

## Rio Tinto Alcan à Gardanne Rapport annuel du Comité Scientifique de Suivi 2007 Résumé non technique

Conformément à la réglementation des Installations classées, Rio Tinto Alcan à Gardanne a pour obligation d'effectuer une surveillance régulière de ses rejets. Parallèlement, pour satisfaire son engagement de zéro rejet en mer en 2015, l'entreprise travaille à la valorisation des résidus de bauxite sous forme de Bauxaline®.

Les travaux du CSS ont porté sur les résultats de la campagne d'études réalisée en septembre 2007, pour le suivi du milieu marin dans le secteur de Cassidaigne (zone de dépôt des résidus de bauxite en mer). Le second volet du rapport concerne l'emploi et les applications de la Bauxaline®, notamment dans les Centres de Stockage Ultimes.

### Compte-rendu de la campagne en mer 2007

Rio Tinto Alcan à Gardanne assure un suivi du milieu marin par des opérations de carottage réalisées tous les cinq ans, sur des stations de prélèvement représentatives du milieu concerné par le rejet, ainsi que sur des stations de référence. L'extension du dépôt et son épaisseur sont étudiées ainsi que les évolutions de la macrofaune benthique, celle de l'écotoxicité des sédiments, et en 2007 l'éventuelle radioactivité des sédiments. La dernière campagne d'étude a été menée du 2 au 8 septembre 2007. Le CSS avait recommandé de prospecter quinze stations. La campagne de prélèvement s'est déroulée dans des conditions météorologiques difficiles et n'a permis de visiter que huit stations sur les quinze prévues. Cependant, après étude de la chimie, de la sédimentologie, de la macrofaune (1), de l'écotoxicologie (2) et de la radioactivité sur les sites visités, le CSS a considéré que la campagne répondait aux exigences requises pour un suivi satisfaisant.

### Bilan global sur les tests d'écotoxicologie (période 1998-2007)

Les résultats observés sur les 152 échantillons collectés ne montrent pas d'évolution temporelle défavorable de l'écotoxicité. Au contraire, alors que les premières observations de 1998 sur le développement larvaire montraient une faible toxicité pour deux des stations de prélèvement, en 2002 et 2007, les risques y sont notés faibles à négligeables.

### Rapport d'analyse effectuée par spectrométrie gamma

L'analyse des sédiments relevés sur quatre stations ont révélé de faibles niveaux d'activité. Ceux-ci sont inférieurs à 0,1 Bq/g en uranium 238 et radium 226. A titre de comparaison, ce taux équivaut à la radioactivité dégagée par le corps humain (principalement due au potassium 40 des os). La limite inférieure des « déchets à très faible activité » pour l'Agence nationale des déchets radioactifs (ANDRA) est d'1 Bq/g, niveau de radioactivité naturelle des granits par exemple. *Analyses disponibles auprès du Laboratoire de radioprotection d'Alcade.*

### Valorisation de la Bauxaline®. Situation et perspectives

L'intérêt de la Bauxaline® pour la réhabilitation en Centres de Stockage des Déchets Ultimes (CDSU) se confirme. De nouveaux contacts et procédures d'acceptation sont en cours. Une autre application a été testée cette année, en cimenterie, pour la réalisation de nouveaux clinkers (3). Les premiers résultats montrent que les clinkers contenant de la Bauxaline® présentent des qualités comparables à celles du ciment prompt tout en réduisant de 20% les émissions de CO<sub>2</sub> nécessaires à leur fabrication. Les résultats des essais physiques complémentaires (résistance mécanique et temps de prise) sont attendus.

En 2003, année exceptionnelle, plus de 100 000 tonnes de Bauxaline® avaient été valorisées. En 2006, le tonnage passait à 11 000 tonnes. En 2007, il plafonne à 8 000 tonnes.

Des efforts de communication et de promotion du produit ont été entrepris mais des résistances persistent. Elles résident dans la difficulté d'homologuer la Bauxaline® et dans son coût de transport vers les zones d'utilisation. Il subsiste également un frein lié à la couleur rouge du produit, ainsi qu'une défiance envers sa radioactivité naturelle. On observe ainsi des réticences systématiques, y compris administratives, à l'utilisation de la Bauxaline®.

Il conviendrait d'entamer une procédure d'obtention d'un label national. Il semble toutefois qu'il sera difficile de l'obtenir en raison du débat déchet/produit. Une voie possible pourrait consister à monter une démarche technico-réglementaire.

### **Constat du Comité Scientifique de Suivi**

Le CSS constate une nouvelle approche de la Direction en matière de communication. Celle-ci est tournée notamment vers la mise en valeur de la démarche entreprise à Gardanne, véritable vitrine pour le groupe et les autres industriels. Il note que la direction encourage aussi vivement les scientifiques à faire état de leurs résultats dans des publications scientifiques.

Le CSS approuve le déroulement des études et recherches réalisées en 2007 et les projets d'utilisation de la Bauxaline® en 2008-2009 tels qu'ils ont été présentés lors de la réunion annuelle du CSS du 11 décembre 2007.

