

RAPPORT ANNUEL 2012

DU COMITE SCIENTIFIQUE DE SUIVI

RESIDUS DE TRAITEMENT DE
BAUXITE
(BAUXALINE ®)

RIO TINTO ALCAN-AP GARDANNE

Caen le 20 avril 2013

**RAPPORT ANNUEL 2012 DU COMITE SCIENTIFIQUE DE SUIVI RESIDUS DE
TRAITEMENT DE BAUXITE (BAUXALINE ®) RIO TINTO ALCAN
AP GARDANNE**

Réglementation des installations classées

Depuis le décret 87-279 du 16 avril 1987 pris au titre de la législation des Installations classées - loi du 19 juillet 1976 - et de la Police des Eaux- loi du 16 décembre 1964 - les rejets en provenance des Installations Classées sont soumis à la réglementation des Installations Classées. Leur sont donc applicables les dispositions du décret modifié du 21 septembre 1977. C'est à ce titre que l'arrêté préfectoral du 24 mai 1994 imposent des prescriptions complémentaires à Aluminium Pechiney / ALCAN Gardanne sur l'ensemble des installations de rejet en mer avec notamment :

- * dans son article 5.1.1 une programmation d'opérations de suivi du milieu marin tous les cinq ans de l'extension du dépôt et de son épaisseur et le suivi de l'évolution de la macrofaune benthique sur des stations de prélèvement représentatives du milieu concerné par le rejet et sur des stations de référence.

- * dans son article 5.1.2. une étude de l'effet du rejet sur les activités de pêche avec les professionnels de la pêche.

- * dans son article 5.2.1. des études hydrauliques et de la masse d'eau afin d'évaluer la dispersion et le transport dans la masse d'eau des éléments rejetés et leurs impacts sur le milieu.

- * dans son article 7. la constitution d'un Comité Scientifique de Suivi.

L'article 2-2 de l'arrêté du 1 juillet 1996 complétant l'arrêté du 24 mai 1994 indique « La société Aluminium Pechiney proposera au service chargé de la police des eaux et à l'inspecteur des Installations classées un programme d'étude relative à la toxicité des résidus et notamment à leur persistance, accumulation, interaction et effet sur l'écosystème marin. Une attention particulière sera portée sur la bio-accumulation du chrome et du vanadium. Cette étude sera lancée dès le début de l'année 1997. A l'issue de cette étude, un programme de suivi de la toxicité des résidus sur le milieu pourra être engagé.

L'article 4 de l'arrêté du 1 juillet 1996 « Réduction quantitative des rejets » précise :

* 4-1. Les premier et troisième alinéas de l'article 4.5. de l'arrêté préfectoral du 24 mai 1994 sont abrogés.

* 4-2. Grâce à la poursuite des actions de diminution de la production des résidus et d'emploi dans des techniques de valorisation, la société ALUMINIUM PECHINEY - ALCAN cessera tout rejet en mer au 31 décembre 2015 selon le programme déjà engagé suivant :

| | 1986 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| Quantité déposée en mer en millions de tonnes | 1,04 | 0,5 | 0,33 | 0,31 | 0,25 | 0,18 | 0 |

Il convient de noter la réduction au 1 janvier 2011 de la quantité des rejets de 250000 t annuel à 180000 t soit une réduction de 70000 t.

Le Comité Scientifique de Suivi a trois principales missions ; il :

- 1) Examine, analyse les résultats des travaux entrepris sur la bauxaline
® et le devenir en mer des résidus de traitement de bauxite ;
- 2) donne son avis sur les programmes en cours et à venir ;
- 3) produit un rapport annuel qui est ensuite présenté en séance plénière
au CODERST

Il a été procédé renouvellement du Conseil Scientifique (arrêté de la préfecture des Bouches-du-Rhône du 19 novembre 2012) qui compte 7 membres :

Monsieur Pierre-Marie BADOT
Professeur à L'université de Franche-Comté
CNRS-Université de Franche-Comte / UMR 6249 Chrono-environnement INRA

