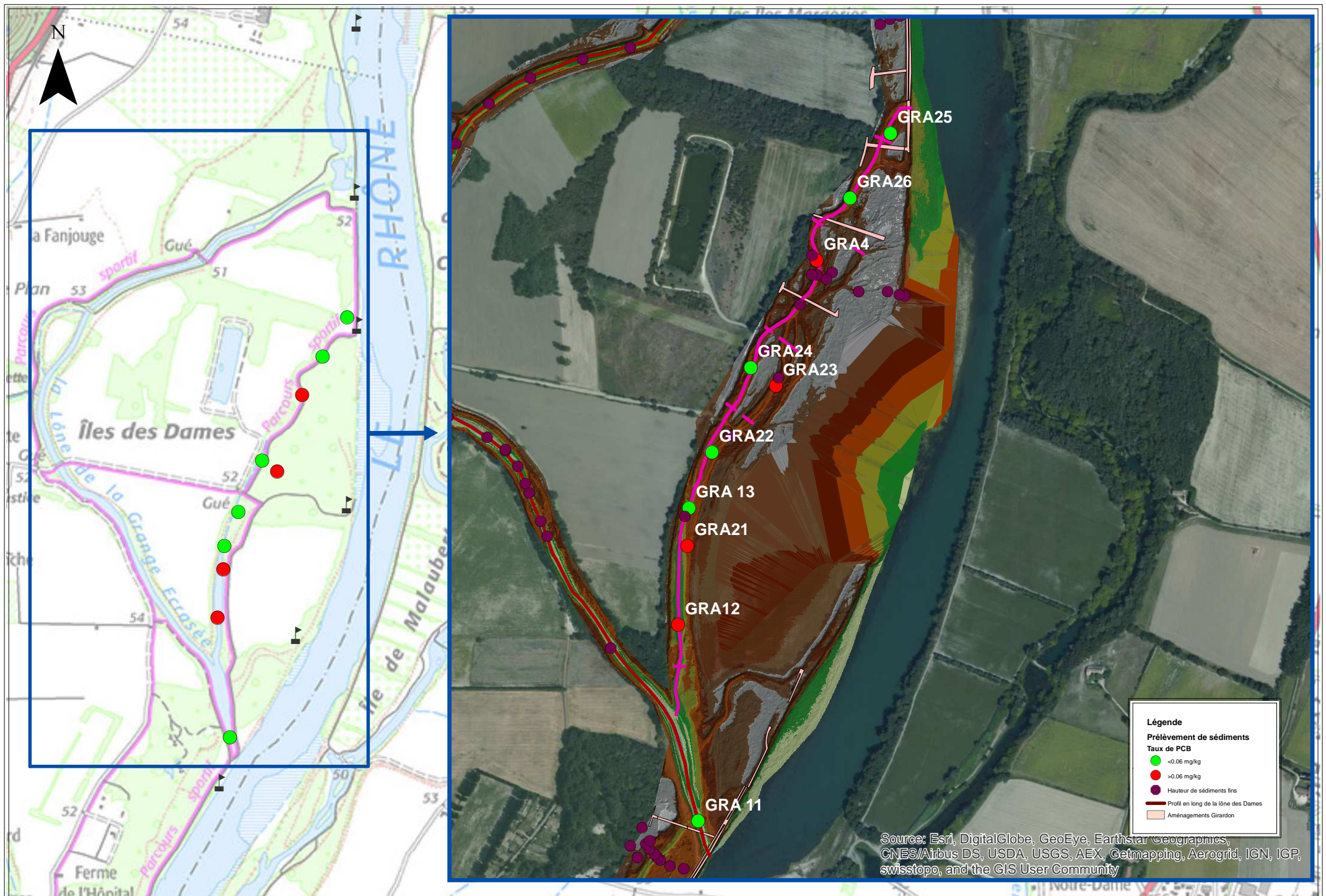
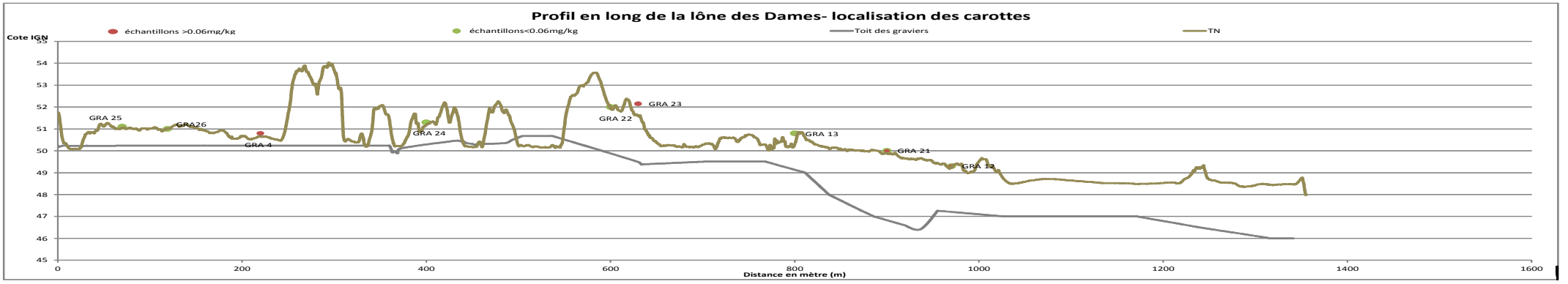


