

RAPPORT ANNUEL 2014

DU COMITE SCIENTIFIQUE DE SUIVI

RESIDUS DE TRAITEMENT DE
BAUXITE
(BAUXALINE®)

ALTEO-Alumina GARDANNE

Caen le 12 janvier 2015

**RAPPORT ANNUEL 2014 DU COMITE SCIENTIFIQUE DE SUIVI
RESIDUS DE TRAITEMENT DE BAUXITE (BAUXALINE®)
ALTEO-Alumina 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 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

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 des Bouches-du-Rhône.

Rapport 2014

Les travaux entrepris en 2014 ont porté sur : 1) la démarche du devenir de la conduite au-delà de l'arrêt des résidus inertes au 1 janvier 2016, 2) la recherche de voies d'utilisation et de valorisation de la Bauxaline® et 3) le renouvellement du Comité Scientifique de Suivi.

Arrêt des rejets en mer des résidus de bauxite et devenir de la conduite

Ce projet a été présenté à CSS à titre d'information, le CSS ne faisant pas partie du Comité de Pilotage du projet mis en place en 2011 regroupant les services de l'Etat (DREAL, DDTM, DIRM, l'Agence de l'eau, ARS, Préfecture Maritime), le Parc National des Calanques, et ALTEO avec SAFEGE comme assistant à Maîtrise d'Ouvrage. Seules les questions interférant avec les missions du CSS sont reprises ci-après.

Après la présentation de l'argumentaire étayé ayant abouti au scénario de réutilisation de la conduite pour rejeter des eaux industrielles en mer, un zoom technique et écologique sur la solution du rejet des eaux en mer a été commenté. Dans la présentation ont cependant été évoqués des choix stratégiques sur la Bauxaline® et son stockage.

L'arrêt des rejets de boues rouges en mer au 31 décembre 2015 s'est traduit par un investissement dans des filtres presses (30 M€ pour arrêter les rejets en mer, les déshydrater et les rendre valorisables à 100%) :

- 2007 : début de la phase de construction du filtre Presse 1 (traitement de 40% des résidus en 2013)
- 2013/juin 14 : construction du Filtre Presse 2
- 2014/15 : construction du Filtre Presse 3
- 2014/15 : construction de la Station de traitement des eaux excédentaires.

Il a été rappelé que le traitement à terre des résidus de bauxite est indissociable d'un traitement des eaux excédentaires de l'usine. Toutes les usines d'alumine traitent un excédent en eau. La solution de traitement d'eau proposée répond aux exigences d'amélioration de la qualité du milieu fixées par le Parc National des Calanques créé le 18 avril 2012 et l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse ; elle est compatible avec les normes en vigueur et présente de loin le plus faible impact environnemental de toutes les cinq autres alternatives possibles.

La construction d'une station de traitement avant tout rejet en mer repose sur une technologie de filtration sous pression (1,7 M€). Les effluents liquides sont filtrés pour respecter les objectifs de qualité du milieu marin du PNC (MES<35mg/l) sans traitement chimique des effluents et rejet potentiel des effluents en mer via la canalisation existante.



Station de traitement des eaux excédentaires en construction

Les mesures de suivi à mettre en œuvre selon ALTEO entraîneraient les opérations suivantes :

- Maintien du suivi permanent de la conduite à terre : avec ronde permanente le long de la conduite (deux personnes à temps plein) et mesures en continu des pressions le long de la conduite.
- Maintien de l'inspection quinquennale de la conduite en mer.
- Maintien du Conseil Scientifique de Suivi avec mise à jour des sujets à traiter : suivi de la qualité des eaux à proximité du point de rejet ; suivi des hydrotalcites au niveau du point de rejet ; suivi de la géochimie des sédiments ; suivi de l'écotoxicité des sédiments ; suivi des communautés dans les sédiments (macrofaune et foraminifères) et suivi des communautés dans les coraux sur substrat durs sur les flancs du canyon de Cassidaigne.
- Poursuite du programme de R&D sur la valorisation de la Bauxaline®

Commentaires

Le CSS remercie Monsieur Orsini pour le point d'information présentant l'état de l'avancement des travaux réalisés en 2013 et 2014 et pour le dépôt du dossier réglementaire complexe soumis en mai 2014. Le CSS comprend le choix de l'alternative choisie consistant à la demande d'ALTEO d'utiliser la conduite à partir du 1 janvier 2016 pour le rejet des eaux industrielles. Parmi les sujets abordés, le CSS note que les hydrotalcites forment des concrétions sur une surface d'environ 100 m² et un volume d'un peu moins de 300 m³. Ces formations sont-elles colonisées par des organismes ? sont-elles stables ?