Monsieur Paco BUSTAMANTE
Professeur à l'Université de la Rochelle
Université de la Rochelle
UMR LIENSs, Institut du Littoral et de l'Environnement (ILE)

Monsieur Christophe CHAIX
Directeur technique délégué de Vinci Routes
Vinci Routes Eurovia Management

Monsieur Jean-Claude DAUVIN, Président
Professeur à l'Université de Caen Basse Normandie
UMR CNRS 6143 M2C

Monsieur Michel DAUZATS
Ancien Chef de Service du CETE, retraité

Monsieur Henri FARRUGIO
Cadre IFREMER, halieute
Laboratoire Ressources Halieutiques, IFREMER, Station de Sète

Monsieur Philippe LENFANT
Professeur Université de Perpignan
UMR 5110 CNRS-UPVD - CEFREM

Rapport 2012

Les travaux entrepris en 2012 ont porté sur : 1) la nécessité de réduire les rejets en mer 2) le devenir de la conduite au-delà de l'arrêt des résidus inertes au 1 janvier 2016 et 3) la recherche de voies d'utilisation et de valorisation de la bauxaline ® et 4) la campagne en mer 2012.

Synthèse des études de traitement des résidus inertes pour des rejets en mer limités à 180 000 tonnes par an en Matière Sèche au 1 janvier 2011 et à l'arrêt des rejets le 31 décembre 2015

Filtres-presses

La réduction puis l'arrêt des rejets de résidus inertes en mer oblige Rio Tinto à anticiper le séchage dans des filtres presses puis le stockage de la bauxaline ®. Rio Tinto a fixé il y a trois années deux objectifs : **Cap 2011 et Cap 2016**, respectivement pour des rejets limités à 180000 tonnes par an au 1 janvier 2011 pendant cinq ans avant un arrêt complet des rejets au 31 décembre 2015. Le stockage de la Bauxaline ® sur le site de Mange Garri est autorisé jusqu'en 2021. Pour l'instant un premier filtre presse est installé sur le site de l'usine de Gardanne.

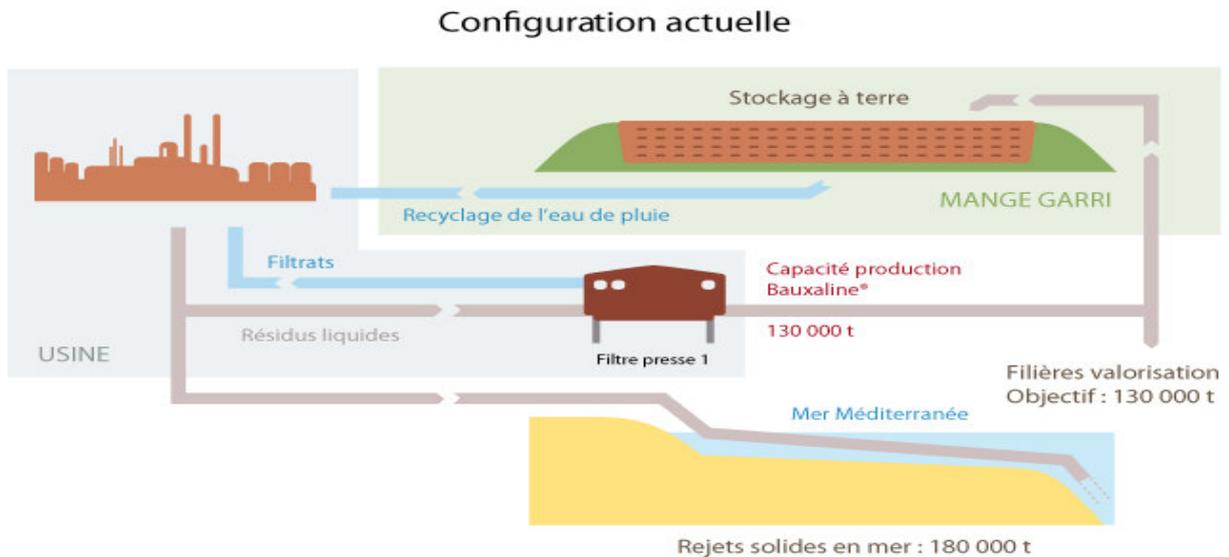
L'usine de Gardanne doit investir dans deux nouveaux filtres presses supplémentaires. A l'origine du projet filtre Presse N°2, plusieurs questions avaient été posées : 1) Comment sécher les résidus ? 2) Quand investir dans le 2ème filtre presse ? et 3) Où implanter le 2ème filtre presse ?

