RAPPORT ANNUEL 2002

DU COMITE SCIENTIFIQUE DE SUIVI

RESIDUS DE TRAITEMENT DE BAUXITE (BAUXALINE)

AP GARDANNE

WIMEREUX le 15 mars 2003

RAPPORT ANNUEL 2002 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 impose des prescriptions complémentaires à Aluminium Péchiney 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 24 mai 1994 indique « La société Aluminium Péchiney 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 bioaccumulation 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 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 | 1,04 | 0,5 | 0,33 | 0,31 | 0,25 | 0,18 | 0 |
| de tonnes | | | | | | | |

Composition du Comité Scientifique au 14 mai 2002 et rôle du Comité Scientifique de Suivi

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. La décision du 14 mai 2002 modifie la liste des membres du CSS sur proposition du Président le 11 mars 2002 et désigne les sept membres suivants :

Madame Claude AMIARD-TRIQUET (Directeur de Recherches au CNRS, Université de Nantes, Directrice du Groupe de Recherche CNRS Ecotoxicologie et Chimie Marines, spécialiste en écotoxicologie);

Monsieur Pierre BLAZY (Ancien Directeur du Centre de Recherche et de Valorisation des Minerais de Vandoeuvre, retraité, spécialiste du traitement et de la valorisation de la bauxaline);

Monsieur Jean-Claude DAUVIN (Professeur à l'Université des Sciences et Technologies de Lille, Station Marine de Wimereux, océanographe) Président ;

Monsieur DAUZAT, Chef de Service du CETE, Aix les Milles ; Monsieur BURSI, EDF Lyon ; Monsieur Henri FARRUGIO (Cadre IFREMER, Station de Sète, halieute); Monsieur Raymond GAUDY (Directeur de Recherches au CNRS, Centre Océanologique de Marseille, station marine d'Endoume, planctonologue).

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

- i) examine et analyse les résultats des travaux entrepris sur la bauxaline et le devenir en mer des résidus de traitement de bauxite;
- ii) donne son avis sur les programmes en cours et à venir ;
- iii) produit un rapport annuel qui est ensuite présenté en séance plénière du Conseil Départemental d'Hygiène des Bouches-du-Rhône.

iv)

Rapport 2002

Les travaux entrepris en 2002 portent sur deux domaines bien distincts :

- I. Acquérir une meilleure connaissance du devenir en mer des Résidus de Traitement de Bauxite et déterminer leur toxicité ;
- II Rechercher les voies d'utilisation de la bauxaline.

Le rapport annuel 2002 comporte ainsi deux volets, le premier concerne la réalisation de la campagne de prélèvements de septembre 2002; le second expose de façon détaillée les démarches entreprises par Aluminium Péchniey Gardanne pour utiliser, valoriser la bauxaline afin de réduire de façon drastique les rejets en mer. Il s'ajoute à ces deux points, à la demande de la DRIRE, une discussion du Comité Scientifique de Suivi sur la teneur en soude des rejets et la radioactivité des boues.

Campagne en mer ALPECAST2

Cette nouvelle campagne d'échantillonnage avait pour but de mettre en évidence d'éventuelles modifications dues à l'extension, l'accumulation ou la redistribution des boues. Elle est basée sur des suivis granulométrique, chimique, biologique et toxicologique après les campagnes de 1991 (pente), 1995 (remontée sur le plateau continental et piégeage de particules), 1997 (pente) et 1999 (base du talus).

Trois principaux objectifs sont poursuivis lors de ces campagnes :

- 1). Connaître l'extension maximale des dépôts de résidus inertes.
- 2). Connaître l'évolution temporelle de la macrofaune benthique sur les zones de dépôts et à proximité.
- 3). Evaluer la toxicité des sédiments superficiels sur les zones de dépôts et à proximité.

La campagne ALPECAST2 a eu lieu sur le N.O. Castor 2 (Société FOSELEV, La Seyne sur Mer, Commandant Bernard PETRONET) présentant une grande plage arrière et permettant de travailler dans de bonnes conditions, mais qui se déplace lentement (vitesse maximale de 7 nœuds) et dont la vitesse des treuils est réduite ce qui allonge la durée des prélèvements notamment à des grandes profondeurs supérieures à 2000 m où les opérations sont alors très longues. Les conditions phoniques à bord sont également pénibles. La campagne a duré 6 jours entre le 28 septembre et le 3 octobre dans de bonnes conditions de mer permettant de réaliser la totalité des 12 stations prévues (Tableau 1). Les participants ont été les suivants : Michel AVON (HIGH-TECH Environnement) : organisation de la mission ; Georges STORA et E. DUPORT (COM) : macrofaune ; Daniel RIBERA et D. BROUART (ADEC Tox. Bordeaux) : Toxicologie et André ARNOUX (Invité, Université d'Aix-Marseille II) : chimie.

Douze stations dans la zone de la pente à l'exclusion du plateau continental (absence de remontées significatives), du canyon (écoulement direct de B. R.) et de la base du talus, à l'est du canyon (absence de B. R.) ont été prospectées. Elles se trouvent dans la zone de propagation des boues mise en évidence par l'observation de la couleur des sédiments superficiels et par les concentrations en titane (Référence site = $168\mu g.g^{-1}$, σ = 26, rejet usine> $32000~\mu g.g^{-1}$).

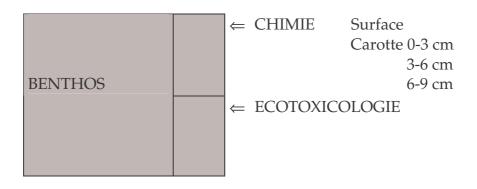
Parmi les douze stations, six ont concerné des analyses chimiques, de faune et de toxicité, les six autres n'ont comporté que des analyses chimiques et de faune (Tableau 1).

