

RAPPORT ANNUEL 2001

DU COMITE SCIENTIFIQUE DE SUIVI

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

AP GARDANNE

WIMEREUX le 15 mars 2002

RAPPORT ANNUEL 2001 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 Pechiney 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 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 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 23 février 1998 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 23 février 1998 modifie la liste des membres du CSS proposé le 30 octobre 1995 et désigne les six membres suivants : Président : Professeur Jean-Claude Dauvin (Université des Sciences et Technologies de Lille I, Wimereux) ; membres : Professeur André Arnoux (Faculté de Pharmacie de Marseille), Monsieur Pierre Blazy (Directeur du Centre de Recherche et de Valorisation des Minerais de Vandoeuvre), Monsieur Henri Farrugio (Centre IFREMER - Sète), Professeur Michel Leveau (Centre Océanologique de Marseille, Université de Méditerranée) et Monsieur Georges Stora (Directeur de Recherche CNRS, Centre d'Océanologie de Marseille).

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 ;
- ii) produit un rapport annuel.

Rapport 2001

Les travaux entrepris en 2001 portent comme les années précédentes 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.

Cependant, l'essentiel des actions menées en 2001 concerne le deuxième domaine, objet principal de ce rapport annuel 2001 qui expose par conséquent 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. Seuls quelques éléments sur la future campagne de prélèvements en mer en 2002 sont fournis pour le premier domaine d'intervention du Comité Scientifique de Suivi.

Préparation de la campagne en mer 2002

Aucune campagne en mer n'a été organisée depuis 1999 : campagne ALPECAST dont les résultats ont été présentés et commentés dans le Rapport Annuel 2000 du Comité Scientifique de Suivi. Afin de préparer, les opérations de la prochaine campagne en mer en 2002, Monsieur le Professeur André Arnoux et Monsieur Georges Stora, Directeur de Recherches CNRS, ont dressé lors de la réunion du Conseil Scientifique du 19 décembre 2001, un bilan des résultats acquis lors des campagnes 1991, 1997 et 1999.

Si les campagnes successives confirment l'absence de résidus vers l'est ; elle n'a pas permis de trouver les limites sud et ouest de leur progression, mais il est clair que les quantités dispersées s'amenuisent au fur et à mesure que l'on s'éloigne du canyon de la Cassidaigne. La connaissance de l'extension maximale des résidus n'apparaît pas être un objectif majeur de recherche à l'avenir.

Quelques points essentiels peuvent être de nouveau mentionnés :

- * Les résidus suivent le chenal principal d'écoulement du canyon puis s'étalent largement vers l'ouest sur la plaine bathyale et les nombreuses analyses acquises permettent de bien identifier les résidus dans les sédiments marins
- * Il semble que seule une perturbation mécanique liée à une granulométrie différentes entre les résidus et les vases bathyales soit capable d'affecter les communautés bathyales : enfouissement, faible capacité de colonisation d'un substrat fluide et très mobile... ; il existe une innocuité chimique des résidus inertes sur la composition et la structuration de la macrofaune benthique.

Conformément à l'article 5.1.1. du décret 87-279 du 16 avril 1987, une campagne de prélèvement en mer devra être organisée en 2002. Compte tenu des résultats obtenus lors des campagnes antérieures (1991, 1997, 1999) qui ont été rappelés par MM Arnoux et Stora, il semble préférable de se focaliser sur un suivi des stations échantillonnées lors de chaque campagne, soit une dizaine de stations couvrant la totalité de l'étendue reconnue des résidus y compris les stations les plus profondes, afin de suivre leur évolution sur le long terme ce qui n'est pas courant pour les communautés bathyales méditerranéennes. Il est recommandé de faire la campagne en septembre afin d'être dans les mêmes situations saisonnières que les campagnes précédentes. De même, il est convenu que les tests d'écotoxicologie qui se sont révélés positifs en 1997 et 1999 soient refaits lors de cette campagne sur l'ensemble des 10 stations.

A l'issue des résultats acquis et en comparaison avec ceux obtenus par l'IFREMER sur les expériences de 'caging' des moules dans le système bathyal méditerranéen, des immersions spécifiques pourraient être envisagés en 2003 dans le canyon de la Cassidaigne.

Aluminium Péchiney Gardanne est chargé de l'organisation de la campagne de concert avec les scientifiques intervenant dans le dépouillement et l'analyse des prélèvements.