### **Recommandations du Comité Scientifique de Suivi pour 2008**

- Le CSS considère que la campagne de prélèvements et de mesures menée en 2007 est suffisante pour donner une information pertinente sur l'impact environnemental. Cependant la prochaine campagne de 2012 devra être réalisée sur les quinze stations initialement prévues en 2007. Ce nombre de stations semble approprié à la fois pour suivre l'écoulement des résidus inertes dans le canyon de Cassidaigne, et tenter de déterminer l'extension maximale des zones atteintes par les résidus au sud et à l'ouest du canyon. Le CSS recommande d'envisager une ultime campagne en 2017 après l'arrêt définitif des rejets en mer en 2015.

- Le CSS recommande aussi de recentrer les utilisations de la Bauxaline® sur les Centres de Stockage de Déchets Ultimes (CSDU).

- Il préconise la mise en œuvre d'une démarche technico-réglementaire de conformité de la Bauxaline® vis-à-vis des CSDU en s'appuyant sur les nombreux essais, les retours d'expérience et les potentialités d'utilisation du produit. Il conseille de faire appel à un bureau d'études spécialisé pour monter le dossier, de demander à la Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement PACA de valider la démarche et de solliciter le Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables.

- Il recommande enfin d'encourager la publication de ces études scientifiques dans des revues internationales, ainsi que la médiatisation de l'expertise acquise par Rio Tinto Alcan à Gardanne dans le domaine de la gestion intégrée de l'impact environnemental d'un produit, tout au long de son cycle de vie.

*① macrofaune : faune visible à l'œil nu*

*② écotoxicité : étude scientifique de l'action exercée par des produits toxiques sur le milieu où ils se manifestent*

*③ clinker : constituant du ciment*

**RAPPORT ANNUEL 2007**

**DU COMITE SCIENTIFIQUE DE SUIVI**

**RESIDUS DE TRAITEMENT DE  
BAUXITE  
(BAUXALINE)**

**ALCAN-AP GARDANNE**

**WIMEREUX le 16 avril 2008**

## RAPPORT ANNUEL 2007 DU COMITE SCIENTIFIQUE DE SUIVI RESIDUS DE TRAITEMENT DE BAUXITE (BAUXALINE) 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

### **Composition du Comité Scientifique au 10 avril 2007 et rôle du Comité Scientifique de Suivi (CSS)**

Le comité de suivi prévu par l'article 7 de l'arrêté préfectoral du 24 mai 1994 a été mis en place par décision préfectorale en date du 30 octobre 1995. Suite à la proposition du Président du Comité Scientifique de Suivi, Jean-Claude DAUVIN, l'arrêté préfectoral du 10 avril 2007 relatif au renouvellement du Comité Scientifique de Suivi Société ALUMINIUM PECHINEY : ALCAN Gardanne promulgue la liste des huit experts membres du Comité Scientifique de Suivi :

Madame Claude AMIARD-TRIQUET  
 Directeur de Recherches au CNRS, écotoxicologie et radioécologie  
 Université de Nantes, SMAB, Pôle Mer et Littoral, 2, rue de la Houssinière, BP 92208,  
 44322 Nantes Cedex 3  
 Tél. 02 51 12 56 76  
 Courriel : [Claude.Amiard-Triquet@univ-nantes.fr](mailto:Claude.Amiard-Triquet@univ-nantes.fr)

Monsieur Christophe CHAIX  
 Directeur technique délégué de Vinci Routes  
 Vinci Routes Eurovia Management  
 Quartier Lasalle, chemin de Roumanille, 13320 BOUC BEL AIR  
 Tél. 04 42 94 08 79  
 Courriel : [c-chaix@ejl.fr](mailto:c-chaix@ejl.fr)

Monsieur Jean-Claude DAUVIN, Président  
Professeur à l'Université des Sciences et Technologies de Lille,  
Océanographe biologiste  
Station Marine de Wimereux, FRE CNRS 2816 ELICO  
BP 80, 28 avenue Foch, 62930 Wimereux  
Tél. 03 21 99 29 20  
Courriel : [jean-claude.dauvin@univ-lille1.fr](mailto:jean-claude.dauvin@univ-lille1.fr)

Monsieur Michel DAUZATS  
Ancien Chef de Service du CETE, retraité  
Quartier Lachamp MERCUER, 07200 AUBENAS  
Tel : 04 75 93 33 76  
Courriel : [midauzats@wanadoo.fr](mailto:midauzats@wanadoo.fr)

Monsieur Jérémie DOMAS  
Chef de projet Gestion des Déchets INERIS  
INERIS-Agence Méditerranée  
Direction Risques Chroniques, Unité Déchets & Sites Pollués  
Domaine du Petit Arbois, Bâtiment Laënnec  
BP 33, 13545 Aix-en-Provence Cedex 04  
Tél. 04 42 97 14 80  
Courriel : [jeremie.domas@ineris.fr](mailto:jeremie.domas@ineris.fr)

Monsieur Henri FARRUGIO  
Cadre IFREMER, halieute  
Laboratoire Ressources Halieutiques, IFREMER, Station de Sète, avenue Jean  
Monnet, BP 171, 34203 Sète  
Tél. 04 99 57 32 00  
Courriel : [henri.farrugio@ifremer.fr](mailto:henri.farrugio@ifremer.fr)