Plusieurs technologies ont été envisagées, mais seul le filtre presse permet de garantir un taux d'humidité < 30%. Il a été décidé de construire le Filtre Presse N°2 dès 2012 sur le site de stockage de Mange Garri pour les raisons suivantes :

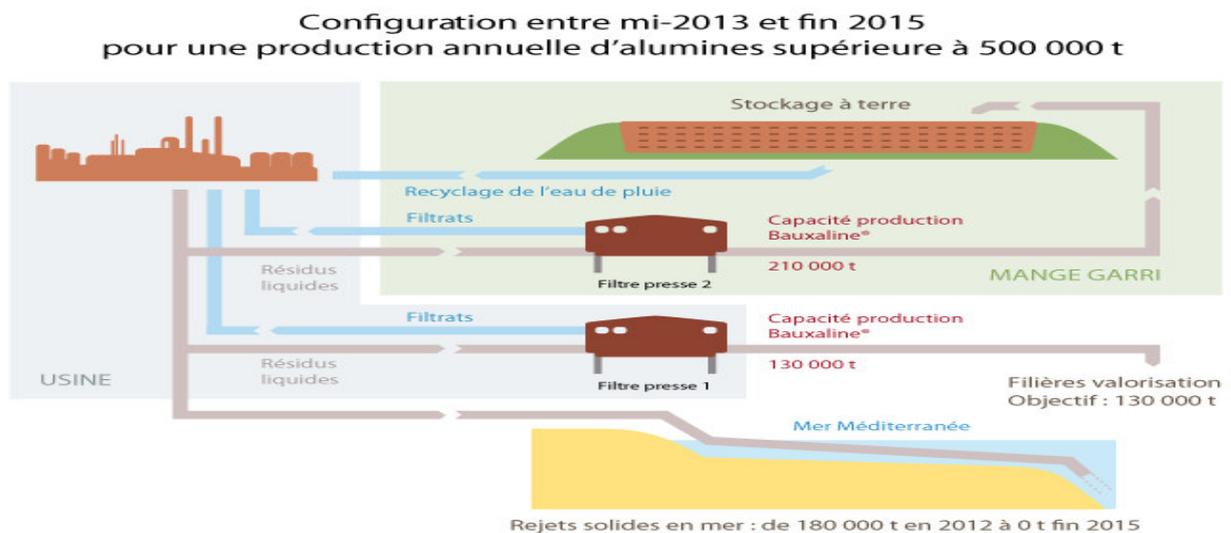
- D'un point de vue environnemental et économique (réduction du trafic entre l'usine et Mange Garri) il est nécessaire qu'au moins l'un des 3 FP soit implanté sur le site de stockage. Le filtre presse N°1 sera utilisé pour la valorisation (livraison directe) et le Filtre Presse N°2 sera utilisé pour le stockage à Mange Garri

- Retarder l'investissement à 2015 empêcherait ALTEO de respecter son plan de production à partir de 2014
- Implanter le FP2 à Mange Garri donne plus de flexibilité sur l'implantation du FP3 (usine ou Mange Garri) selon les perspectives de développement des filières de valorisation.

La configuration actuelle est la suivante :



La configuration 2013-2015 pour une production de 500000 t d'Alumine de spécialité sera la suivante :



Le site d'implantation du FP N°2 sur le site de Mange Garri couvre une Emprise de 100 mx50m et le coût est estimé à 14,7 M€.



Le deuxième FP (schéma ci-dessous) sera comparable au premier localisé sur le site de l'usine. Il présentera les caractéristiques suivantes

- capacité 31 t/h
- tuyauteries neuves entre l'usine et le site de Mange Garri :
- une tuyauterie pour amener de l'eau à Mange Garri
- une tuyauterie pour amener les résidus liquides au filtre presse
- une tuyauterie pour ramener les filtrats (recyclés à l'usine)
- une nouvelle alimentation électrique.