Deux prélèvements ont été réalisés à chaque station soit un total de 24 bennes USNEL (IFREMER) qui a montré un bon fonctionnement général et une réussite des 24 prélèvements.

Tableau 1. Caractéristiques des stations prospectées lors de la campagne ALPECAST2 en 2002.

| station | tation latitude longitude profondeur | | chimie macrofaune | ecotox | | |
|---------|--------------------------------------|-----------|----------------------|--------|-----------|--|
| U02 | 42° 48,83 | 05° 29,96 | 2 095 | x | e erediev | |
| U03 | 43° 07,05 | 05° 26,11 | 265 | x | х | |
| U04 | 43° 06,20 | 05° 33,00 | 230 | х | х | |
| U05 | 42° 59,39 | 05° 31,85 | 740 | x | × | |
| U06 | 43° 02,40 | 05° 21,00 | 590 | x | x | |
| U07 | 43° 00,10 | 05° 19,20 | 1065 | past x | X | |
| U08 | 42° 57,43 | 05° 14,04 | 1540 | x | | |
| U09 | 42° 51,15 | 05° 14,53 | 1975 | × | | |
| U10 | 42° 49,22 | 05° 21,95 | 2115 | x | | |
| U11 | 42° 46,22 | 05° 40,80 | 2220 | × | | |
| U12 | 42° 49,01 | 05° 46,98 | 2280 | x | | |
| U13 | 43° 00,78 | 05° 45,54 | 975 | × | × | |

Des deux bennes par station, trois parties pour chaque prélèvement ont été réparties selon le protocole suivant après une évaluation visuelle de l'aspect des carottes à leur arrivée sur le pont (Tableau 2).



Il apparaît une similitude des observations visuelles entre les dernières campagnes réalisées en 1997 et 1999 et celles de 2002, avec à la station U12 dans l'axe du canyon, une progression des résidus inertes de bauxite ; il a été noté la présence de terriers dans des sédiments tapissés de résidus inertes de bauxite.

Tableau 2. Caractéristiques visuelles du sédiment superficiel des stations prospectées lors de la campagne ALPECAST2 en 2002.

| prél. | aspect | prél. | aspect | |
|--------|---------------------------------------|----------|------------------------------------|--|
| U 13/1 | vase grise | U 06 / 1 | vase brune, grains rouges | |
| U 13/2 | vase grise | U 06/2 | vase brune, grains rouges | |
| U 12/2 | 15 cm boues rouges | U 07/2 | vase brun rougeâtre sur 3 cm | |
| U 11/1 | fine couche boues rouges | U 07/4 | vase brun rougeâtre sur 3 cm | |
| U11/2 | film rosé en surface, substrat argil. | U 08 / 1 | traces rougeâtres sur 3 cm | |
| U 05/1 | vase sableuse, traces brunes | U 08 / 2 | traces rougeâtres sur 3 cm | |
| U 05/2 | vase sableuse grise | U 09 / 1 | quelques traces de résidus roug e | |
| U 03/1 | vase grise, traces brunes | U 09/2 | prélèvement sur partie U 09 / 1 ! | |
| U 03/2 | vase grise | U 10 / 1 | fines particules rouges en surface | |
| U 04/1 | sable coquillé grisâtre | U 10/2 | fines particules rouges en surface | |
| U 04/3 | sable délavé | U 02/2 | couche de 5 mm de boues roug es | |
| | raieles our l'anvironnement chie | U 02/3 | couche de 1 cm de boues rouges | |

Les analyses chimiques et écotoxicologiques devraient être disponibles au cours du premier trimestre 2003, celles sur la macrofaune au cours du premier semestre 2003. Cependant quelques éléments sont disponibles pour les analyses écotoxicologiques qui ont été faites après collecte des sédiments pour six stations (Tableau 1) après homogénéisation de la colonne sédimentaire sur 12 cm sur une partie de chaque carotte USNEL (cf schéma ci-dessus). Les tests ont été réalisés soit à partir de lixiviat soit à partir du sédiment homogénéisé. Des larves d'huîtres ont été utilisées. Il existe des réponses différentes au test MICROTOX selon que l'on suive le protocole Mictotox ou le protocole canadien. Les premiers résultats confirment l'innocuité des résidus inertes.

Une réunion de restitution des résultats de cette campagne sera programmée avant la période estivale de 2003.

Teneur en soude des rejets et radioactivité des boues

Demande d'autorisation d'Aluminium Péchiney Gardanne pour passer de 2 g/L à 4 g/L de teneur en soude de son effluent

Compte tenu d'une note rédigée par Aluminium Pechiney, de deux articles (Haggard & Smith, 2002) et Mc Conchie, Clark & Davies-Mc Conchie, 2002) traitant des effets de la soude dans le milieu marin, des avis de Messieurs Arnoux et Stora du Centre Océanologique de Marseille et de la consultation de Monsieur Pascal Flament, chimiste, Maître de conférence à l'Université du Littoral Côte d'Opale, il apparaît que le pouvoir tampon de l'eau de mer allié à une dilution rapide des effluents dans le canyon de la Cassidaigne ne devrait pas augmenter le pH dans un rayon de quelques dizaines de m autour du rejet de 0,1 unité. Cette légère augmentation des pH aura pour effet de favoriser la précipitation sous forme colloïdale de carbonates, également, dans une zone très limitée autour du rejet.

L'augmentation de la teneur en soude des rejets aura par conséquent des effets négligeables sur l'environnement chimiques dans la zone du rejet.

Péchiney Gardanne précise que cette demande est faite pour obtenir une plus grande souplesse dans la concentration en soude de ses rejets, notamment dans les périodes de purge d'oxalate, afin d'éviter une neutralisation des rejets à l'acide chlorhydrique qui occasionne des corrosions sur les installations et peut entraîner à la longue un risque de perçage de la conduite. En dehors des périodes de purge d'oxalate, la concentration en soude des rejets sera maintenue à 2g. L-1.