Le CSS s'interroge sur l'absence d'étude sociologique sur l'acceptabilité de citoyens, d'usagers et de décideurs sur la réutilisation de la conduite. Ce type d'approche est très utile pour identifier les acteurs, les enjeux et la perception des publics pour un nouvel usage en mer, cette démarche participe aussi à communiquer sur un projet.

ALTEO informe le CSS que deux expertises complémentaires ont été demandées par le Ministre chargé de l'Ecologie du Développement Durable et de l'Energie auprès du BRGM (Bureau des Ressources Géologiques et Minières) et de l'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail).

L'enquête publique pourrait commencer au début de 2015 lorsque les expertises complémentaires au dossier auront été rendues.

Actions de valorisation de la Bauxaline® en 2014 et actions proposées pour 2014

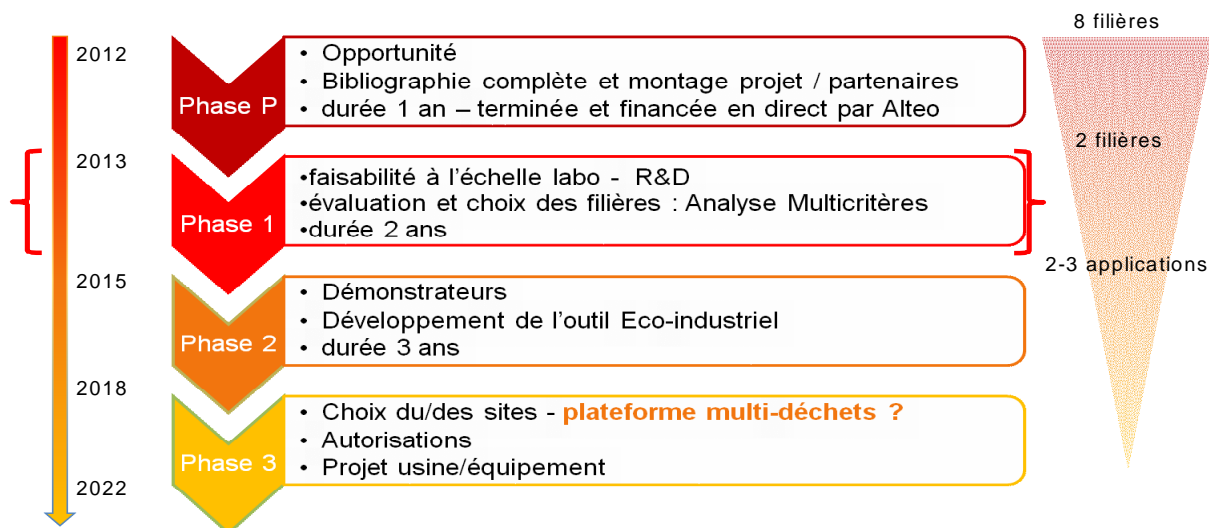
Les actions de valorisation de la Bauxaline® traduisent des efforts continus et conséquents depuis le début des années 1990 de la part de l'usine Aluminium Gardanne se traduisant par :

- la focalisation sur des applications à fort volume (400000 t/an à valoriser) en sous couches routières, remplissage de cavités et ouverture de décharges.
- une réussite technique démontrée par des chantiers pilotes.
- des succès : près de 300000 tonnes valorisées depuis 1995 (voir tableau ci-après)
- mais l'existence aussi de filières à faible valeur d'usage pour la Bauxaline®, très concurrentielles avec des débouchés irréguliers et des quantités annuelles insuffisantes et non pérennes

Le tableau ci-après dresse l'historique de la valorisation entre 1995 et 2012 :