NOM ÉCHANTILLON	UNITEE	Profil en long 3							
		GRA 11.1	GRA 14.1	GRA 15.1	GRA 16.1	GRA 17.1	GRA 18.1	GRA 19.1	GRA 20.1
Somme des 7 PCB	mg/kg	0.0531	0.0053	0.0330	0.0145	0.0487	0.0599	0.0120	0.0161
Hauteur sédiments	m	0.7	0.7	1.5	1.0	1.3	1.3	1.5	1.5
Sommes pondérées	mg/kg	0.0531	0.0013	0.0330	0.0145	0.0487	0.0599	0.0120	0.0161
Max	mg/kg	0.0531	0.0013	0.0330	0.0145	0.0487	0.0599	0.0120	0.0161
Min	mg/kg	0.0531	0.0013	0.0330	0.0145	0.0487	0.0599	0.0120	0.0161
Moyenne pondérées	mg/kg	0.0531	0.0013	0.0330	0.0145	0.0487	0.0599	0.0120	0.0161
Moyenne profil	mg/kg	0.0300							
Volume de sédiments	m3	47000							
Densité en vrac	Kg/m3	1837.800	1460	1617	1094	1847	1369	1507	1519
Densité en vrac moyenne	Kg/m3	1531							
Densité max	Kg/m3	1847							
Densité min	Kg/m3	1094							
Masse de sédiment	Kg	71969338							
Masse de PCB Stockée	Kg	2.159							

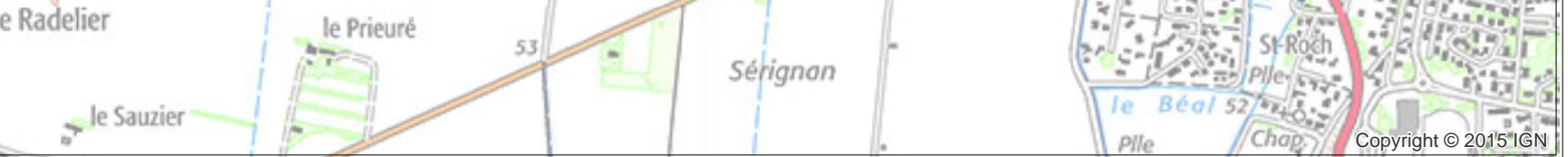
Restauration des îles et marges alluviales du Vieux-Rhône de Donzère-Mondragon