Les opérations de ce chantier ont commencé en novembre 2012 et devraient se terminer en décembre 2013.



Parallèlement à la construction du FP N°2, sera lancé début 2013 de l'avant-projet pour FP#3, un point préalable sera de figer son lieu d'implantation (usine ou Mange Garri ?)

Le planning pour le FP#3 est le suivant :

- Décision du lieu d'implantation : 1er trimestre 2013
- Avant-Projet Sommaire : 2ème trimestre 2013
- Avant-Projet Détaillé : 2ème semestre 2013

Cependant deux conditions doivent être réunies pour lancer l'exécution du FP#3 et une mise en service à la mi-2015 : 1) Attendre le retour d'expérience du FP#2 (quelques mois après mise en service) et 2) Sécuriser les autorisations d'exploiter au-delà du 31/12/2015

Dans le cas d'une réutilisation de la conduite pour des rejets en mer d'eaux industrielles, la réglementation impose de ne pas dépasser une quantité de MES de 35 mg.L^{-1} pour un effluent brut de 250 mg L^{-1} . Il convient donc d'anticiper sur une unité de filtration performante. Les voies en cours d'investigation aujourd'hui sont :

- Filtration sur filtre type Gaudfrin / Diastar : contacts en cours, avec essai laboratoire prévus en janvier 2013 pour une validation de la nécessité d'adjuvant de filtration (boue, hydrate, chaux, ...). Il existerait un type de toile «enduite polyuréthane » qui permettrait de répondre à une problématique analogue dans la production de TiO_2 . Il n'y a pas de besoin de pilotage d'après Gaudfrin, des essais laboratoire suffiraient
- Centrifugation : testée positive à moins de 35 mg. L^{-1} en surverse, pré-dimensionnement réalisé chez Alfa-Laval et essais pilote en cours de préparation (janvier 2013)
- planning : valider la faisabilité : janvier 2013 et avant-Projet Sommaire : fin mars 2013

Commentaires du CSS

ALTEO a engagé la construction du deuxième filtre presse sur le site de Mange Garri pour un coût estimé à 14,7 millions d'euros. La fin de la construction est prévue fin 2013 pour une mise en service probablement début 2014. Le positionnement 'Usine

ou Mange Garri' du troisième et dernier filtre presse sera acté après le retour d'expérience de la construction du second filtre presse.

Premier bilan de la campagne en mer de 2012 : date, localisation des stations

Les objectifs de la campagne de suivi en mer de la campagne 2012 sont de :

- l'extension des dépôts ;
- la qualité sédimentaire et chimique des sédiments ;
- l'évolution de la macrofaune benthique ;
- l'évolution de l'écotoxicité des sédiments
- et de la microfaune (foraminifères benthiques)