HISTORIQUE	APPLICATION	TONNES
1995	Route	1 500
1997	CSDU	12 000
1998	CSDU Entressen en 1998	1 500
2002	CSDU et route	13 500
2003	CSDU	104 500
2006	CSDU, Divers	10 972
2007	CSDU	7 750
2008	CSDU, Divers	17 685
2009	CSDU, Divers	9 703
2010	CSDU, Divers	11 571
2011	CSDU, Divers	78 886
2012	CSDU, argiles expansés, divers	26 910
2013	Argiles expansés	3 156
2014		1 010
TOTAL	TOTAL 1995-2014	299 643 t

Les objectifs affichés sont de sortir progressivement des marchés à faible valeur d'usage (remblais) et de développer un modèle d'économie circulaire à la Bauxaline® afin qu'elle devienne un produit. Ceci se traduit par un investissement dans la R & D en partenariat avec des experts et industriels des secteurs ciblés pour le développement de produits à forte valeur d'usage et par un investissement plus soutenu de façon à ne pas être seulement un fournisseur de Bauxaline® mais de solutions, de produits transformés, de services nécessitant de construire des partenariats avec des industriels selon la démarche présentée ci-dessous



La phase préparatoire repose sur deux principales voies d'utilisation de la Bauxaline®.

- Etre une matière première secondaire dans la construction de tuiles, briques, pavés et argiles expansées, ceci correspond à un marché en développement (bétons allégés, blocs de construction isolants) et Bauxaline® utile dans certaines formulations et dans les géopolymères pour la Polymérisation de composés minéraux contenant alumine, silice, soude.
- Dépollution des eaux et sols : drainages miniers acides et effluents acides ; traitement des sols pollués (métaux tels que plomb, arsenic,

cadmium, zinc, cuivre) et déphosphatation de l'eau (STEP) Les objectifs et le déroulement prévu concerne la production et la collecte de toutes les données techniques, économiques, environnementales et réglementaires pour pouvoir sélectionner les filières les plus pertinentes et préparer des démonstrateurs, à partir d'une coordination du projet rassemblant de multiples partenaires (voir ci-dessous)

Caractérisation de la Bauxaline®



Analyse Chimique

Composés	Concentrations
	%
O	43,5
Fe	32,2
Al	7,2
Ti	4,9
Na	4,1
Ca	3,7
Si	3,1
P	0,3
Cr	0,2
Zr	0,2
S	0,1
Cl	0,1
V	0,1
Mn	Traces
K	Traces
Sr	Traces
Mg	Traces



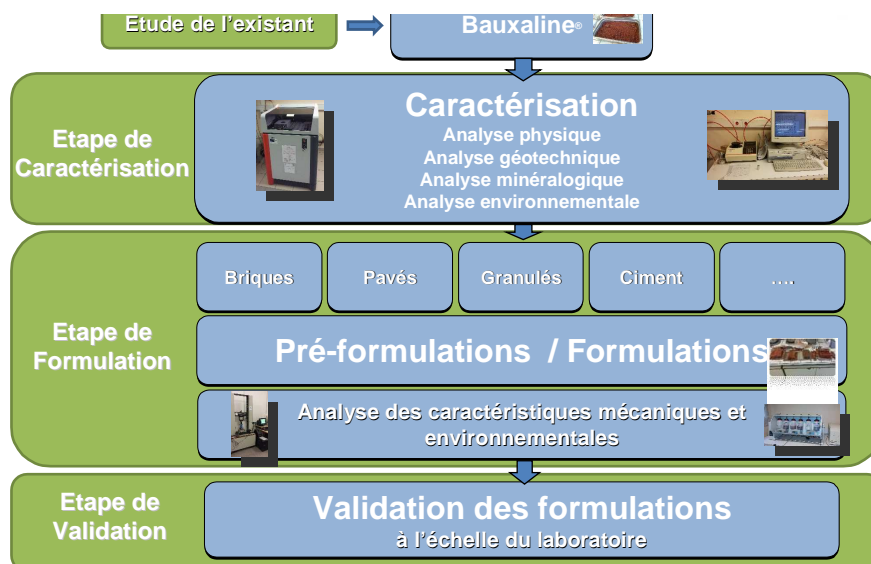
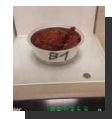
Analyse Minéralogique

La Bauxaline® est principalement constituée d'hématite, de goethite, de gibbsite, de boehmite, de quartz et de cancrinite.