Quantité de PCB dans la île de la Grange Ecrasée

Octobre 2014
CMR / CMO
Plan I00764001029a
1:15000 / 1:1500



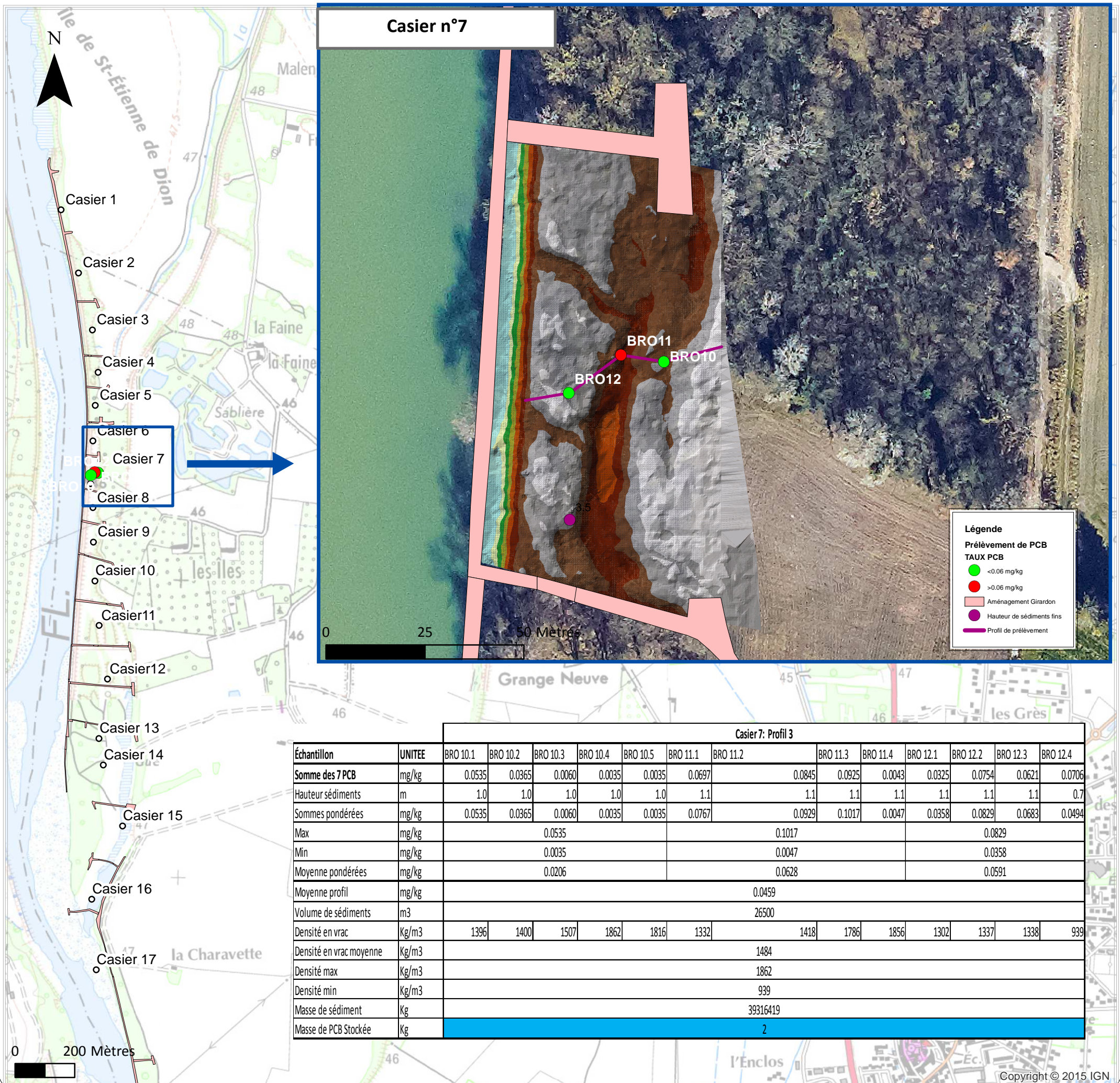
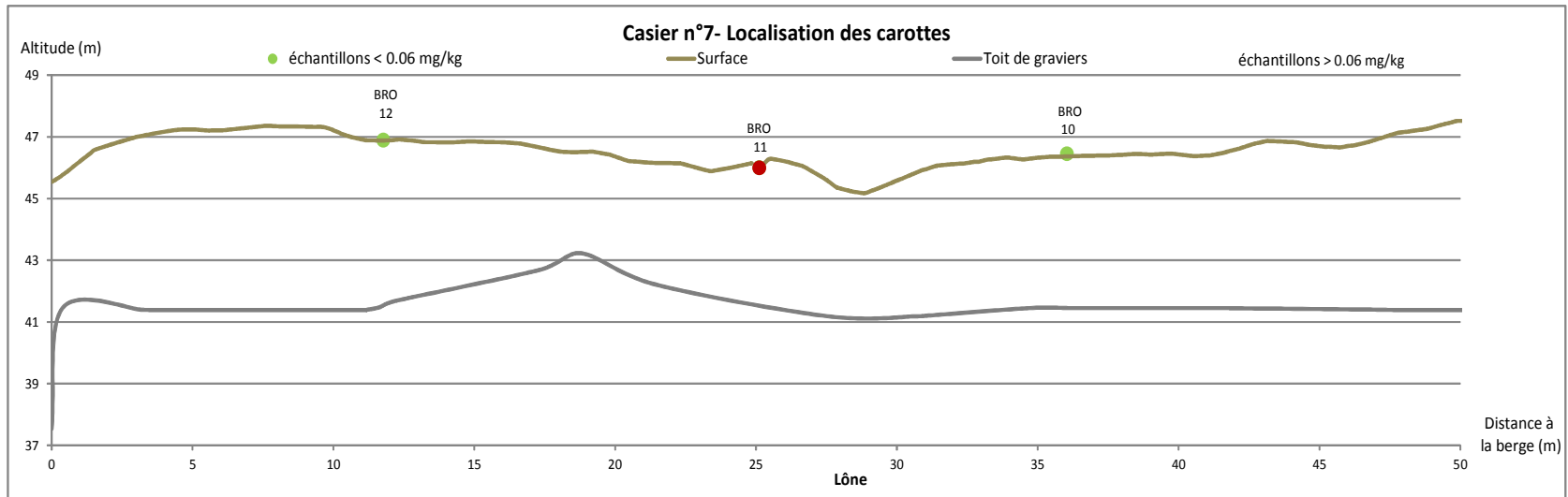
	Profil île des Dames															
UNITEE	GRA 4.1	GRA 12.1	GRA 13.1	GRA 25S	GRA 25M	GRA 25F	GRA 26S	GRA 26F	GRA 24	GRA 23S	GRA 23F	GRA 22S	GRA 22F	GRA 21S	GRA 21F	GRA 11.1
mg/kg	0.0671	0.2714	0.0512	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.038	0.096	0.0035	0.068	0.0035	0.12	0.00100
m	1.0	1.5	1.0	1.000	0.750	0.750	1.000	0.600	0.600	1.000	0.500	1.000	1.000	1.000	1.000	0.700
mg/kg	0.0671	0.2714	0.0512	0.004	0.003	0.003	0.004	0.002	0.002	0.038	0.048	0.004	0.068	0.004	0.120	0.001
mg/kg	0.0671	0.2714	0.0512		0.004		0.004		0.002	0.048		0.068		0.120	0.053	
mg/kg	0.0671	0.2714	0.0512		0.003		0.002		0.002	0.038		0.004		0.004	0.053	
mg/kg	0.0671	0.2714	0.0512		0.004		0.004		0.002	0.089		0.036		0.062	0.053	
mg/kg	0.0600															
m3	1800															
Kg/m3	1408	1725	1900	1837.800	1856	1497.800	1900	1678	1724.900	1889.500	1568	1616.500	1093.500	1847.300	1368.800	1837.800
Kg/m3	1672															
Kg/m3	1900															
Kg/m3	1094															
Kg	30092513															
Kg	2															