Madame Laurence GUIDI-GUILVARD  
Chargée de Recherche au CNRS  
Océanographe biologiste, systèmes profonds  
Laboratoire d'Océanographie de Villefranche sur Mer,  
UMR 7093, BP 28, 06234 Villefranche-sur-Mer Cedex  
Tél. 04 93 73 38 44  
Courriel : [laurence.guidi@obs-vlfr.fr](mailto:laurence.guidi@obs-vlfr.fr)

Monsieur Olivier SIROST  
Maître de Conférences, sociologue  
UPRES E.A. 3294 Sport, loisir, santé,  
Université de la Méditerranée, Aix-Marseille 2,  
163 avenue de Luminy, CP 910, 13288, Marseille cedex 9  
Tél. 04 91 17 04 37  
Courriel : [olivier.sirost@univmed.fr](mailto:olivier.sirost@univmed.fr)

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

- 1) examine et 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 Conseil Départemental d'Hygiène des Bouches-du-Rhône.

## **Rapport 2007**

Les travaux entrepris en 2007 ont porté sur : 1) l'organisation et la réalisation de la campagne de prélèvements en septembre 2007 et 2) la recherche de voies d'utilisation et de valorisation de la bauxaline.

### **Compte rendu de la campagne 2007**

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 Alcan Gardanne sur l'ensemble des installations de rejet en mer avec notamment dont 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. La dernière campagne ayant eu lieu en septembre 2002, une nouvelle campagne a été programmée en 2007. Le CSS avait recommandé lors de sa réunion annuelle de 2006 après discussion de prospecter 15 stations dont les caractéristiques figurent ci dessous.

**Tableau 1.** Liste des stations d'échantillonnage initialement prévue lors de la campagne 2007.

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	

### Déroulement de la campagne

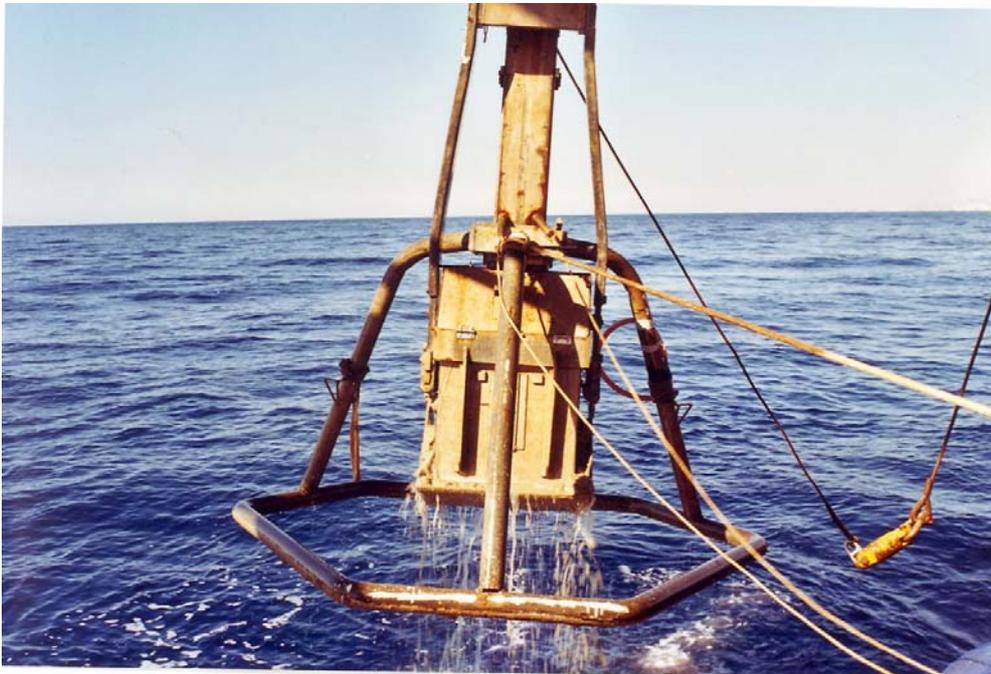
Les objectifs de la campagne de suivi en mer étaient de suivre :

- l'extension des dépôts ; - l'évolution de la macrofaune benthique ;
- l'évolution de l'écotoxicité des sédiments
- et l'éventuelle radioactivité des sédiments.

La campagne a eu lieu sur le navire le Castor, l'engin de prélèvement a été le carottier USNEL (voir annexe 1) ; elle s'est déroulée du 2 au 8 septembre 2008 et n'a permis en fait de visiter qu'uniquement 8 stations dont le récapitulatif est donné après.