Caractéristiques Géotechniques

Analyses	Résultats
Teneur en eau	40%
Perte au feu	7,5%
pH	10,5
Densité des grains	3,45
Surface BET	20,25m ² /g
Limite de plasticité	31%
Limite de liquidité	40%
Indice de plasticité	9
Volume des pores	0,21 cm ³ /g
Taille des pores	208 A
VBS	0,4
Granulométrie	<100µm



et à partir d'une analyse multicritère.

D'autres voies ont été explorées comme celles consistant à incorporer la Bauxaline® dans une matrice cimentaire, celle sur les géopolymères (mélanges avec de 20 à 80 % de Bauxaline® avec des cendres volantes, et ajout de réactif pour favoriser la géopolymérisation) et la réalisation de granulats légers avec étude de marché des billes d'argile expansée et de géopolymère léger : formulations, essais laboratoire et semi industriels avec ingénierie des procédés. Pour cette dernière voie, deux filières sont possibles : Bauxaline® (10-70%) + fines de carrières et cuisson >1100°C et Bauxaline® activée et granulats géopolymères basse température (formulations, essais laboratoire et semi industriels).

Le marché français des billes d'argile expansée et de géopolymère léger est actuellement de 300000 m³/an avec un potentiel de 800000 à 1,3 million m³/an pour un prix entre 70 à 90 €/m³. C'est un matériau léger, résistant, imputrescible, isolant thermique et phonique, résistant au feu et aux agents chimiques qui présente plusieurs avantages : économie circulaire, optimisation de la ressource, gain énergétique, moins de transport et adapté au marché.

La déphosphatation est une voie explorée récemment. Les phosphates proviennent de diverses activités de l'homme et se concentrent dans les eaux ; ils sont des nutriments et une concentration importante provoque des proliférations d'algues et une eutrophisation du milieu naturel. Plusieurs procédés existent pour enlever les phosphates de l'eau : le traitement biologique (action de bactéries spécifiques), le traitement physico-chimique (précipitation forcée ou naturelle) et la filtration. Le principe de la filtration repose sur le fait que certains solides naturels comme les argiles et les oxydes de fer sont capables de piéger des polluants ; ce piégeage peut être réversible s'il se limite à la surface et irréversible s'il y a pénétration dans le solide. La filtration peut se faire aussi par des filtres actifs. Ces procédés sont couramment utilisés pour le traitement des eaux. Ils consistent à faire passer l'eau à traiter au travers d'un filtre qui va retenir spécifiquement le polluant cible et après saturation du filtre, on le change ou on le régénère. L'efficacité de la Bauxaline® a été testée et donne des premiers résultats encourageants.

L'utilisation de la Bauxaline® en remédiation des sols pollués reste une piste intéressante pour inerte les sols en place avec ou sans phyto-stabilisation et stabiliser chimiquement des sols pour mise en décharge. Elle peut aussi être efficace dans les DMA (Drainages Miniers Acides) en raison de l'existence d'effluents souvent acides et chargés en métaux avec un étude cas par cas (pH, niveau rédox, nature des polluants) avec notamment piégeage du cadmium et du zinc.

Une voie déjà explorée il y a une vingtaine d'année consiste à utiliser la Bauxaline® en mélange avec d'autres substances à des fins horticoles.



Après 78 jours en semis à gauche sans RBM à droite avec 10 % de RBM

Les résultats de phytotoxicité avec des essais en lysimètre avec un pilote de terrain à St Félix sont prometteurs.

Commentaires

Le deuxième filtre presse sur le site de Mange Garri a été mis en service en 2014. Le troisième et dernier filtre presse également localisé sur le site de 'Mange Garri', est en cours de construction pour une mise en service probablement à la fin du premier semestre 2015. Une fois les trois filtres presses opérationnels, il sera possible de traiter la Bauxaline® pour une activité atteignant une utilisation de bauxite de 600000 t/an.

Il est constaté une très faible utilisation de la Bauxaline® en 2014 de 1010 t dans un contexte très particulier de débat sur le devenir des eaux industrielles à l'issue des

rejets solides au 31 décembre 2015. Le choix d'ALTEO a été d'investir dans la recherche et développement de nombreuses filières d'utilisation de la Bauxaline® plutôt que de privilégier son transport souvent en quantité importante sur de grandes distances.

La sortie du Statut de déchet pour la Bauxaline® est un préalable indispensable à son utilisation.