Rapport des actions 2001 entreprises par la société Ecotechnologie sur la bauxaline (synthèse de Monsieur Daniel DAUDIN)

Le travail réalisé a permis de mieux connaître la place que pouvait potentiellement occuper la bauxaline dans le contexte régional, principalement dans le domaine de l'aménagement des sites de décharge :

Pour les fonds d'alvéole, les atouts de la bauxaline résident dans le fait que les contraintes réglementaires sont de plus en plus strictes et imposent la mise en œuvre de matériaux de perméabilité inférieure à 10^{-9} m/s. Les matériaux argileux généralement employés sont généralement coûteux ou non conformes sur le plan réglementaire (présence d'impuretés notamment). Il existe donc peu de produits qui soient à la fois techniquement acceptables et facilement disponibles localement et la bauxaline peut être une alternative intéressante.

Pour la couverture en fin d'exploitation, on sait que les caractéristiques de la bauxaline en font un produit qui répond bien aux exigences techniques et réglementaires aussi bien pour un usage en tant que matériau employé pur pour la couche de fermeture que pour la couche de finition, employé dans ce cas en mélange avec des produits organiques. Cependant, les coûts d'acheminement sur les sites d'utilisation sont souvent élevés et dépendent de leur situation par rapport à Gardanne. En outre, différents types de produits concurrents sont proposés dans des conditions économiques parfois très favorables pour les exploitants de décharges.

Durant l'année 2001, l'effort a plus particulièrement porté sur les points suivants :

- **validation de la qualité de la bauxaline en tant que matériau de fond d'alvéole** en réalisant des analyses chimiques spécifiques (spéciation du chrome notamment) et des tests d'écotoxicité sur des lixiviats et des percolats ;

- **évaluation de l'opportunité de mettre en œuvre une procédure d'homologation** de la bauxaline en tant que produit à part entière pour ce type d'usage ;

- **poursuite des actions de promotion** de la bauxaline dans le domaine technico-commercial ;

- **suivi des essais en place** s'est limité à leur entretien courant permettant simplement de conserver leur rôle de «vitrine», ainsi qu'à quelques analyses des substrats.

Si le fait d'avoir donné une dénomination commerciale aux résidus de bauxite de l'usine de Gardanne (la "bauxaline") a eu pour effet de donner à ces produits une image de produit à part entière vis à vis des utilisateurs potentiels, il va de soi que seule une homologation pourrait permettre de limiter les contraintes administratives liées à chacun des usages envisagés

1. L'homologation en tant que matière fertilisante ou support de culture. Pour les usages spécifiquement agronomiques de la bauxaline (aménagement paysagers, usages en horticulture) une homologation pourrait être demandée au titre de l'arrêté du 21 décembre 1998 relatif à l'homologation des matières fertilisantes et des supports de culture. En regard des critères techniques retenus par le comité d'homologation chargé de la mise en œuvre de cette réglementation (commission des matières fertilisantes du Ministère de l'Agriculture), il apparaît clairement que la bauxaline ne pourrait en aucun cas bénéficier d'une telle homologation (ni même d'une autorisation provisoire de vente) que ce soit en tant que matière fertilisante ou en tant que support de culture.

2. L'agrément en tant que matériaux utilisable dans les techniques routières. S'il n'existe pas encore aujourd'hui de procédure de certification pour les usages spécifiques liés aux usages de produits en tant que matériaux routiers, un comité d'homologation (en cours de constitution) devrait être opérationnel à partir de 2002. Cette procédure prévoit de qualifier des produits précis dans des situations d'usage bien définies. Tout comme pour l'homologation des matières fertilisantes et des supports de culture, cette certification reposera sur deux types de critères.

3. L'agrément en tant que matériaux d'aménagement de décharges. Dans ce cadre, aucune procédure d'homologation n'est envisageable puisque l'ensemble des produits utilisés (qu'il s'agisse d'ailleurs indifféremment de matières premières ou de matériaux secondaires) doivent satisfaire aux contraintes réglementaires prévues dans les textes s'appliquant aux différents types de décharges (classes 1, 2 ou 3),

textes pour la plupart en cours d'élaboration ou d'actualisation (notamment dans l'objectif de se mettre en conformité avec la réglementation européenne). Dans ce domaine, ce sont les administrations de tutelle (DRIRE, DDE ou DDAF selon les cas) qui fournissent une habilitation au cas par cas.