*Photo 1. Vue du pont arrière du navire le Castor (crédit photo Hightech).*



*Photo 2. Carottier de type USNEL utilisé lors de la campagne de prélèvement de septembre 2008 (crédit photo Hightech).*

N°	prélèvement	latitude	longitude	Profondeur carte	Profondeur prélèvement	chimie macrofaune	ecotox	Radio nucléides	Prélèvement	Date prélèvement	Contrôle visuel	Commentaires
1	U02	42° 48,83	05° 29,96	2 095		x				05 09 2007		
2	U03	43° 07,05	05° 26,11	265	262	x		x	U03-1	05 09 2007	- surface brune homogène	
3	U04	43° 06,20	05° 33,00	230	284	x			U03-2	03 09 2007	- vase brunâtre avec traces rougeâtres	
4	U05	42° 59,39	05° 31,65	740	228	x	x		U04-1	03 09 2007	- sable vaseux coquiller beige + corail	
5	U06	43° 02,40	05° 21,00	590	226	x	x		U04-2	06 09 2007	- vase beige	
6	U07	43° 00,10	05° 19,20	1065	744	x			U05-1	06 09 2007	- brunâtre + terriers	- benne vide, porte pas fermée
7	U08	42° 57,43	05° 14,04	1540	628	x	x		U05-2	05 09 2007	- brunâtre + terrier + crustacé	
8	U09	42° 51,15	05° 14,53	1975	624	x			U06-1	05 09 2007	- brun beige, terriers	
9	U10	42° 49,22	05° 21,95	2115	617	x			U06-2	05 09 2007	- brun beige, terriers	
10	U11	42° 46,22	05° 40,80	2220	1055	x	x		U06-3	05 09 2007	- fine couche rougeâtre	- déformation surface (naturel ?)
11	U12	42° 49,01	05° 46,98	2280	1048	x			U07-1	05 09 2007	- brun, traces rougeâtres	
12	U13	43° 00,76	05° 45,54	975	1572	x	x	x	U07-2	05 09 2007	- brun, traces rougeâtres	
					1575	x			U08-1	05 08 2007	- traces rougeâtres + charbon	
									U08-2		- boue fluide rougeâtre	
					995	x	x		U13-1	03 09 2007	- vase beige	- lessivage partiel
					997	x			U13-2	03 09 2007	- vase beige	- bon prélèvement
13	U28	42° 35 00	05° 57 50	2500		x						
14	U27	42° 35 00	05° 30 00	2300		x		x	U28-1	07 09 2007	-	- porte pas fermée
15	U28	42° 35 00	05° 05 00	1700	1779	x			U28-2	07 09 2007	-	- porte pas fermée
					1778				U28-3	07 09 2007	- sédiment compact gris brun, traces brunes	

## Campagne ALPECAST 2007 / Suivi des prélèvements

(D'après Higtech).

Les analyses de radioactivité sont disponibles (analyse du laboratoire de radioprotection d'ALGADE, tableau ci-après page 10). Il convient de noter que les niveaux d'activité massique en uranium 238 et en radium 226 sont faibles à moins de 0,1 Bq.g<sup>-1</sup>, avec un léger déséquilibre en plomb 210 avec des activités massiques supérieures ou égales à 0,2 Bq. g<sup>-1</sup>.

### **Commentaires du CSS sur la campagne 2007**

La discussion a porté sur les alternatives existant suite à ce déroulement de campagne perturbé par les mauvaises conditions météorologiques qui n'ont pas permis d'échantillonner le total de 15 stations prévus. Après débat et étude des possibilités de récupération de jours de campagne (disponibilités à la fois du navire et du carottier USNEL) : décalage de la mission en hiver (influence saisonnière) ou en septembre 2009 (variable pluri-annuelle), d'avis des experts et du CSS, et des prélèvements réussis permettant d'apporter des données sur les paramètres étudiés : chimie, sédimentologie, macrofaune, écotoxicologie et radioactivité, il est apparu plus raisonnable de considérer que la campagne 2007 était suffisante dans son déroulement.

### **Rapport de synthèse des études éco-toxicologiques réalisées sur les échantillons de sédiments marins collectés dans le cadre de la campagne en mer AlpeCast 02 2007 (BIO-TOX, Dr D. Ribera)**

Les tests d'écotoxicologie ont été réalisés sur les larves d'huîtres (les larves de moules n'étant pas disponibles). Des travaux antérieurs ont montré que les sensibilités des deux types de larves étaient identiques au niveau des tests d'écotoxicologie. Les quatre stations sur lesquelles ont été faites les analyses sont respectivement les stations U03, U05, U06, U07 et U13 (au lieu de la station UE12 initialement prévue, voir tableau 2).



ALGADE  
Laboratoire d'Exploitation Dosimétrique

**RAPPORT D'ESSAIS N° : ALG07/09/0484**

Analyse effectuée par spectrométrie gamma  
en application de la norme NF M 60 790-6  
Selon les modes opératoires M-SP-6201 et M-SP-6202