Le CSS note que de nombreuses démarches ont été entreprises en 2014 complémentaires de celles menées en 2013 : esprit d'innovation, recherche bibliographique étendue, recherche de nombreux partenaires industriels et commerciaux et création d'une structure de discussion sur les questions de valorisation de la Bauxaline®. Ce travail pourrait d'ailleurs faire l'objet d'un financement de doctorant sous forme de bourse CIFRE. La possibilité d'utiliser la Bauxaline® pour la dépollution doit être ainsi encouragée. Cependant, il est recommandé de bien étudier la viabilité des filières présentées depuis quelques années et de mieux cibler les voies stratégiques entre utilisations de grands volumes de Bauxaline® par exemple en couverture de décharge ou de petits volumes dans des niches industrielles à haute valeur commerciale. Il faut clairement identifier les voies de valorisation au-delà du défrichage mené aujourd'hui avec les nombreux partenaires d'ALTEO.

Renouvellement du Comité Scientifique de Suivi

Le président du CCS précise, avant de passer la parole aux représentants de l'Etat, que depuis la création du CSS en 1994, en raison de la création du Parc National des Calanques en 2012 et de la demande de nouvelle utilisation de la conduite en mer, le périmètre des compétences du CSS comprenait des experts spécialistes du milieu marin et des matériaux de construction. Compte tenu des nouveaux enjeux, le mode de fonctionnement du CSS doit être revu en fonctions de ses nouvelles missions ; il

souhaite cependant qu'une mémoire du CSS puisse être reconnue dans la nouvelle structure de suivi.

La DREAL et la DDTM informe qu'il sera mis fin au CSS au premier semestre 2015 dès que le nouvel arrêté d'utilisation de la conduite sera promulgué. Dans cet arrêté sera précisé les attributions du Comité de Surveillance et d'Information en Mer (entre 7 et 10 membres) notamment le programme de suivi demandé à ALTEO sur 1) la poursuite des opérations en mer menées chaque 5 ans y compris sur l'indicateur foraminifères pour étudier le devenir des dépôts anciens et 2) des études complémentaires sur le devenir des nouveaux effluents aqueux, les hydrotalcites et les risques écotoxicologiques liés à la phase aqueuse de l'effluent liquide. Feront parties de ce nouveau Comité, des experts choisis à titre individuel selon leurs compétences disciplinaires, le Président du Conseil Scientifique du Parc National des Calanques et le Président du Conseil Scientifique du Comité de Bassin. Il est demandé au CSS de proposer une liste d'experts potentiels.

Le Comité de Suivi de Site (CSS) créé en 2013 traitera du site de Mange Garri.

Il appartiendra à ALTEO de créer en interne, si cela lui semble utile, une structure pour traiter des questions relatives à la valorisation de la Bauxaline®.

Commentaires du CSS

Le CSS actuel prend note du souhait des services de l'Etat de constituer un nouveau Comité qui pourrait s'appeler Comité **Scientifique** de Surveillance et de l'Information en Mer en ciblant uniquement les questions relatives à l'environnement marin : écotoxicologie, bio-géochimie ; écologie des milieux benthiques profonds ; modélisation numérique et études sur les hydrotalcites. Le CCS recommande de ne pas trop donner d'importance à cette dernière question puisque après presque 60 ans de rejets, la zone marine impactée autour de l'émissaire par les hydrotalcites

n'occupe d'une très faible surface et un très faible volume eu égard aux volumes de rejets déversés en mer.

Il est souhaité que soit mis officiellement fin à ce CSS et qu'un de ses membres puisse faire partie du nouveau Comité de façon à garantir une continuité dans la connaissance de la partie devenir en mer des rejets des résidus de bauxite.

ALTEO souhaite également le maintien de la richesse d'informations acquises depuis 20 ans dans le cadre des expertises du CSS.

Recommandations 2014 du Comité Scientifique de Suivi

Le Comité Scientifique de Suivi (CSS) remercie ALTEO Gardanne pour son accueil. Le CSS approuve le déroulement des études et recherches réalisées en 2014 et les projets de valorisation et d'utilisation de la Bauxaline® en 2015 telles qu'ils lui ont été présentés lors de la réunion annuelle du CSS du 12 décembre 2014. Il a apprécié la démarche cohérente d'arrêt des rejets en mer de résidus solides au-delà du 31 décembre 2015 par la construction des deux filtres presse sur le site de Mange Garri qui seront opérationnels en milieu de l'année 2015. Les trois filtres presses permettront ainsi de sécher la totalité de la Bauxaline® pour son utilisation ou son stockage sur le site de Mange Garri.