Il a été demandé que le CSS puisse avoir connaissance régulièrement de la concentration en soude du rejet puisqu'il a été consulté à ce sujet.

Radioactivité dans les résidus de traitement de minerai

La DRIRE a été interrogée sur une éventuelle radioactivité des résidus de bauxite rejeté en mer. A priori, il y aurait confusion avec le rejet de Gardanne et d'autres rejets industriels. Monsieur Clapé (Agence de l'eau) informe le CSS que l'usine CEZUS (Compagnie Européenne du Zirconium en Rhône Alpes) reçoit comme matière première un sable zirconé dont elle extrait les composés suivants : SiO₂, ZrO₂ et HfO₂, les résidus de cette matière première étaient envoyés en décharge (CET de Classe 2). Un contrôle a révélé une radioactivité notable interdisant cette filière. L'industriel a donc été contraint de faire un stockage en attente d'une filière agrée par l'ANDRA. En effet le procédé extrayant presque 99,9 % de la matière première conduit à un enrichissement > 100. Dans le cas de la bauxite, l'enrichissement est multiplié par 2.

Aluminium Péchiney a déjà fait des mesures de radioactivité qui montraient de très faibles niveaux ; il serait souhaitable de vérifier les teneurs en éléments radioactifs à chaque nouvelle provenance de bauxite puis de vérifier les teneurs de la bauxaline.

Etude du marché de la bauxaline pour les usages en aménagement et travaux publics (exposé de Monsieur Daniel DAUDIN, société d'Ecotechnologie)

Les objectifs sont de détecter les segments d'usage potentiels et d'évaluer les conditions techniques et financières de mise à disposition de la bauxaline; pour ce faire 65 entreprises ont été contactées (60% du potentiel total) des départements 84

et 13 (100 km autour de Gardanne) à la fois chez des entreprises importantes et des petites entreprises.

Les caractéristiques des entreprises présentent une diversité de tailles et des activités diverses ; elles peuvent avoir des filiales au niveau national et des soustraitants pouvant alors servir de relais de diffusion de l'information.

Les secteurs d'activité sont très variés :

- Remblai
- Terrassement
- Création de voies et parkings
- Comblement de cavités à l'air libre (carrières)
- Création de réseaux d'assainissement
- Travaux souterrains spécifiques (fondations)
- Fourniture des particuliers
- Zones de loisirs (pistes auto-moto par exemple)
- Usages divers spécifiques (stabilisation de digues et talus)
- Couverture de CET
- Fonds d'alvéoles de CET.

Les atouts en faveur de la bauxaline sont la possibilité de répondre à une demande globale importante en matériaux de grands projets d'aménagement comme la voie de contournement sud d'Avignon (LEO) demandeur de 2,4 millions de mètres cubes de remblai (échéance 2003-2010), un plus en terme d'image en faveur du recyclage de la Bauxaline, et des caractéristiques physiques favorables pour certains usages (faible perméabilité).

Il existe cependant quelques freins aux usages de la bauxaline : teinte rouge prononcée, granulométrie trop fine pour certains usages, certaine difficultés pour faire accepter la Bauxaline dans les cahiers des charges des appels d'offre et une gamme de produits concurrents (fines de carrières notamment).

Les entreprises intéressées expriment les souhaits suivants avant d'utiliser éventuellement la bauxaline : avoir une disponibilité du produit en quantités suffisantes, avoir un stockage tampon sur les sites d'usage, avoir une connaissance des caractéristiques de la Bauxaline en fonction des différents contextes d'usage et disposer d'une définition précise des modalités techniques et financières de mise à disposition de la bauxaline.

Il ressort de cette étude quelques éléments de stratégie commerciale : besoin de connaissance des projets en amont de leur réalisation, besoin d'élaborer des fiches techniques simplifiées en fonction des usages spécifiques, besoin de livraison de Bauxaline pour réaliser des essais *in situ* et proposer un mélange éventuel avec d'autres composants (amendements organiques, boues, composts, déchets des IAA, cendres volantes ...). Un suivi technique et commercial (relance fréquente des prospects) est indispensable.

En conclusion, il apparaît un potentiel d'usages varié de la bauxaline. Des besoins parfois importants (grands projets d'aménagement déficitaires en matériaux) sont d'ores et déjà identifiables à proximité de Gardanne. Un intérêt manifeste pour la Bauxaline des entreprises prospectées a été identifié ce qui déjà témoin de la réussite de cette démarche.

Commentaires du CSS à l'issue de l'exposé

Il existe de nombreuses pistes d'utilisation de la bauxaline et un marché local (Vaucluse et Bouches-du-Rhône potentiel) puisqu'il se pose le coût de transport du matériau qui limite son emploi à de trop grandes distances de Gardanne. Il serait cependant souhaitable d'étendre la prospection au département du Var. Il convient de bien mettre en évidence les spécificités de la bauxaline qui doivent être un atout afin d'éviter de rentrer en compétition avec d'autres produits, notamment au niveau de la réalisation des routes et des couvertures de décharge. Pour ces utilisations, la bauxaline doit être mélangée avec d'autres produits : cendres,... La filière de colmatage de forage doit être explorée. Des fiches techniques devront être disponibles pour présenter les caractéristiques de la bauxaline. Il pourrait être demandé dans les appels d'offre de travaux publics et les cahiers des charges que la bauxaline figure parmi les variantes d'utilisation.

Synthèse des données acquises sur les usages de la bauxaline en aménagement horticole et en réhabilitation de site (exposé de Monsieur Daniel DAUDIN, société d'Ecotechnologie).

Après plus de cinq ans d'utilisation de la bauxaline en aménagement horticole et en réhabilitation de site, les résultats des différents types d'essais et d'expérimentations réalisés à ce jour ont mis en évidence des propriétés spécifiques de la bauxaline permettant d'envisager son utilisation dans différentes conditions en substitution à d'autres matériaux dans des conditions intéressantes au niveau économique et limitant les impacts néfastes sur le plan environnemental.