Accréditation Cofrac  
N° 1-1039  
portée disponible  
sur www.cofrac.fr

Client : **ALCAN GARDANNE**

N° commande client : **07/2574**

Edité le : **23/11/2007**

N° d'affaire : **ALCA 66**

Chargé d'affaires : **FS**

Matrice solide

		UO3	UO5	UO6	UO7	
		Identification client		UO3	UO5	UO6
Echantillon	Identification Labo	LAE 07-Sd-1137	LAE 07-Sd-1138	LAE 07-Sd-1139	LAE 07-Sd-1140	
	Nature	Sédiment	Sédiment	Sédiment	Sédiment	
	Lieu de prélèvement					
	Date de prélèvement	01/09/2007	01/09/2007	01/09/2007	01/09/2007	
	Masse avant séchage (g)					
	Masse après séchage (g)	664,9	532,0	555,0	665,6	
	Analyse					
Equipement		62 SP 0002	62 SP 0001	62 SP 0004	62 SP 0003	
Date d'analyse		22/11/2007	22/11/2007	22/11/2007	22/11/2007	
Durée en heures		19,00	19,00	19,00	19,00	
Masse analysée (g)		30,0	30,0	30,0	30,0	
Granulométrie		total	total	total	total	
Masse de la fraction (g)		664,9	532,0	555,0	665,6	
Activité massique de l'échantillon sec en Bq/g	Famille de l'Uranium 238	<b>U 238*</b>	<0.07	<0.06	0.06 +/- 0.03	<0.05
		<b>Th 234</b>	<0.07	<0.06	0.06 +/- 0.03	<0.05
		<b>Th 230</b>	<0.41	<0.31	<0.25	<0.27
		<b>Ra 226*</b>	0.03 +/- 0.01	0.04 +/- 0.01	0.04 +/- 0.01	0.05 +/- 0.01
		<b>Bi 214</b>	0.02 +/- 0.01	0.04 +/- 0.01	0.04 +/- 0.01	0.04 +/- 0.01
		<b>Pb 214</b>	0.03 +/- 0.01	0.04 +/- 0.01	0.04 +/- 0.01	0.05 +/- 0.01
		<b>Pb 210</b>	0.18 +/- 0.04	0.15 +/- 0.02	0.26 +/- 0.03	0.21 +/- 0.03
	<b>Uranium 235</b>		<0.05	<0.03	<0.02	<0.03
	Famille du Thorium 232	<b>Th 232*</b>	0.05 +/- 0.01	0.04 +/- 0.01	0.05 +/- 0.01	0.05 +/- 0.01
		<b>Ra 228*</b>	0.05 +/- 0.02	0.05 +/- 0.02	0.05 +/- 0.01	0.05 +/- 0.01
		<b>Ac 228</b>	0.05 +/- 0.02	0.05 +/- 0.02	0.05 +/- 0.01	0.05 +/- 0.01
		<b>Pb 212</b>	0.05 +/- 0.01	0.04 +/- 0.01	0.05 +/- 0.01	0.05 +/- 0.01
		<b>Tl 208</b>	<0.03	0.06 +/- 0.03	0.06 +/- 0.03	0.06 +/- 0.03
	<b>Potassium 40</b>		0.53 +/- 0.11	0.57 +/- 0.07	0.73 +/- 0.05	0.83 +/- 0.08

U 238\* : déduit du Th 234; Ra 226\* : déduit du Pb 214 et du Bi 214

Ra 228\* : déduit du Ac 228

Th 232\* déduit du Pb 212 si chaîne à l'équilibre, sinon déduit de l'Ac 228

L'incertitude est donnée avec un facteur d'élargissement K=2

Prélèvement effectué par le client

Observations :

Date	Visa du Responsable Technique C. GIBAUD	(ou) Visa du Responsable d'Essai A. VAUCHAMP

Page : 1 / 1

La reproduction de ce rapport d'essais n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

L'accréditation par le COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les analyses couvertes par l'accréditation.  
Ce rapport ne concerne que les objets ou produits soumis à essais.

Référence documentation qualité : A-RE-6211 V2

ALGADE

1, Av du Brugeaud - BP 46 - 87250 Bessines sur Gartempe - Tél. +33 (0)5 55 60 50 00 - Fax +33 (0)5 55 60 50 59  
S.A.S. au capital de 996.200 Euros - R.C.S Limoges B 389 321 746 - Siret 389 746 000 15

**Tableau 2.** Récapitulatif des sites où les tests d'écotoxicologie ont été réalisés de 1997 à 2007 (attention pour 2007 tests réalisés sur la station U03 au lieu d'U12 initialement prévue).

	U 02	U 03	U 04	U 05	U 06	U 07	U 08	U 09	U 10	U 11	U 12	U 13	U 18	U 23	U 24	MT 06	MT 12	PT 02	PT 06
<b>1997</b>				X	X	X	X	X	X	X			X						
<b>1999</b>	X								X					X	X	X	X	X	X
<b>2002</b>		X	X	X	X	X						X							
<b>2007</b>				X	X	X					X								

Quatre échantillons collectés au cours de la campagne AlpeCast 2007 ont donc été analysés : U03, U05, U06 et U07.

Quatre tests différents ont été pratiqués :

- test de la fraction lixiviée sur le développement embryonnaire de l'huître.
- test d'inhibition de la luminescence de la fraction lixiviée sur la bactérie *Vibrio fisheri*.
- test de la fraction solide sur le développement embryonnaire de l'huître.
- test d'inhibition de la luminescence de la fraction solide sur la bactérie *Vibrio fisheri*.

Les principaux résultats sont :

- Absence d'effet des lixiviats sur le développement larvaire de l'huître,
- Absence d'effet des lixiviats sur la bactérie luminescente *Vibrio fisheri*,
- Absence d'effet de la fraction solide sur le développement larvaire de l'huître,
- Absence d'effet de la fraction solide sur la bactérie luminescente *Vibrio fisheri* (selon le protocole Environnement Canada).