Restauration des îles et marges alluviales du Vieux-Rhône de Donzère-Mondragon

Quantité de PCB dans le casier n°7 de la île du Banc Rouge

Octobre 2014
CMR / CMO
Plan I00764001020a
1:7000 / 1:1700

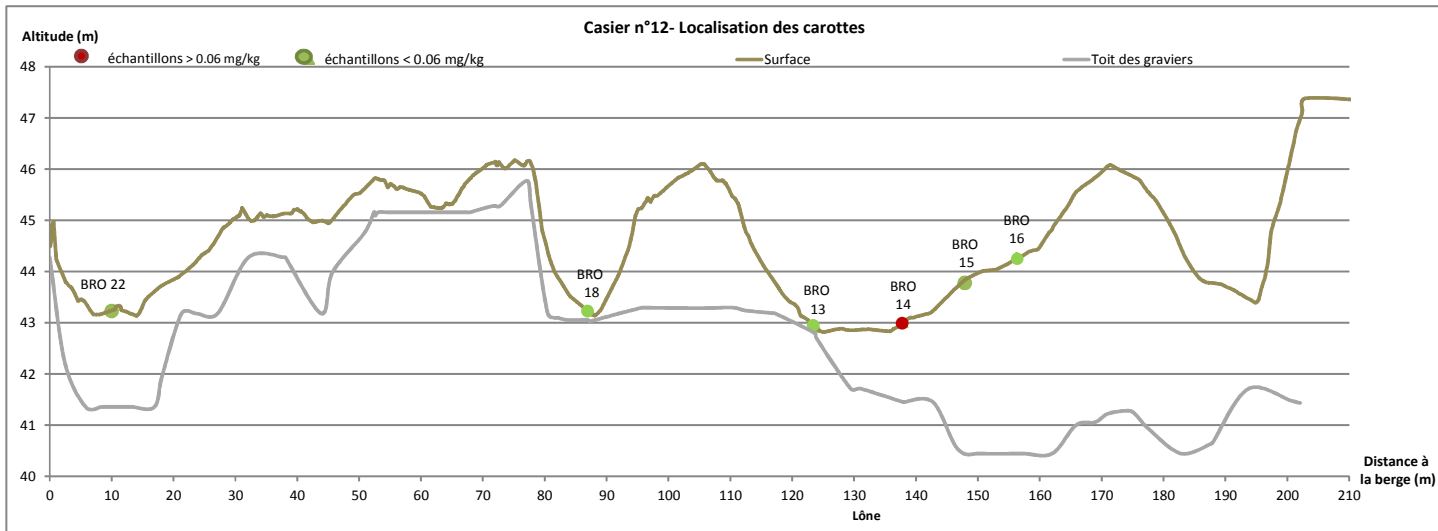


Échantillon	UNITEE	Casier 7: Profil 3													
		BRO 10.1	BRO 10.2	BRO 10.3	BRO 10.4	BRO 10.5	BRO 11.1	BRO 11.2	BRO 11.3	BRO 11.4	BRO 12.1	BRO 12.2	BRO 12.3	BRO 12.4	
Somme des 7 PCB	mg/kg	0.0535	0.0365	0.0060	0.0035	0.0035	0.0697		0.0845	0.0925	0.0043	0.0325	0.0754	0.0621	0.0706
Hauteur sédiments	m	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.7
Sommes pondérées	mg/kg	0.0535	0.0365	0.0060	0.0035	0.0035	0.0767		0.0929	0.1017	0.0047	0.0358	0.0829	0.0683	0.0494