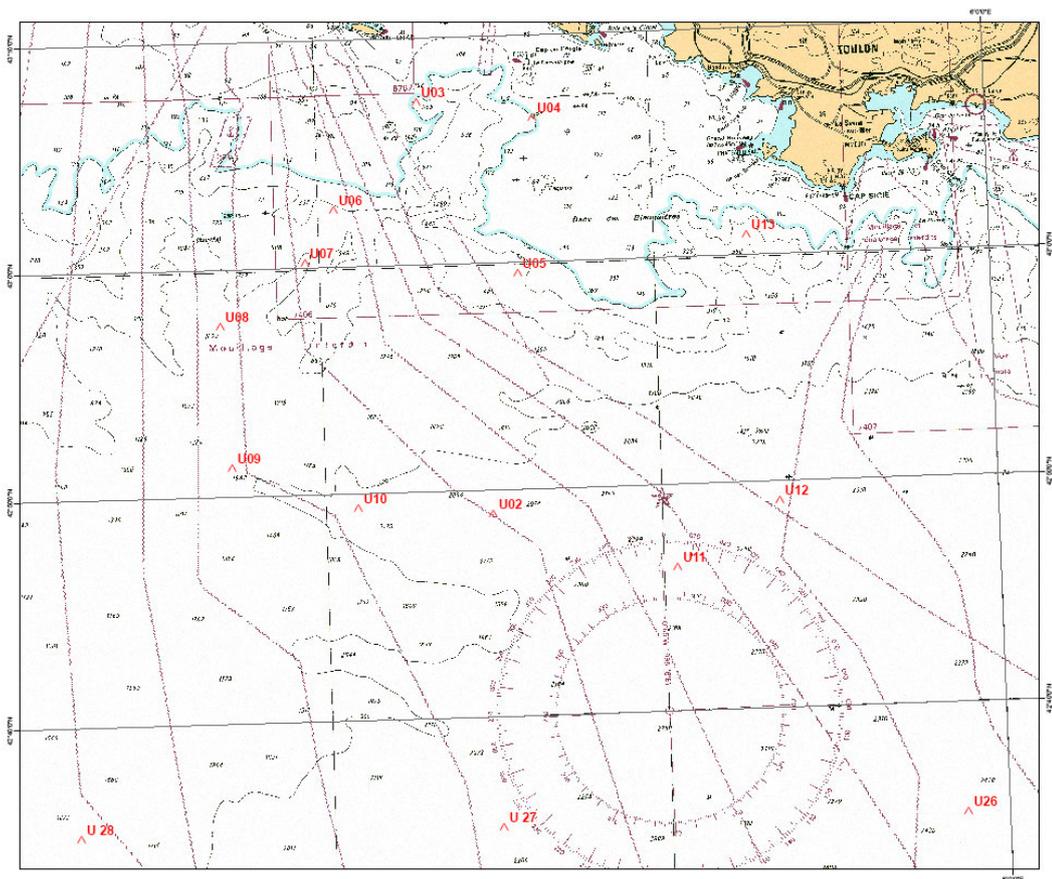
Un suivi de 15 stations déjà visitées dans les campagnes précédentes ont fait l'objet de prélèvements de la campagne ALPEJAN 01 qui s'est déroulée du 3 au 9 septembre 2012 à bord du Navire océanographique de la Comex le Janus II et du carottier USNEL. Outre Avon Marine consultant et U.O. Environnement ont participé à la campagne des membres de CREOCEAN, BIOTOX et l'Université d'Angers.

La campagne s'est déroulée dans de bonnes conditions météorologiques et les moyens mis en œuvre ont été parfaitement opérationnels permettant des prélèvements sur les 15 stations prévues, seul un prélèvement U04 n'est pas très représentatif (cailloux, coquillage, ...) Il est noté une similitude des résultats du contrôle visuel entre 2007 et 2012.

Les résultats devraient être disponibles à la fin du premier semestre 2013.

Caractéristiques des stations à prospector lors de la campagne RIO INTO /ALCAN/GARDANNE/ CASSIDAIGNE 2012

| Station | Latitude | Longitude | Profondeur m | Chimie macrofaune | Ecotoxicologie |
|---------|-----------|-----------|-----------------|----------------------|----------------|
| U02 | 42° 48,83 | 05° 29,96 | 2095 | X | |
| U03 | 43° 07,05 | 05° 26,11 | 265 | X | |
| U04 | 43° 06,20 | 05° 33,00 | 230 | X | |
| U05 | 42° 59,39 | 05° 31,85 | 740 | X | X |
| U06 | 43° 02,40 | 05° 21,00 | 590 | X | X |
| U07 | 43° 00,10 | 05° 19,20 | 1065 | X | X |
| U08 | 42° 57,43 | 05° 14,04 | 1540 | X | |
| U09 | 42° 51,15 | 05° 14,53 | 1975 | X | |
| U10 | 42° 49,22 | 05° 21,95 | 2115 | X | |
| U11 | 42° 49,22 | 05° 40,80 | 2220 | X | |
| U12 | 42° 49,01 | 05° 46,98 | 2280 | X | X |
| U13 | 43° 00,78 | 05° 45,54 | 975 | X | |
| U26 | 42° 35,00 | 05°57,50 | 2500 | X | |
| U27 | 42° 35,00 | 05°30,00 | 2300 | X | |
| U28 | 42° 35,00 | 05°05,00 | 1700 | X | |



Localisation des stations échantillonnées en 2012

Commentaires

Le CSS note que RioTinto a bien anticipé la préparation de la campagne en mer de 2012, d'autant que plusieurs laboratoires qui avaient participé aux campagnes antérieures devaient être remplacés et que la campagne contrairement à celle de 2007 a atteint tous les objectifs au niveau de la réussite des prélèvements.