### **Bilan général sur les tests d'écotoxicologie (1998-2007)**

Au bilan, l'ensemble des analyses réalisées a porté sur 19 points de prélèvement ; un total de 152 biotests ont été effectués sur ces prélèvements et les principaux résultats sont synthétisés dans le tableau 3.

**Tableau 3.** Synthèse des résultats d'écotoxicologie (d'après BIO-TOX).

Bioessais	Matrice	Alpesur 1998	Alpecast 1999	Alpecast 2002	Alpecast 2007
Test d'inhibition de la luminescence (test Microtox)	Extrait organique	Négatif	-	-	-
	Eau interstitielle	-	Négatif	-	-
	Lixiviat	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif
	Essais contact	-	Positif	Négatif	Négatif
Test de développement larvaire (sur oursin/moule/huître)	Essai contact	± Positif*	Négatif	Négatif	Négatif
	Lixiviat	± Positif**	Négatif	Négatif	Négatif
Test de mutation génétique (test d'Ames)	Lixiviat	Négatif	-	-	-
	Extrait organique	Négatif	-	-	-
Test de toxicité aiguë sur le bar ( <i>Dicentrarchus labrax</i> )	Essai contact	Négatif	Négatif	-	-
	Elutriat	Négatif	-	-	-

- : non mesuré

\* maximum d'anomalies = 38,9 %

\*\* maximum d'anomalies = 20,1 %

Trois points de prélèvement sont comparables (U05, U06 et U07) entre 1997 et 2007. Un seul point est comparable entre 2002 et 2007 (U03).

Les résultats collectés sur ces échantillons ne montrent pas d'évolution temporelle significative de l'écotoxicité (Tableau 4). Au contraire, les premiers résultats sur le développement larvaire montraient une faible toxicité (niveau 2) pour les stations U06 et U07. En 2002 et 2007, les notes attribuées à ces stations sont inférieures : risques négligeables à faibles.

Notes de risques attribuées en fonction de la réponse de différents tests à des sédiments contaminés (d'après Ifremer, 1999. Dragages et environnement marin, état des connaissances, pp. 12-14 et pp. 132-134).

Exemple : notes attribuées par le test d'embryotoxicité (concentration 5g/L sédiment sec)

Pourcentage de larves ' D'	Toxicité	Note de risques
>10 %	Négligeable	0
10 à 30 %	Faible	1
30 à 50 %	Moyenne	2
> 50 %	Forte	3

**Tableau 4.** Evolution de l'écotoxicologie en fonction du temps (d'après BIO-TOX) (N.E. = non écotoxique)

Station	Campagne	Test d'inhibition de la luminescence (test Microtox)		Test de développement larvaire		
		Lixiviat	Essais contact	Lixiviat	Essai contact	
					% larves anormales à 5g/L	Niveau GEODE
U03	2002	N.E.	N.E.	N.E.	12,8%	1
	2007	N.E.	N.E.	N.E.	22,8 %	1
U05	1997	N.E.	-	N.E.*	23,3 %	1
	2002	N.E.	N.E..	N.E.	9,9 %	0
	2007	N.E.	N.E.	N.E.	20,0 %	1
U06	1997	N.E.	-	N.E.*	38,9 %	2
	2002	N.E.	N.E.	N.E.	9,4 %	0
	2007	N.E.	N.E.	N.E.	23,1 %	1
U07	1997	N.E.	-	N.E.*	35,5 %	2
	2002	N.E.	N.E.	N.E.	6,1 %	0
	2007	N.E.	N.E.	N.E.	28,1 %	1

- non mesuré

Non écotoxique CE50> dose maximale testée

Non écotoxique $\mu$  = dans la gamme de variabilité des témoins négatifs

## Actions valorisation de la bauxaline en 2007 et les perspectives de valorisation

### Livraison de la bauxaline en 2007

Le tableau 5 résume les quantités de bauxaline valorisés en 2007.

**Tableau 5.** Sites, applications et tonnages de bauxaline valorisée en 2007.

SITE	Application	Tonnage
Ancienne Décharge Semaire (La Ciotat) Février 2007	Réhabilitation du site	4000
Essai cimenterie	Incorporation dans le clinker	27.5
CSDU Le Mentaure (La Ciotat) Juillet 2007	Réhabilitation du site	600
CSDU Le Mentaure (La Ciotat) Août / Sept.2007	Réhabilitation du site	3383

**Soit un total de 8010,5 tonnes en 2007**

L'historique de la valorisation entre 1995 et 2007 fait apparaître le bilan suivant (tableau 6).

**Tableau 6.** Historique des quantités de bauxaline valorisées de 1995 à 2007.

HISTORIQUE	APPLICATION	TONNES
1995	Route	1 500
1997	CSDU	12 000
1998	CSDU Entressen en 1998	1 500
2002	Route	1 500
	CSDU	12 000
2003	CSDU	104 500
2006	CSDU Mentaure	8 620
	Route Mange-Garri	2 300
	Essais: Vicat & Circuit du Castellet	52
2007	CSDU	7 983
<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL 1995-2007</b>	<b>151 955</b>

## **Perspectives de valorisation fin 2007/ début 2008**

### Réhabilitation Centres de Stockage des déchets ultimes (CSDU)

Engagement d'une procédure d'acceptation en CSDU : envoi conjoint d'un courrier et du dossier à la DRIRE et au Ministère de l'Écologie du Développement et de l'Aménagement Durable (décembre 2006) suite à la demande de la DRIRE.