Quelques opérations conduites en grandeur réelle (planche d'essai sur le site de Gardanne, sur la décharge d'Entressen et aménagement du CET de la Malespine notamment) (Figures 1 et 2) ont permis de déterminer les modalités de mise en œuvre du produit tout en confirmant son intérêt.

Les résultats agronomiques montrent qu'il est utile de sélectionner les espèces végétales utilisées sur les planches d'essai puisque certaines espèces sont mal adaptées à la bauxaline. Il existe de bonnes réserves en eau utile dans la bauxaline.

Les résultats analytiques montrent que le pH se stabilise après quelques années au niveau de celui de l'eau d'arrosage, que la conductivité reste sensiblement plus élevée que celle de l'eau d'irrigation et que les teneurs en chrome sont faibles et comparables à celles de l'eau d'irrigation, que les couvertures sont stables et présentant une érosion limitée avec un lessivage également limité avec des lessivats inférieurs aux seuils de référence. De plus, la bauxaline peut jouer le rôle d'inhibiteur de germination des graines d'adventices.

Des essais en tant que support de culture en pots ont également été réalisés (Figure 3). Deux espèces le laurier rose et le romarin officinal ont été testées à partir du protocole suivant :

- T : Substrat de référence.
- RI 25%: 75% substrat de référence + 25% de Bauxaline.
- RI 33%: 1/3 substrat de référence + 1/3 de terre + 1/3 de Bauxaline.
- RI 50%: 50% substrat de référence + 50% de Bauxaline.
- RI 100%: 100% de Bauxaline.



Figure 1. Essai de végétalisation de la Bauxaline (usine de Gardanne) (d'après Daudin).

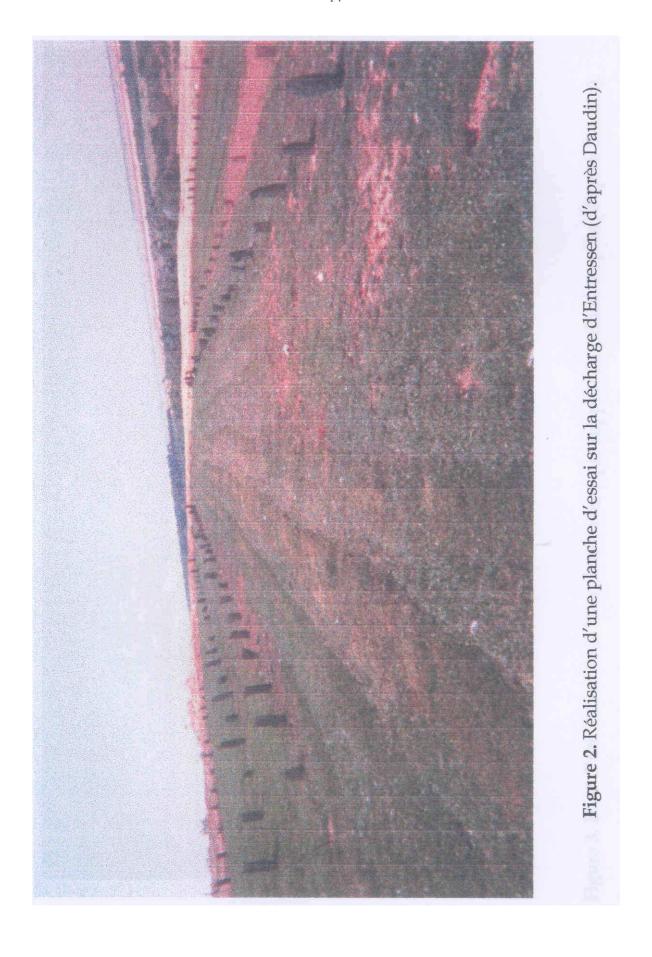




Figure 3. Essai d'utilisation de la bauxaline en tant que support de culture en pots (d'après Daudin).

16

Les résultats montrent une croissance maximale, supérieure au témoin, pour des taux de bauxaline compris entre 25 et 33 %; pour des taux de bauxaline de 50 %la croissance est du même niveau que chez le témoin, elle décroît très sensiblement

pour des cultures sur bauxaline pure.

Commentaires du CSS à l'issue de l'exposé

Les différentes expérimentations à des échelles différentes de la culture en pot à des planches de 8000 m² utilisant 10000 tonnes de bauxaline comme pour l'essai en couverture de décharge de la Malespine à Gardanne, montrent l'intérêt du produit, en mélange, à des fins horticoles. Il est constater que sur le plan de la caractérisation et l'expérimentation, la démarche a été tout à fait cohérente, les efforts conduits dans le domaine de la commercialisation doivent être poursuivis (voir les commentaires sur la démarche commerciale donnés plus haut).

Valorisation de la bauxaline (Présentation de Madame Valérie MARTIMENT, Aluminium Péchiney Gardanne)

La valorisation de la bauxaline par la filière couleur arrive à une étape fin 2002 en ce qui concerne les études techniques de base concernant la couleur. Pour 2003, il conviendra de réaliser la rédaction du rapport final pour l'Ademe, ce sera également la fin du contrat avec le centre de Pau. Une assistance technique à l'environnement pour des demandes d'interventions ponctuelles pourra aussi être réalisée.

La démarche entreprise comporte trois principales étapes :

Première étape : l'épaississement

Les boues sortant de l'usine de Gardanne ne peuvent être utilisées telles quelles, elles doivent être épaissies. Différentes études menées à RD ont permis d'identifier et de valider différents technologies de conditionnement : dry stacking et filtre presse afin de pouvoir traiter l'ensemble des résidus (300 000t) ce qui n'est pas possible avec le seul lagunage (place) ; ces études sont menées par J.M. Rousseaux (R&D AP Gardanne).