Le CSS est satisfait que l'ensemble des stations prévues lors de la campagne 2012 ait pu être effectué. En 2007, seules 8 des 15 stations avaient pu être réalisées. Les équipes mobilisées ont été très performantes sur le bateau et l'Aide à la maîtrise d'ouvrage de Avon Marine Consultant a permis d'assurer la continuité dans les stratégies de prélèvement des nouvelles équipes étant impliquées dans les opérations en 2012. Sur les stations communes avec 2007, il apparaît une similitude du contrôle visuel de la présence des résidus rouges.

Le CSS examinera avec beaucoup d'attention et d'intérêt les résultats de cette campagne qui devront être comparés avec ceux des campagnes antérieures.

Actions de valorisation de la bauxaline ® en 2011 et actions proposées pour 2012

Valorisation de la Bauxaline ® en 2012

L'essentiel de la valorisation a consisté à la couverture de Centre de Déchets Ultimes

ISDND du Mentaure 12120 t

ISDND du Vautubière 12000 t

Une nouvelle application a été trouvée avec les argiles expansés (26910 t) ; enfin 720 t ont été utilisés pour un bassin de rétention des eaux pluviales.

Un totale de 26910 t de bauxaline ® a donc été utilisé en 2012. C'est moins qu'en 2011 année record depuis celle d'utilisation maximale de 2003. La valeur est supérieure à la moyenne (18000 t) mais demeure très inférieure à la production actuelle annuelle de bauxaline.

Le tableau ci-après dresse l'historique de la valorisation entre 1995 et 2012 ; il fait apparaître le bilan suivant :

| HISTORIQUE | APPLICATION | TONNES |
|-------------------|--------------------------------|-----------------|
| 1995 | Route | 1 500 |
| 1997 | CSDU | 12 000 |
| 1998 | CSDU Entressen en 1998 | 1 500 |
| 2002 | CSDU et route | 13500 |
| 2003 | CSDU | 104 500 |
| 2006 | CSDU, Divers | 10972 |
| 2007 | CSDU | 7750 |
| 2008 | CSDU, Divers | 17685 |
| 2009 | CSDU, Divers | 9703 |
| 2010 | CSDU, Divers | 11571 |
| 2011 | CSDU, Divers | 78886 |
| 2012 | CSDU, argiles expansés, divers | 26910 |
| TOTAL | TOTAL 1995-2011 | 295477 t |

Les applications principales demeurent dans la couverture de décharge et dans les TP routiers, s'ajoutent des utilisations plus récentes dans les granulats expansés, la dépollution, l'extraction de constituants. Un projet de réutilisation de la bauxaline ® en tant que matière première secondaire est à l'étude.

La nouvelle application 2012 consiste en un additif source d'oxyde de fer pour les billes d'argile expansé avec des applications comme bétons allégés, blocs de construction isolants... Les premiers essais (100 t) ont été réalisés en 2011 avec un démarrage industriel en 2012. La valeur ajoutée est la source de fer pour permettre l'expansion des granulats et obtenir la couleur rouge. L'expansion et la vitrification se font dans des fours rotatifs à 1100 °C et il y a environ 5 % de bauxaline ® dans la formulation finale du produit. Le client actuel pourrait avoir des besoins compris entre 4000 et 5000 t en 2013. Une fois que la logistique sera optimisée, il serait intéressant de prospecter d'autres utilisateurs potentiels en Europe.