#### CSDU du Mentaure (La Ciotat)

Contact SMA, exploitant: perspective livraison 5 000T/6000T sur fin décembre 2007 /janvier 2008.

#### CSDU des Truques (Forcalquier)

Contact Sydevom 04 (Collectivité), BE (Scetauroute/Egis).AO avec remise des offres pour fin novembre 07. Nouvelle prise de contacts avec les entreprises TP. Potentialité de valorisation Bauxaline®: 7500 Tonnes. Travaux échelonnés sur 4 mois: de janvier à avril 2008.

### *Réhabilitation de centres de stockage de déchets (en cours)*

#### CSDU Valentoulin (commune de Port de Bouc):

Contact avec la Collectivité (CAOEB: Communauté d'Agglomération de l'Ouest Etang de Berre) , rencontre le 25 mai 2007, favorable à l'utilisation de la Bauxaline® . Elus intéressés pour visite d'un CSDU réhabilité avec la Bauxaline ® Nombreux échanges avec le BE (ANTEA) en charge de la réalisation du Cahier des Charges. Travaux prévus horizon fin été/automne 2008.

**Potentiel total de valorisation 78000T**

CSDU Malespine (commune de Gardanne)

Contact avec M. Velly, Directeur de la SEMAG (exploitant).

Travaux 1ère tranche initialement prévue fin 2007. Reporté pour raison technique et budgétaire sur 2008/2009. Réalisation de l'ensemble de la couverture.

**Potentiel 15 000T**Décharge de Mallemort

Contact Agglopoie de Provence (responsable traitement des déchets).

Collectivité intéressée pour une visite du filtre-presse et d'un CSDU réhabilité avec la Bauxaline®

**Potentiel 10 000T en 2008-2009**Suivi des projets de travaux sur autres CSDU/entretien des contacts

Pennes Mirabeau (exploitant Suez),

Maussane **potentiel 5000T/2009** (Communauté de Communes de la vallée des Baux),

Lançon de Provence (Exploitant ORTEC),

Arbois (Communauté du Pays d'Aix (CPA) **potentiel 8000T / 2008-2009**

Entressen (Marseille Provence Métropole (MPM) et entreprise Bec Frères)  
**concurrence avec d'autres matériaux,**

Le Cannet des Maures (exploitant Pizzorno) problème de la distance >100 kms,

Septèmes les Vallons (Veolia Propreté) **potentiel 60 000T/2008-2009**

Les essais dans le domaine cimentier

Février 2007, 1er contact avec expert indépendant travaillant pour le groupe cimentier VICAT pour un projet de réalisation d'essais de ciments spéciaux dans four prototype avec pour objectif la réalisation de nouveaux clinkers : réduction du CO<sub>2</sub> :

Envoi d'un camion de Bauxaline® (27,5T) pour essai et essais sur 2 formulations de clinkers

Mai 2007, rencontre avec les personnes en charge du dossier chez VICAT/ Echanges sur les essais en cours. Premiers résultats : clinker à base de Bauxaline® avec propriétés comparables à celles du ciment Prompt (= ciment naturel à prise rapide). Le clinker Bauxaline® permet de réduire le CO2 de 20%. la Bauxaline® se présente comme un dopant pour réduire le CO2.

Décembre 2007, attente des résultats complémentaires (essais physiques sur le ciment obtenu : résistances mécaniques et temps de prise).

Actions de valorisation de la Bauxaline® en tant que barrière étanche (réhabilitation de site)

Réalisation d'une tranchée étanche : contact BE « Mica Environnement ».

Site: Mine de Fluorine du Tarn (MontRoc)

Travaux prévus: 2008

Potentiel de valorisation : 6400 Tonnes de Bauxaline®

Les essais 2007 classés sans suite

Essai incorporation de la Bauxaline® dans les Eco-matériaux en tant que charge colorante : entreprise VF advanced: Fabrication Produits divers.

Essai ARKEMA : essai de récupération du fer pour chlorure ferrique (cession de la filière traitement de l'eau).

Essai traitement des déchets hydrocarbures : demande d'un expert indépendant pour envoi échantillon de Bauxaline ® pour essai. Recherches: réalisation d'un réacteur pilote destiné à traiter les « Huiles de Pyrolyse » inutilisable comme combustibles.

Bauxaline ® utilisée pour élimination du chlore à plus basses températures que solutions conventionnelles.

Autres contacts

Poursuite des prises de contact avec entreprises TP, cimentiers, exploitant de carrières, Collectivités, Bureaux d'Etudes, Administrations....

Poursuite des échanges avec d'autres industriels ayant les mêmes enjeux concernant la valorisation de leur sous-produit (Ex. Arcelor Mittal à Fos)

Actions de communications

Inauguration du filtre-presse en mai 2007 (invitation de différents prospects)

Europôle de l'Arbois: intervention le 14 septembre 07 dans le cadre de l'inauguration de la plateforme ARDEVIE (gestion des déchets) et de la conférence sur la valorisation des déchets.