Deuxième étape : les gros tonnages

Le principe de base est d'utiliser le maximum de produit afin de limiter les rejets. Le produit est seulement épaissi pour pouvoir être transporté; son prix de vente est alors faible. Différentes voies de valorisation ont été envisagées avec un support technique de la RD. Les pistes les plus prometteuses sont les centres d'enfouissement techniques (décharges), les coulis d'injection dans les cavités souterraines, les routes...

Troisième étape : utiliser la couleur

La bauxaline présente 'naturellement' de bonnes capacités colorantes, de plus la présence de 10 % d'oxyde de titane lui confère une capacité opacifiante. Un pigment naturel comme l'Ocre se vend 1€/kg, ce qui est attractif. Par contre, pour pouvoir utiliser la Bauxaline comme pigment il faut la traiter : sécher, broyer...

Les deux aspects suivants ont donc été étudiés :

* Aspect technique: peut-on utiliser la Bauxaline pour colorer différents matériaux? Lesquels?

Aspect économique : les coûts générés par ces opérations supplémentaires permettent-ils de dégager une marge significative? Quels sont les tonnages possibles? Quels les produits concurrents? Peut-on trouver des partenaires? Comment organiser la filière de vente?

Ces études ont été menées à RD en collaboration avec le service environnement et des universités.

L'aspect technique s'est orienté vers l'étude de différentes voies de valorisation de la Bauxaline en utilisant sa capacité colorante (étude confiée au CRPMC de Pau depuis 1999 avec une subvention Ademe d'environ 40%.

Cinq pistes ont été abordées :

- * enduits et bétons projetés ;
- * films thermoplastiques recyclés;
- * peintures aqueuses;
- * sols élastomères colorés;
- * céramiques basses températures.

L'introduction de Bauxaline dans des mélanges d'enduit permet d'obtenir une palette de dégradés de teinte autour de la teinte propre de la Bauxaline. Les couleurs sont plus saturées dans les mélanges à base d'enduit blanc par rapport à ceux qui comportent du ciment gris, ce dernier jouant le rôle d'un pigment gris dans la coloration. Cependant dans l'enduit 'gris' et pour des concentrations de 6 % en Bauxaline, les teintes obtenues sont plus franches, sans que cela ait de l'incidence sur les propriétés mécaniques des échantillons. Un partenariat est envisagé avec la société Weber et Broutin pour un essai pilote début 2003 pour une introduction de la Bauxaline dans leur gamme, la discussion commerciale reste à faire.

L'application matrices PE donne de bons résultats en semi-pilote ; des points (signalés en 2001) restent à résoudre :

- * besoin de calciner la Bauxaline : la solution est la calcination à 800°C par un sous-traitant (essai semi industriel) ;
- * Finesse du produit << 30µm, pour avoir un diamètre satisfaisant il est possible de réaliser un broyage plus intense (broyeur vibrant), mais le coût est plus important (à voir) ;
- * Présence de Chrome VI : dont la présence est à discuter directement avec le prospect cela dépendra de l'application.

L'application peinture en phase aqueuse (bâtiment...) permet d'atteindre un pouvoir couvrant très élevé et donne une bonne homogénéité de teinte des peintures à base de Bauxaline : utilisation de slurry de Bauxaline (BH50b)

Les peintures à base de polyester (automobile...) donnent des résultats intéressants notamment en terme de teinte et de pouvoir couvrant pour les épaisseur de dépôts considérées. La finesse de la Bauxaline reste un atout qui lui permet de se positionner face à d'autres pigments du marché : essai semi-pilote chez CIRON SA

Les points à résoudre (signalés en 2001) sont les suivants :

^{*} technique : test UV, reproductibilité ...;

^{*} contacts commerciaux à formaliser.

L'application sols donne également des résultats intéressants comme colorant de dalles de sols à base d'élastomères recyclés (pneus) : produit au label 100 % recyclé. Outre la coloration, l'étude du potentiel ignifuge (test avec des mélanges Bauxaline + Hydrate) est prévu. L'intérêt de cette filière est de proposer un nouveau produit, doper la Bauxaline en baissant la teneur globale en Cr III et trouver une application pour les hydrates colorés (prix intéressant)

Les points à résoudre (identifiés en 2001) sont les suivants :

* résistance au soleil, la Bauxaline ne varie pas réellement du point de vue de la teinte, la matière qui se dégrade est le vernis qui lui sert de support. Ainsi, la Bauxaline est plus résistante que le produit classiquement utilisé par l'industriel, la dégradation est moindre en terme d'écart de couleur

* visite du prospect à définir.

L'application céramiques basses températures (grés mono-cuisson) a montré que l'introduction de la Bauxaline dans des matrices céramiques de type grès mono-cuisson se fait avec succès. Le taux d'incorporation à 10 % massique donne une meilleure révélation de la couleur à la température de 1200° C. La teinte obtenue est 'chocolat foncé' avec un aspect brillant. La 'céramisation' directe de la Bauxaline est également possible et permet d'obtenir un produit présentant la couleur et l'aspect de l'ardoise avec un état de surface mat. Mais, il existe un retrait important (18 %) et il doit être recherché l'optimum de température pour une meilleure tenue mécanique.

Dans la troisième étape d'utilisation de la couleur, les études techniques ont permis de valider la possibilité d'utiliser la Bauxaline dans la plupart des matériaux : plastiques (matrice polymère: PE), bétons et mortier, matrice élastomères, céramiques basses températures, peintures,... à condition de gérer le gisement (mesure de la teinte et reproductibilité de celle-ci) et de conditionner le produits: création d'une gamme de produits. La figure 4 résume les process utilisés dans la filière couleur.

De nouvelles démarches économiques 'marketing' ont été menées en 2002 sur la notion de gisement et gestion du gisement. Il s'agit de mettre à disposition tous les

documents nécessaires à la vente de la bauxaline : fiche de données de Sécurité, fiches commerciales, définitions des spécifications, mesure de la couleur... de proposer une méthode de choix et de stockage de la Bauxaline destinée aux applications High Tech et de trouver un ou des sous-traitants de façon à démarrer rapidement sa commercialisation.