Max	mg/kg			0.0535					0.1017				0.0829		
Min	mg/kg			0.0035					0.0047				0.0358		
Moyenne pondérées	mg/kg			0.0206					0.0628				0.0591		
Moyenne profil	mg/kg								0.0459						
Volume de sédiments	m3								26500						
Densité en vrac	Kg/m3	1396	1400	1507	1862	1816	1332		1418	1786	1856	1302	1337	1338	939
Densité en vrac moyenne	Kg/m3								1484						
Densité max	Kg/m3								1862						
Densité min	Kg/m3								939						
Masse de sédiment	Kg								39316419						
Masse de PCB Stockée	Kg								2						

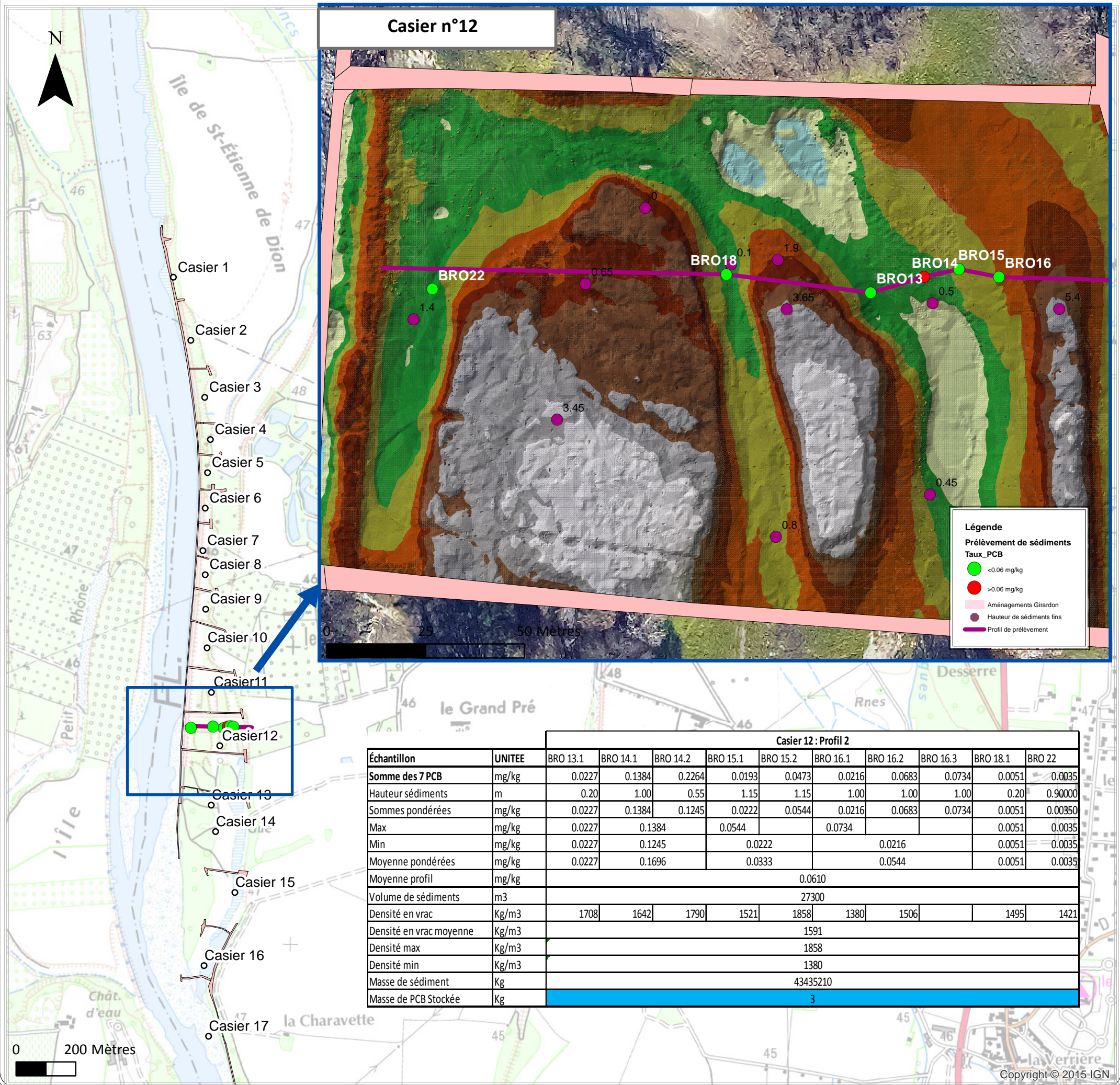
Restauration des îles et marges alluviales du Vieux-Rhône de Donzère-Mondragon