Domaine routier

Une étude Ginger/CEBTP est en cours à partir de lait de chaux avant Filtre Presse pour changer le comportement à l'eau et apport de chaux à la Bauxaline ® qui assure une meilleure prise. La caractérisation est en cours

·Une seconde étude est en cours ; il s'agit d'un liant Géopolymère (INMS) avec calcination flash 700 ou 800°C pour activation à partir de 70 % Bauxaline ® et 30 % adjuvants minéraux. Le produit final pourrait être classé en N2 selon Norme PR NF EN 13282-2 ($R_c > 12,5$ Mpa à 56 jours) avec une optimisation possible (teneur en eau, formulation...)

Dépollution

·La bauxline ® s'avère capable de capturer des polluants métalliques et phosphates, ce qui permet d'envisager le traitement sols pollués, effluents et déchets miniers ou industriels, traitement de l'eau. L'évaluation de la bibliographie scientifique et technique sur le sujet (mécanismes, performance ...) a été confiée à l'Ineris. L'étude technico-économique à ERM. Deux applications sont principalement étudiées : 1) la déphosphatation de l'eau et 2) le traitement d'effluents/déchets miniers. Si les coûts demeurent compétitifs, les volumes accessibles sont estimés > 100.000 t/an. ALTEOI recherche actuellement des partenaires comme Ortec, Sita, OTV (Veolia) qui sont a priori intéressés

Des essais sont en cours de traitement de sédiments marins avec le laboratoire Ecomers de l'Université de Nice Sophia-Antipolis ; d'autres sur le traitement des scories métallurgiques (Pb) avec l'Ineris à partir de formulation au Labo avec différents dérivés de Bauxaline et un suivi au lyximètre pendant un an pour démontrer la pérennité de la fixation. Enfin OTV étudie la stabilisation de boues de STEP et l'UTAM/BRGM seraient intéressés pour Salsigne (As)

Extraction de constituants

Extraction de l' Oxyde de fer pour acier : pratiqué en Chine mais procédé coûteux (séparation magnétique), évaluation en cours d'un procédé par floculation/décantation : contacts acieristes (impureté problématiques ?)

Extraction de constituants mineurs : réflexion en cours avec le BRGM et travail en cours avec le BAM (Institut Fédéral des Matériaux - Berlin).

Il est nécessaire de s'entourer d'un pôle multi-compétences impliqués dans un projet à long-terme suivant le tableau suivant :

| Entité | Rôle dans le groupement | Justification du choix |
|--------------------------|--|---|
| Chef de projet | Coordination des différentes entités et relations avec les laboratoires et le monde décisionnel | Chef de projet CG83 pour valorisation des sédiments de la rade de Toulon connu dans le milieu de la valorisation / Important réseau relationnel |
| Ecole des Mines de Douai | Synthèse bibliographique Formulation matériaux | Laboratoire reconnu et recommandé dans ce domaine |
| CSTB | Expertise technique en matériaux de construction | Expertise reconnue dans le monde du BTP |
| INSAVALOR (INSA Lyon) | Synthèse bibliographique sur la valorisation de la Bauxaline ® Caractérisation environnementale des matériaux envisagés | Laboratoire réputé dans ce domaine qui a travaillé sur la Bauxaline ® dans le passé |
| Ecole des Mines de Paris | Méthodologie aide à la sélection Analyse multicritères | Besoin de cadrage méthodologique porté par le chef de projet |
| Efficient | Ingénierie financière | Nécessité d'un accompagnement et recherche de financements complémentaires |

Phase 0 (6 mois)

- Faire un inventaire exhaustif des différentes voies de valorisation connues dans la bibliographie (ALTEO et international) avec vision des experts
- Définir le programme de R&D de la phase 1/ Monter les dossiers de financement
- Identifier les acteurs requis pour la suite du programme
- Mettre en place une analyse multicritères pertinente

Phase 1 (18 à 24 mois)

- Réaliser les travaux préalables relatifs aux impacts environnementaux et aux optimisations de formulations techniques, travaux approfondis sur la filière MPS
- Identifier et analyser les dispositions juridiques applicables à la filière
- Réaliser une analyse multicritères (approche des modèles économiques des différents scénarios et risques industriels associés)
- Monter le dossier pour la phase 2 (exécution des démonstrateurs et séries prototypes)

Phases 2 (pilotes) et 3 (plateforme) à suivre**Discussion et commentaires du CSS sur la bauxaline ®**

Rio Tinto a bien anticipé la réduction des rejets en 2011 pour passer de 250000 à 180000 t de résidus secs conduits à la mer à partir de 2012 et l'arrêt des rejets à la fin de 2015.