A l'issue des exposés et en fonction des discussions qui ont suivi, le Comité Scientifique de Suivi recommande pour 2015 :

- 1) De poursuivre dans les pistes et approches menées depuis quatre ans sur la valorisation de la Bauxaline® et ceci dans une vision à long terme (horizon 2020) (les quantités valorisées en 2014 sont très faibles mais s'expliquent par le contexte très particulier du débat actuel sur le devenir des eaux industrielles à l'issue des rejets solides au 31 décembre 2015) : esprit d'innovation, recherche bibliographique étendue, recherche de nombreux partenaires industriels et commerciaux et création d'une structure de discussion sur les questions de valorisation de la Bauxaline®. Ce travail pourrait d'ailleurs faire l'objet d'un financement de doctorant sous forme de bourse CIFRE. La possibilité d'utiliser la Bauxaline® pour la dépollution doit être ainsi encouragée. Cependant, il est recommandé de bien étudier la viabilité des filières présentées depuis quelques années et de mieux cibler les voies stratégiques entre utilisations de grands volumes de Bauxaline® par exemple en couverture de décharge ou de petits volumes dans des niches industrielles à haute valeur commerciale. Il faut clairement identifier les voies de valorisation

au-delà du défrichage mené aujourd'hui avec les nombreux partenaires d'ALTEO.

- 2) Le CCS regrette que la demande de sortie du statut de déchet de la Bauxaline® n'ait pas encore abouti. La demande a été faite il y a plus d'un an par ALTEO ; il est recommandé de réactiver auprès des services de l'Etat ce dossier. Cette sortie du statut de déchet est la seule garantie de la possibilité d'utiliser la Bauxaline® sans suspicion de risques écotoxicologiques et radioactifs évoqués actuellement sur ce produit. L'évaluation des risques liés aux transports des poussières est indispensable.
- 3) Le CSS prend note du souhait des services de l'Etat de constituer un nouveau Comité qui pourrait s'appeler Comité de Surveillance et de l'Information en Mer ou Comité Scientifique de Surveillance et de l'Information en Mer en ciblant uniquement les questions relatives à l'environnement marin : écotoxicologie, bio-géochimie ; écologie des milieux benthiques profonds ; modélisation numérique et études sur les hydrotalcites. Le CCS recommande de ne pas trop donner d'importance à cette question puisque après presque 60 ans de rejets, la zone marine impactée autour de l'émissaire par les hydrotalcites n'occupe d'une très faible surface et un très faible volume eu égard aux volumes de rejets déversés en mer.
- 4) Le CSS serait maintenu dans sa forme actuelle au moins jusqu'au prochain CODERST (avril) où le dossier ALTEO serait examiné. Il est souhaité que soit mis officiellement fin à ce CSS et qu'un de ses membres puisse faire partie du nouveau Comité de façon à garantir une continuité dans la connaissance de la partie devenir en mer des rejets des résidus de bauxite.
- 5) Le CSS réitère une de ses recommandations de 2013 à savoir celle de réaliser la prochaine campagne à l'automne 2017 avec l'abandon de la station U4 et l'addition de deux nouvelles stations de substrat meuble dans l'axe du canyon et des deux stations de suivi sur substrat dur afin de permettre de mieux

préciser le devenir à long terme des résidus déjà en place. Il recommande de suivre les mêmes indicateurs que pendant la campagne 2012 à savoir : qualité sédimentaire et géochimique des sédiments ; écotoxicité des sédiments ; macrofaune benthique et foraminifères benthiques. Il recommande enfin la réalisation d'une analyse spatio-temporelle de l'ensemble des campagnes historiques sur les aspects granulométrie, géochimie et macrofaune benthique afin d'avoir une véritable chronique du devenir des résidus en mer.

- 6) Le CSS encourage ALTEO de constituer une structure en interne comme un Groupement d'Intérêt Scientifique pour traiter des questions relatives à la valorisation de la Bauxaline®.
- 7) Le CSS recommande de continuer à communiquer vers le grand public le plus largement possible sur les actions menées via le site web (www.alteo-environnement-gardanne.fr/).

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