Quantité de PCB dans le casier n°12 de la île du Banc Rouge

Octobre 2014
 CMR / CMO
 Plan I00764001020a
 1:7000 / 1:1700



Pour information, lors de la campagne de terrain, les prélèvements des matériaux de la carotte BR15, BR 16 n'ont pas pu être réalisés jusqu'au toit des graviers (matériaux fluides)

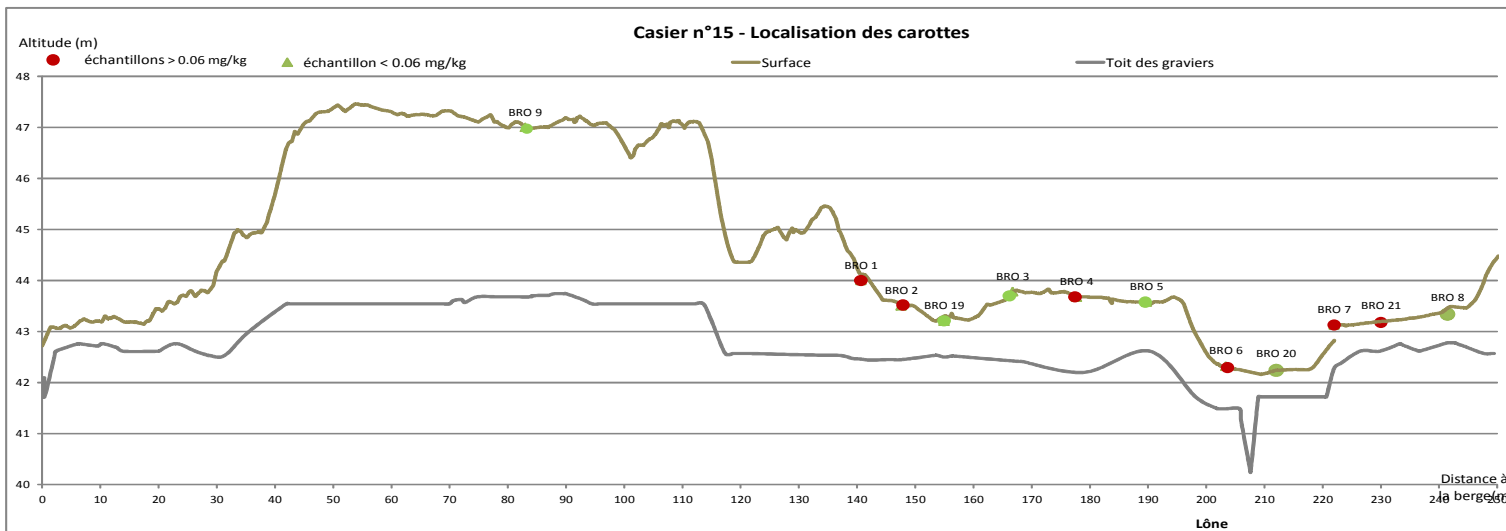


Échantillon	UNITEE	Casier 12 : Profil 2									
		BRO 13.1	BRO 14.1	BRO 14.2	BRO 15.1	BRO 15.2	BRO 16.1	BRO 16.2	BRO 16.3	BRO 18.1	BRO 22
Somme des 7 PCB	mg/kg	0.0227	0.1384	0.2264	0.0193	0.0473	0.0216	0.0683	0.0734	0.0051	0.0035
Hauteur sédiments	m	0.20	1.00	0.55	1.15	1.15	1.00	1.00	1.00	0.20	0.90000
Sommes pondérées	mg/kg	0.0227	0.1384	0.1245	0.0222	0.0544	0.0216	0.0683	0.0734	0.0051	0.00350
Max	mg/kg	0.0227	0.1384		0.0544		0.0734			0.0051	0.0035
Min	mg/kg	0.0227	0.1245		0.0222		0.0216			0.0051	0.0035
Moyenne pondérées	mg/kg	0.0227	0.1696		0.0333		0.0544			0.0051	0.0035
Moyenne profil	mg/kg	0.0610									
Volume de sédiments	m3	27300									
Densité en vrac	Kg/m3	1708	1642	1790	1521	1858	1380	1506		1495	1421
Densité en vrac moyenne	Kg/m3	1591									
Densité max	Kg/m3	1858									
Densité min	Kg/m3	1380									
Masse de sédiment	Kg	43435210									
Masse de PCB Stockée	Kg	3									