Caractérisation de la bauxaline

La synthèse des résultats dans le tableau 1 concerne les déterminations réalisées sur le mélange des trois lixiviats issus d'un test de lixiviation triple de 16 heures (selon norme X 31-210). Les résultats sont exprimés par rapport à la matière sèche de produit et non par rapport au lixiviat. Les valeurs obtenues sur le lixiviat sont pour tous les éléments très inférieures aux valeurs seuils d'acceptabilité de terres polluées dans des décharges de classe 2.

En regard des Seuils pour le rejet des eaux dans le milieu naturel, les valeurs obtenues dans le percolat (Tableau 2) ne sont pas conformes au niveau du pH (qui ne doit pas dépasser 9) et des métaux totaux. On remarque que sur ce dernier point, c'est la teneur élevée en aluminium qui est responsable du dépassement.

En regard des valeurs seuils pour les stockage de classe 3, permettant de caractériser le produit en tant que "déchet inerte", les seuils sont légèrement dépassés à la fois pour le chrome total et pour le sélénium. On constate en outre que la majeure partie du chrome contenu dans l'éluat est du chrome hexavalent.

Dans le but de mieux connaître la dynamique de la migration des éléments que renferme la bauxaline (et notamment la soude et le chrome), des analyses sont réalisées chaque année sur l'essai de l'entrée de l'usine de Gardanne, dans le traitement bauxaline seule, en surface (entre 0 et 10 cm) et en profondeur (entre 40 et 50 cm). Les analyses montrent que le stock de soude résiduelle diminue lentement dans la bauxaline (de plus de 15 g/kg de bauxaline en sodium total en 1998 à des valeurs inférieures 15 g/kg de bauxaline en sodium total en 2001, valeurs peu différentes entre surface et profondeur), baisse qui s'accompagne d'une relative

Tableau 1.

**Caractérisation de la bauxaline: analyse des lixiviats
(mg/kg de MS)**

	Wolff Lixiviats	CEBTP	Seuil d'acceptation de terres polluées en classe 2
pH	10,18	-	-
Cr total	1,3	0,26	25
Cr6	0,3	0,16	4
Na	2138	-	-
Zn	-	0,21	100
Ni	-	< 0,055	5
Cd	-	< 0,015	10
Cu	-	0,26	50
Pb	-	< 0,14	25
V	-	40	-
Hg	-	0,017	2

Tableau 2.

Caractérisation de la bauxaline: analyse des percolats (en µg/l)

	Percolats Wolf	Seuils d'admissibilité en décharge de classe 3 (type G et F)	Seuils pour le rejet dans le milieu naturel
pH	9,87	-	5,5-9
Cd	<2	10	-
Zn	<0,01	0,7	-
Cr total	138	100	-
Cr6	120	0,4	-
Cu	0,02	0,4	-
Hg	0,64	2	-
Pb	27	50	-
Al	22,9	-	-
Se	23,4	20	-
SO4	106,9	1235	<250
Somme métaux	23170		<15000

diminution de la conductivité mais non du pH. Le stock de chrome total reste pratiquement inchangé entre 1998 et 2001 (entre 1000 et 1200 mg/kg de bauxaline en surface et en profondeur), cet élément étant très peu soluble dans le milieu (en raison du pH élevé de la bauxaline). La fraction de chrome hexavalent est réduite et ne représente qu'entre 0,3 et 0,5% du chrome total.

Etat des recherches de situations d'usage en couverture de C.E.T.

La prospection commerciale conduite en 2001 avait permis de faire l'inventaire des projets pouvant déboucher sur l'utilisation de bauxaline à court ou moyen terme et, outre une relance systématique de l'ensemble des utilisateurs potentiels de bauxaline, on a porté en 2001 une attention particulière aux projets suivants :

Martigues. En août 2000, la DRIRE a donné un avis favorable à l'utilisation de la bauxaline comme matériau de couverture. La première tranche de réhabilitation de 2 hectares devrait démarrer dans le courant du 1^{er} trimestre 2002 et entraîner la mise en œuvre d'environ 30000 à 40000 tonnes de bauxaline.

Septèmes les Vallons. Exploitée par Valsud (filiale de Vivendi), cette décharge pourrait doubler sa capacité en passant à 150000 tonnes/an. Une première tranche du programme de réhabilitation est prévue pour le 2^{ème} semestre et pourrait potentiellement concerner entre 20000 et 40000 mètres cubes de bauxaline.