Le CSS constate que les volumes de bauxaline ® utilisés en 2011 sont importants mais demeurent inférieurs aux 100000 t annoncés lors du CSS de décembre 2010. Outre les voies ordinaires d'utilisation, les couvertures de décharge ou les routes, la voie de dépollution à partir du procédé BAUXSOL qui avait été présenté en 2010 pourrait être prometteuse. Le CSS réitère sa recommandation de privilégier les voies actuelles et les nouvelles utilisations de la Bauxaline® dans des procédés utilisant de grandes masses de produit et de poursuivre sa démarche d'études de marché comme pour les coulis d'injection. Il réitère sa recommandation de trouver de bons partenaires à la fois pour faire connaître le produit et pour élargir la gamme des utilisations potentielles au delà des simples utilisations locales en gardant à l'esprit la valorisation de grandes quantités de produit. Il reste également la difficulté déjà soulignée à plusieurs reprises d'homologation de la bauxaline ® pour une utilisation sans réserve.

Recommandations 2012 du Comité Scientifique de Suivi

Le Comité Scientifique de Suivi (CSS) remercie Rio Tinto Gardanne pour son accueil. Le CSS approuve le déroulement des études et recherches réalisées en 2012 et les projets de valorisation et d'utilisation de la Bauxaline® en 2013 telles qu'ils ont été présentés lors de la réunion annuelle du CSS du 14 décembre 2012.

A l'issue des exposés et en fonction des discussions qui ont suivi, le Comité Scientifique de Suivi recommande pour 2013 :

- 1) De continuer la démarche cohérente d'anticipation de la demande de rejets en mer d'eau industrielle au-delà du 31 décembre 2015 par la construction du deuxième filtre presse en 2013 et de pré-étude de la construction du troisième filtre presse.

- 2) De privilégier les voies actuelles et les nouvelles utilisations de la Bauxaline® dans des procédés utilisant de grandes masses de produit. Le CSS note qu'il y a une continuité dans les approches menées en 2012 par rapport à celles engagées en 2011. La possibilité d'utiliser la bauxaline ® pour la dépollution doit être poursuivi tout en s'assurant des quantités de commercialisation du produit dans toute l'Europe. Il est recommandé à RioTinto de continuer de faire esprit d'innovation et de rechercher de bons partenaires industriels et commerciaux à la fois pour faire connaître le produit et pour élargir la gamme des utilisations potentielles au delà des simples utilisations locales en gardant à l'esprit la valorisation de grandes quantités de produit et donc de privilégier des voies d'utilisation massive de la bauxaline ® . La capacité de stockage de Mange Garri est importante ; mais le faible tonnage de bauxaline ® valorisée en 2012 montre la difficulté d'anticiper sur le long-terme la valorisation de grande quantité de produit. La recherche de partenariat devient une priorité.

- 3) De s'assurer que les résultats de la campagne 2012 qui a été une réussite soient bien comparés avec ceux des campagnes précédentes afin de se placer dans un suivi à long-terme du cayon de Cassidaigne, écosystème profond de Méditerranée. Le CSS réitère son souhait d'incitation des équipes participant à ces campagnes récurrentes de valoriser les travaux scientifiques dans des revues internationales notamment sur les parties macrofaune et écotoxicologie.

- 4) De continuer à communiquer vers le grand public le plus largement possible sur les actions menées via le site web (www.alcan-gardanne-environnement.fr) mais aussi d'entretenir des liens privilégiés avec les partenaires du Parc National des Calanques de Marseille.

**Rapport rédigé par Jean-Claude DAUVIN
Président du Comité Scientifique de Suivi**