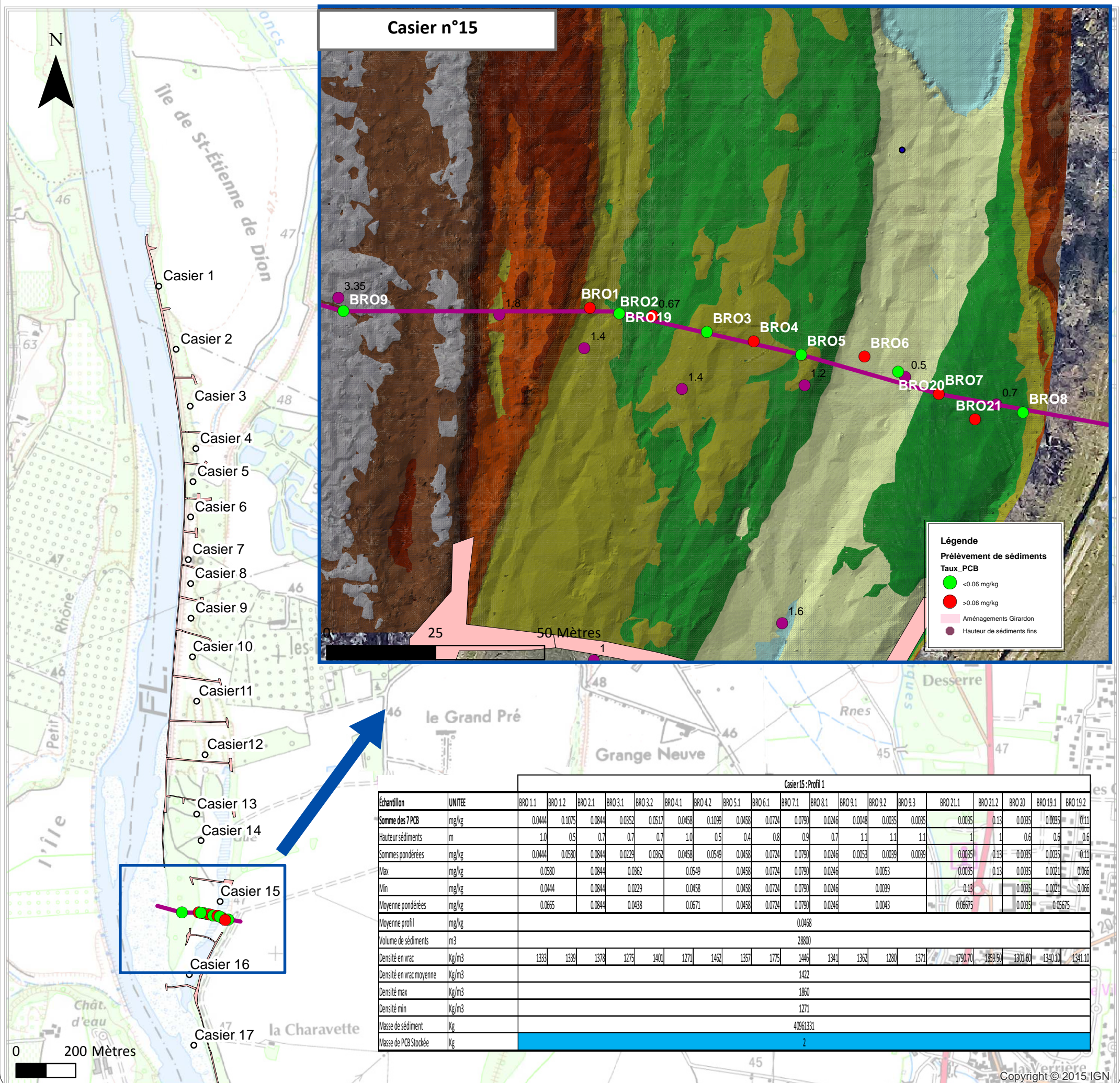
Restauration des îles et marges alluviales du Vieux-Rhône de Donzère-Mondragon

Quantité de PCB dans le casier n°15 de la île du Banc Rouge

Octobre 2014
CMR / CMO
Plan I00764001020a
1:7000 / 1:1700



Pour information, lors de la campagne de terrain, les prélèvements des matériaux de la carotte BR5 n'ont pas pu être réalisés jusqu'au toit des graviers (matériaux fluides)