Aujourd'hui la BSb100 est disponible en sacs de 25kg stockés à RD; ses caractéristiques sont connues et les documents nécessaires sont prêts. Les marchés sont identifiés et le support technique est possible. C'est un produit économiquement viable. Sur le plan économique, le produit séché et broyé permettrait de dégager une marge d'au moins 150 €/t. Les tonnages resteraient faibles par rapport au volume à éliminer mais pèseraient positivement dans la balance à hauteur de quelques milliers de tonnes. La figure 'la bauxaline, des produits pour des clients' résume la démarche entreprise.

Rapport de Monsieur TILMANT sur les actions 2002 et les objectifs 2003 d'utilisation de la Bauxaline.

Actions 2002 (autres que celles présentées avant)

Inertage de déchets industriels

Poursuite des essais de mélanges RBA (résidus de broyage automobile) et Bauxaline, suivi scientifique assuré par ANTEA. L'objectif final est d'obtenir un produit type remblai. Deux nouvelles planches ont été réalisées en 2002 avec un mélange 50/50 en volume : planche 2 – RBA granulométrie 0/10mn + Bauxaline et planche 3 – RBA granulométrie 0/20mn + Bauxaline. Un suivi de la qualité des eaux de ruissellement et d'infiltration est réalisé. Certains éléments comme As, Cr et Cu sont toujours supérieurs aux seuils autorisés. La modification des proportions des mélanges et de la granulométrie des RBA à peu d'incidence sur les résultats. Les perspectives étant peu encourageantes, il a été mis fin aux essais de pilotage.

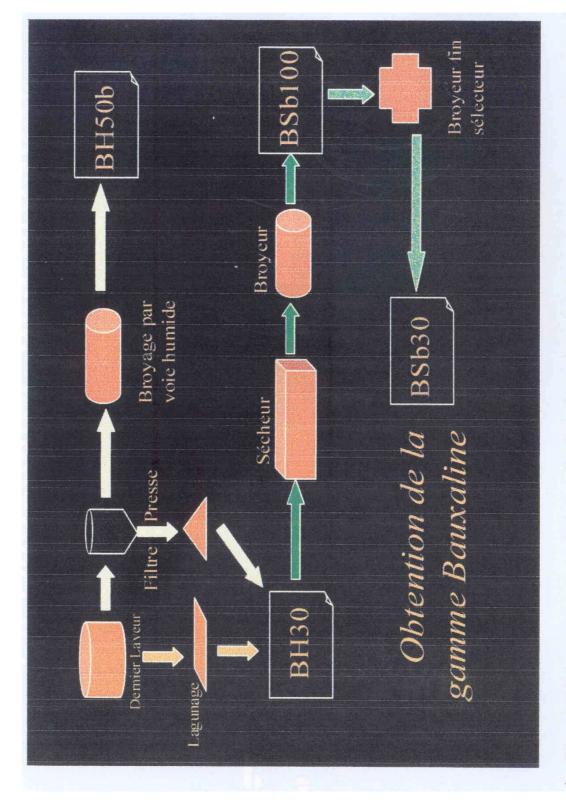
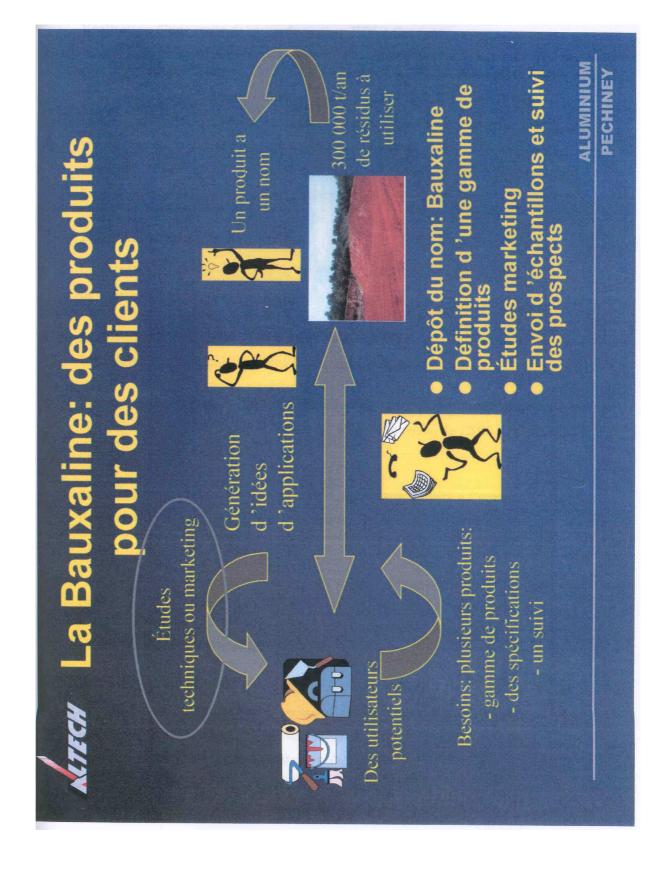


Figure 4. Schéma présentant la façon d'utiliser la couleur de la bauxaline (d'après Martiment).



Réalisation d'une route de raccordement au RD6 à Gardanne

Maître d'ouvrage Direction des Routes du Conseil Général des Bouches du Rhône. Réalisation d'une couche de forme par mélange : 92 % de Bauxaline et 8 % de Gardanex : étude et contrôles techniques CETE, mise en oeuvre entreprise Malet. Les travaux ont été réalisés en avril 2002 ; les caractéristiques de l'ouvrage sont les suivantes : longueur 350 m ; épaisseur de la couche 0,35 m, utilisation de 2500 t. de Bauxaline. L'ouverture de la circulation a été faite en juin 2002.