Pôle risques: Intégration dans le groupe de travail « Gestion et valorisation des déchets » Rôle du Pôle « Risques »:

- rassembler en région PACA et Languedoc-Roussillon les acteurs de l'industrie, de la recherche et de l'enseignement autour de projets coopératifs innovants.
- favoriser l'émergence de technologies innovantes pour conquérir de nouveaux marchés.

Intervention lors du forum du 6 décembre 07 sur la gestion des déchets minéraux

## **Discussion sur l'emploi de la bauxaline**

Le volume de bauxaline utilisé en 2007 est faible moins de 8000 t soit légèrement inférieur à celui de 2006 qui était de 11000 t ; il est en forte diminution par rapport à celui valorisé en 2003 année exceptionnelle avec plus de 100000 t. Des efforts de communication et de promotion de la bauxaline ont été entrepris mais des difficultés résident dans l'homologation et de promotion de la bauxaline et le coût du transport depuis la zone de stockage de Mange-Garri vers les zones d'utilisation. Il subsiste également des difficultés liées à la couleur de la bauxaline (rouge) qui pourrait avoir un effet médiatique négatif et ceux liés à la radioactivité naturelle renforcée due au procédé d'extraction de l'aluminium à partir de la bauxite. Il y a donc des freins administratifs notamment systématiques de l'utilisation de la bauxaline. De plus, les procédures d'agrément au coup par coup sont contraignantes dans le cas de simple utilisation. Il conviendrait d'entamer une procédure d'obtention d'un label produit national ce qui semble cependant difficile à obtenir (débat déchet/produit). Une voie possible semble de monter une démarche technico-réglementaire (voir plus loin recommandation du CSS).

### **Recommandations du Comité Scientifique de Suivi**

Le Comité Scientifique de Suivi (CSS) remercie Alcan Gardanne pour son accueil. Il note une nouvelle approche de la direction Alcan sur la politique de communication et sur la valorisation des acquis de la démarche entreprise sur le site de Gardanne comme vitrine par rapport à ce qui pourrait être fait ailleurs sur d'autres sites industriels d'Alcan ou d'autres entreprises. La direction encourage vivement les scientifiques à faire état de leurs résultats dans des publications scientifiques. Le CSS approuve le déroulement des études et recherches réalisées en 2007 et les projets d'utilisation de la bauxaline en 2008-2009 telles qu'ils ont été présentés lors de la réunion annuelle du CSS du 11 décembre 2007.

A l'issue des exposés et en fonction des discussions qui ont suivi, le Comité Scientifique de Suivi recommande pour 2008 :

- 1) De considérer même si elle est incomplète en raison de mauvaises conditions météorologiques que la campagne 2007 est suffisante pour donner des informations pertinentes sur la composition de la macrofaune, la chimie et la granulométrie des sédiments, pour évaluer les éventuels effets écotoxicologiques et les analyses de radioactivité. Cependant la prochaine campagne normalement à programmer en 2012 devra être réalisée sur la base des 15 stations initialement prévues en 2007. Le CSS recommande d'ores et déjà d'envisager une ultime campagne en 2017 après l'arrêt définitif des rejets en mer en 2015. Ce total de 15 stations apparaît approprié à la fois pour suivre l'écoulement dans le canyon de Cassidaigne des résidus inertes et de tenter de déterminer l'extension maximale des zones atteintes par les résidus au sud et à l'ouest du canyon.

- 2) De recentrer les utilisations de la Bauxaline ® sur les Centres de Stockage de Déchets Ultimes (CSDU) et de mettre en œuvre une démarche technico-réglementaire de conformité de la bauxaline ® par rapport aux CSDU montrant :
  - a) L'existence de nombreux essais et les retours d'expériences ;
  - b) Les potentialités importantes d'utilisation de la bauxaline ® ;
  - c) La simplicité de son utilisation ;
  - d) L'acceptabilité sociale aisée ;
  - e) De faire appel à une aide extérieure (bureau d'études spécialisés) pour monter le dossier ;
  - f) Demander à la DRIRE PACA de valider la démarche ;
  - g) et demander un entretien au MEDAD pour présenter le dossier accompagné de la DRIRE, du bureau d'étude sélectionné et d'un représentant du CSS.
- 3) D'encourager la valorisation des résultats scientifiques dans des revues internationales.
- 4) D'encourager la communication internationale d'ALCAN notamment européenne pour mettre en valeur l'expertise acquise dans le domaine de la gestion intégrée d'une question environnementale de cycle de vie d'un produit depuis la matière première (la bauxite) et son devenir dans l'environnement et son utilisation en CSDU.
- 5) De rédiger un résumé non technique du Rapport Annuel 2007, le CSS se chargeant de la relecture de ce «Digest», et de le diffuser le plus largement possible notamment via le site web ([www.alcan-gardanne-environnement.fr](http://www.alcan-gardanne-environnement.fr)).

Wimereux le 16 avril 2008

**Jean-Claude DAUVIN, Président du Comité Scientifique de Suivi  
Professeur des Universités, Université des Sciences et Technologies de Lille.**