Annexe 5 Résultats des analyses physico-chimiques des sites situées en aval

		Berges du Vieux-Rhône Donzère-Mondragon									Lône de Malaubert		Lône Dion	
	Echantillons	Unité	BER DM 180 RG	BER DM 182 RD	BER DM 184 RG	BER DM 193 RD	BER DM 193 RG	BER DM 188 RD	BER 193.5 RD	BER DM 197 RD	MAL 1	MAL 2	DION	
Nutriments	Matière sèche	% mass MB	72.1	60.3	64.9	73.8	70.3	67.3	49.4	59.5	60.6	62.4	52.7	
	Azote Kjeldahl (NTK)	mg/kg MS	630	1100	1100	350	240	680	2100	1200	700	900	1600	
	Phosphore (P)	mg/kg MS	640	720	810	480	440	650	1200	820	370	670	550	
Analyses sur lixiviat	Ammonium (NH4)	mg/l	0.08	2.1	1.4	0.47	0.52	0.64	12	1.1	0.59	0.66	1.4	
	Azote ammoniacal (NH4-N)	mg/l	0.06	1.63	1.09	0.36	0.4	0.5	9.31	0.85	0.46	0.51	1.09	
Métaux lourds	Arsenic (As)	mg/kg	6	7	17	5	6	7	9	9	2	5	4	
	Aluminium (Al)	mg/kg	5400	7000	7700	5300	4100	6800	7500	8900	3800	6700	5100	
	Chrome (Cr) total	mg/kg	15	19	35	13	11	17	20	23	12	20	18	
	Fer (Fe)	mg/kg	14000	19000	23000	12000	10000	17000	22000	21000	8700	15000	12000	
	Nickel (Ni)	mg/kg	19	24	30	16	13	22	27	29	10	22	18	
	Cuivre (Cu)	mg/kg	12	14	30	7	6	13	22	21	6	13	14	
	Zinc (Zn)	mg/kg	60	60	110	47	36	57	71	73	32	68	68	
	Cadmium (Cd)	mg/kg	<0.5	<0.5	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
	Plomb (Pb)	mg/kg	14	74	50	12	12	17	20	23	<10	25	32	
	Mercure (Hg)	mg/kg	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	
PCB	PCB n° 28	mg/kg	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.00321	<0.001	
	PCB n° 52	mg/kg	<0.001	<0.001	0.00308	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.00641	<0.001	
	PCB n° 101	mg/kg	<0.001	0.00166	0.00924	<0.001	<0.001	<0.001	0.00405	0.00336	<0.001	0.00801	0.00569	
	PCB n° 118	mg/kg	<0.001	<0.001	0.00308	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.00321	0.0019	
	PCB n° 138	mg/kg	0.00139	0.00332	0.0169	<0.001	<0.001	<0.001	0.00405	0.00504	<0.001	0.00801	0.0114	
	PCB n° 153	mg/kg	0.00139	0.00332	0.02	<0.001	<0.001	0.00149	0.00405	0.00504	<0.001	0.00962	0.0114	
	PCB n° 180	mg/kg	0.00139	0.00332	0.0154	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.004	<0.001	0.00641	0.00949	
	Somme des 7 PCBi	mg/kg	0.0042	0.0116	0.0678	0.0035	0.0035	0.0015	0.0121	0.0134	0.0035	0.0449	0.0398	
HAP	Naphtalène	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
	Acénaphtylène	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
	Acénaphtène	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
	Fluorène	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
	Phénanthrène	mg/kg	0.04	0.03	0.05	0.01	<0.01	<0.01	0.04	0.03	0.03	0.05	0.04	
	Anthracène	mg/kg	0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	
	Fluoranthène (*)	mg/kg	0.08	0.05	0.11	0.03	<0.01	0.03	0.06	0.1	0.05	0.11	0.09	
	Pyrène	mg/kg	0.06	0.03	0.09	0.03	<0.01	0.03	0.06	0.08	0.03	0.1	0.08	
	Benzo(a)anthracène	mg/kg	0.04	0.02	0.06	<0.01	<0.01	0.01	0.04	0.05	0.02	0.11	0.06	
	Chrysène	mg/kg	0.04	0.02	0.06	0.01	<0.01	0.01	0.04	0.07	0.02	0.16	0.06	
	Benzo(b)fluoranthène (*)	mg/kg	0.06	0.03	0.11	0.01	<0.01	0.03	0.04	0.08	0.03	0.21	0.09	
	Benzo(k)fluoranthène (*)	mg/kg	0.03	<0.01	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	0.08	0.04	
	Benzo(a)pyrène (*)	mg/kg	0.04	0.02	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.05	0.03	0.1	0.06	
	Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	
	Benzo(ghi)pérylène (*)	mg/kg	0.03	<0.01	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.02	0.06	0.04	
	Indéno(123-cd)pyrène (*)	mg/kg	0.03	<0.01	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.02	0.06	0.04	
Somme des HAPi	mg/kg	0.46	0.2	0.68	0.09	0.08	0.12	0.3	0.57	0.25	1.1	0.59		
QSM			0.13413	0.21208	0.33962	0.11041	0.10170	0.14591	0.18360	0.19364	0.07544	0.16859	0.16094	

Annexe 6 Localisation des points de prélèvements

Restauration des îlons et marges alluviales du Vieux-Rhône de Donzère-Mondragon
 Stations en aval des emprises projet
 Octobre 2014
 CH/LME
 Plan I.00764.001.049



Légende

- pk_digitalisés
- Points de prélèvement
- Départements



2 500 1 250 0 2 500 5 000 Mètres

L'énergie au cœur des territoires

2 rue André Bonin
69316 LYON CEDEX 04 - FRANCE
Tél. : +33 (0) 472 00 69 69

cnr.tm.fr