Centres d'enfouissement techniques

<u>Le Valentoulin</u> : Régie des Eaux de Martigues, ourniture d'un lot de 500 t pour essai de couverture et résultats positifs.

<u>Le Mentaure</u> – CET La Ciotat, exploitant BRONZO, fourniture de 15000 t de Bauxaline pour la réalisation d'une 1ère tranche de couverture du CET.

<u>Septèmes -Les-Vallons</u> – ONYX VIVENDI, réalisation d'un pilotage pour mise en place d'une couche d'étanchéité de fond d'alvéole, livraison de 12000 t de Bauxaline, projet d'accord de coopération en cours.

<u>Entressen</u>: Appel d'offres d'octobre 2002, fourniture de prix à l'entreprises Razel, BEC et GUINTOLI pour mise à disposition de 150 000 t de Bauxaline

Fournitures de prix pour matériaux argileux avec perméabilité < 10 ⁻⁷ m/s

Entreprises VALERIAN, BEC, GUINTOLI et autres entreprises régionales.

Coulis d'injection : comblement de cavités

Participation de l'INERIS avec pour objectif de définir un programme d'appui technique au Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable pour développer une méthodologie de comblement de cavités et proposer une annexe technique pour contrôler l'impact environnemental du coulis.

Refonte de la convention : AP, EDF, SURCHISTE, INERIS.

Levé topographique complémentaire de la Carrière de Peynier pour satisfaire les exigences du propriétaire.

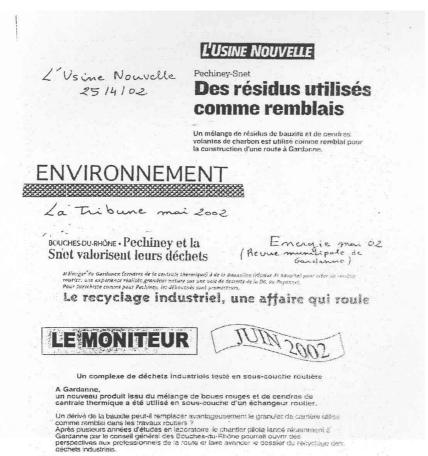
Demande de subvention enregistrée par l'Agence de l'Eau.

Rapprochement envisagé avec l'ADEME pour solliciter une subvention.

Recalage de l'opération en raison des disponibilités et des types de cendres. Il est envisagé : une injection mélange Bauxaline et Gardanex; une injection mélange Bauxaline + Cendres LFC.

Communication interne et externe

- Externe : articles régionaux et nationaux (voir ci-dessous)
- Interne : plaquette commune SEMAG/AP : bilan de la couverture de la Malespine par la Bauxaline présentée aux participants du Congrès National des SEM; plaquette pour la réalisation de la route de raccordement au RD6 avec la participation des intervenants et du Conseil Général 13 (voir exemple page suivantes).





26

Objectifs 2003

Préparation et conditionnement de la bauxaline

Poursuite des opérations de lagunage ou d'extraction : cible : 30 000 t.

Centres d'enfouissement techniques

C.E.T du Mentaure à La Ciotat : 2ème phase de réhabilitation, 15 000 t.

C.E.T du Valentoulin à Martigues, 1ère phase de réhabilitation : 4 ha, 20 000 t.

C.E.T de Septèmes Les Vallons : il est prévu 2 phases d'aménagement pour une extension du C.E.T.

Réalisation du pilotage industriel pour coulis d'injection sur le site Peynier

Projets routiers

Développer avec l'Entreprise Malet et l'Entreprise Ottaviani le marché des corps de chaussées et remblais à partir de Bauxaline et d'un liant, cible : 25 000 t.

Poursuite de l'utilisation de la bauxaline dans les colorants actions avec R/D

Commentaires du CSS à l'issue des deux exposés de Madame Martiment et Monsieur Tilmant

Il existe de très nombreuses voies explorées par AP pour l'utilisation de la bauxaline et il faut encourager AP pour les études réalisées dont certaines ont été concrétisées ou sont en cours de concrétisation. Le volume utilisé est en nette croissance : 30000 t au titre de 2002. Il se pose le problème de lagunage qui ne peut être opérationnel tout au long de l'année. Ainsi une commande 2002 ne sera honorée

qu'en 2003 en raison des fortes précipitations automnales qui n'ont pas permis de sécher correctement la bauxaline. La communication des possibilités d'utilisation de la bauxaline doit être fortement encouragée pour faire découvrir le produit 'tout azimut'.

Une véritable action de lobbying doit être encouragée dans le secteur routier et celui des comblements de cavités qui représentent un volume considérable (plus de 800 communes sont touchées par les problèmes de carrière dans les alentours de Gardanne). Il serait sans doute opportun de s'associer avec un technico-commercial expérimenté possédant un 'bon' carnet d'adresse pour assurer la commercialisation de la bauxaline en grande quantité.

Information de Monsieur Gérard TILMANT sur la recherche bibliographique sur les possibilites de datation et d'ageage des residus en mer réalisée en 2002

En décembre 2001, le CSS a demandé que soit réalisé, courant 2002, une recherche bibliographique sur les possibilités de datation et d'ageage des résidus en mer. Cette étude a été confiée à un stagiaire, M. Philippe VIOLET, de l'Université Joseph Fourier de Grenoble.

Les analyses des différentes bauxites utilisées par le procédé Bayer à l'usine de Gardanne de 1969 à 2002 ont été répertoriées. Au cours de cette période, la Bauxite française a été la plus utilisée jusqu'en 1975, puis la proportion de bauxite française a progressivement diminué au profit de la bauxite guinéenne jusqu'en septembre 1992. A partir de cette date, seule la bauxite guinéenne a été utilisée.

D'une façon générale, il existe peu de différences marquées au niveau de la composition chimique entre une bauxite française et guinéenne. La Bauxite guinéenne est plus riche en alumine et en manganèse dont la concentration est deux fois plus élevée.

Parallèlement les résultats des campagnes en mer réalisées en 1991 et 1997 ont été analysés méthodiquement et plus particulièrement la composition chimique des résidus de bauxite afin de s'appuyer sur certains éléments marqueurs tels que le titane, le fer et le manganèse pour les comparer aux analyses de bauxite. Les

difficultés d'interprétation des analyses chimiques, liées à des phénomènes secondaires de sédimentation ne permettent pas de déterminer clairement les zones de dépôt ni la datation des résidus en mer issus des bauxites françaises ou guinéennes.

Les autres bauxites tropicales ont des caractéristiques qui ne permettent pas de les différencier les unes des autres.

Dans ces conditions, il s'avère quasiment impossible de dater les différents rejets en mer dans la fosse de Cassidaigne à partir des données bibliographiques disponibles.

Recommandations 2002 du Comité Scientifique de Suivi

Le Comité Scientifique de Suivi souligne une nouvelle fois la diversité des voies d'études entreprises par A.P. depuis plusieurs années sur l'emploi de la bauxaline. De nombreuses pistes existent et les quantités utilisées en 2002 (30000 t) sont en nette augmentation par rapport à 2001. Il souhaite que les prévisions de doubler cette quantité en 2003 soit le prélude à une tendance qui se maintiendra à terme.

Le C.S.S. approuve Aluminium Péchiney sur le déroulement des études et recherches réalisées en 2002 et les projets d'utilisation de la bauxaline qui ont été présentés lors de la réunion annuelle du CSS du 17 décembre 2002.

Le CSS félicite AP pour son effort de communication tous publics. Plusieurs brochures ont été distribuées en séance :

- * la bauxaline : un nouveau produit aux multiples applications (version bilingue) ;
- * la bauxaline pour la couverture des Centres d'Enfouissement Technique : un pari gagné ;
- * une plaquette : en route pour l'innovation et 4 fiches : la bauxaline à 30 % d'humidité : la BH30 ; la bauxaline en suspension : la BH50b ; la bauxaline sèche micronisée : la BSb30 et la Bauxaline sèche boyée : la BSb100, ces trois dernières fiches faisant partie d'une présentation d'un nouveau pigment de teinte naturelle de la filière couleur développée par RD AP.

Une présentation 'Light Metals' a été faite en février 2002 par Madame V. Martinent lors de la conférence internationale TMS 2002 qui s'est déroulée aux Etats-Unis montrant aussi la volonté AP Gardanne de valoriser internationalement son effort de recherche.

Le CSS est également sensible au fait que ses recommandations exprimées en décembre 2001 aient été suivies dans la plupart des cas :

- i) réalisation de la campagne d'échantillonnage en septembre 2002;
- ii) réalisation des tests d'écotoxicologie sur le sédiment des stations échantillonnées pendant la campagne 2002 ;
- iii) réalisation en 2002 d'une recherche bibliographique sur les possibilités de datation et d'ageage des résidus en mer ; il s'avère en fait impossible de dater les effluents ;
- iv) poursuite des voies de valorisation de la bauxaline et réalisation de fiches techniques pour présenter la bauxaline (en français et en anglais) ;
- v) réalisation d'un Résumé Technique du Rapport Annuel 2001.

A l'issue des exposés et en fonction des discussions qui ont suivi, le Comité Scientifique de Suivi recommande pour 2003 :

- i) que soient disponibles, <u>pour le 31 mai 2003</u>, l'ensemble des résultats obtenus sur la chimie, la granulométrie, la macrofaune et les tests d'écotoxicologie à partir des sédiments prélevés lors de la campagne réalisée en septembre 2002 ;
- que soient valorisées les études scientifiques entreprises dans les années
 1990 (récifs, chimie, biologie, courantologie) dans des revues à large
 audience ou lors de conférences ou séminaires (recommandation 2001 reconduite);
- iii) que soient résumées sous forme d'une fiche les propriétés de la bauxaline en mélange avec d'autres produits au niveau de ses qualités d'enrochement et de récifs marins artificiels ;
- iv) qu'Aluminium Péchiney fasse une pause dans sa recherche de voies d'utilisation de la bauxaline. Il convient maintenant de valoriser les

acquis et d'avoir une démarche complémentaire entre un commercial prospectant de nouvelles entreprises pour présenter la bauxaline et un technico-commercial ayant déjà une expérience avec les entreprises de Travaux Publics et étant déjà habitué à traiter avec des partenaires gros

consommateurs de produits ;

v) qu'Aluminium Péchiney poursuive sa démarche de présentation des propriétés de la bauxaline et de son utilisation seule ou avec d'autres déchets industriels ;

decliets ilidustriels,

vi) que soit organisé une manifestation grand public pour faire le point sur les travaux entrepris par AP Gardanne sur le devenir des résidus en mer et les actions de valorisation de la bauxaline (recommandation 2001 reconduite); cette manifestation pourrait avoir lieu en décembre 2003 après la réunion du CSS en session plénière;

vii) que soit réalisé un fascicule de présentation (20-30 pages) des actions entreprises par AP depuis 1990 sur la valorisation de la bauxaline et le devenir en mer des résidus de traitement de bauxite à l'usage des décideurs, des politiques, des administrations et des associations s'occupant d'environnement (recommandation 2001 reconduite); en fait la partie valorisation de la bauxaline a été réalisée, il suffit

maintenant d'ajouter dans une plaquette commune les travaux réalisés

en mer;

viii) qu'Aluminium Péchiney réalise un Résumé non Technique du Rapport Annuel 2002, le CSS se chargeant de la relecture de ce «Digest».

> Wimereux le 15 mars 2003 Jean-Claude DAUVIN Professeur de l'Université des Sciences et Technologies de Lille Président du Comité Scientifique de Suivi