Entressen. En partenariat avec SOGREAH, le bureau d'étude Daragon Conseil a été choisi pour assurer l'assistance au maître d'ouvrage (M.P.M.) pour les opérations de réhabilitation et sur la base du programme prévisionnel suivant : 2001: réalisation du fossé de collature autour de la décharge et mise en forme du talus. Et 2001 à 2006: mise en place de la couverture proprement dite. Cette opération nécessitera la mise en œuvre d'environ 400 000 m³ de matériau dont 200 000 m³ pour la seule réalisation du "dôme".

La Ciotat : projet de réhabilitation en cours d'étude.

Conditionnement de la bauxaline (Présentation de Monsieur Jean-Marc ROUSSEAU, complément du Rapport 2000 du Comité Scientifique de Suivi).

Plusieurs aspects ont été développés.

1. Technologies de séchage et broyage de la bauxaline : en 2001, ont été étudiées le principe de 'dry-stacking (épaississement de la bauxaline avec un décanteur haute performance et utilisateur d'un filtre presse), pour 2002 il est proposé de poursuivre dans cette voie de séchage et broyage de la bauxaline.

2. Potentiel de stockage de Mangue-Garri. La surface disponible à Mange-Garri (environ 15 ha : 10 ha sur le Bassin 6 et 5 ha sur le Bassin 5) devrait permettre de traiter 150 000 t/an de bauxaline à partir de trois talus d'approximativement 240 m de diamètre.

3. Pilotage décanteur centrifuge. L'objectif est de vérifier la compatibilité technique, de déterminer les paramètres de fonctionnement et leurs leviers, évaluer les capacités de production du décanteur (voir photo du décanteur centrifuge). A ces fins, des essais au laboratoire de Guinard-centrifugation ont été réalisés, les préparatifs techniques ont été réalisés en collaboration avec l'équipementier. L'épaississement est obtenu grâce à la force centrifuge. Les principales conclusions sont les suivantes : siccité de 70 % ; faisabilité technique démontrée pour la bauxaline et bases du dimensionnement posées.

4. Pilotage d'un filtre-pressé. L'objectif principal est d'obtenir en sortie de filtre une siccité de 75 %. Les autres objectifs sont également de définir le type de plateau qui convient pour l'objectif de siccité recherché (chambré ou membrané), de tester la productivité du filtre-pressé pour la bauxaline issues du dernier laveur de Gardanne et d'estimer les temps des différentes séquences du cycle. Les essais ont été faits sur un filtre de type DIEMME ME 630 (voir photo). La détermination des paramètres les

INSTALLATION DU DECANTEUR CENTRIFUGE



Pilotage d'un Filtre-Press

Filtre
DIEMME ME 630



Comité Scientifique de Suivi du 19-12-2001

plus influents sous pression constante sont : la Température à travers la viscosité μ du filtrat ; la MS de la suspension à l'alimentation à travers le facteur W ; la toile de filtration, à travers le facteur R_s , résistance du support de filtration (toile) à l'écoulement et la résistance spécifique du gâteau a, qui est une propriété intrinsèque du solide à filtrer. Les siccités obtenues sont de l'ordre de 65 % ; cependant une séquence de soufflage avec de l'air comprimé permet de gagner environ 2 % de siccité pour atteindre une siccité de 67 %.

5. Plateaux membranés. Le principe repose sur le passage du produit dans des plateaux membranés (voir photo). Les principaux résultats du pilotage sont les suivants : siccité de 70 % obtenue avec squeezing ; la séquence de squeezing permet de gagner 8 % de siccité ; la productivité moyenne hors temps mort est de l'ordre de 61 à 92 kg/hm² (pour des MS à l'alimentation de 300 à 465 g/l) et le coefficient de squeezing moyen varie entre 0,70 et 0,93. La productivité industrielle accessible sur les filtre-presses industriels entièrement automatiques, le temps mort représentant environ 30 à 35 % du temps global d'un cycle de filtration est de 45 à 65 kg/hm² pour les résidus du dernier laveur de Gardanne. Le tableau 3 fournit plusieurs exemples de résultats en fonctionnement optimisé. Les essais ont démontré la possibilité de réaliser un débatissage des galettes de façon entièrement automatique sur des toiles testées qui ont donné des clarifications acceptables sans encrassement. Les gâteaux obtenus présentaient une siccité de 70 % et que la texture de ces gâteaux est remarquable puisqu'ils sont compacts et durs.

Séchage et broyage de la bauxaline : objectifs et enjeux 2002. Pour 2002, les objectifs sont de : pouvoir fournir les produits des différentes gammes de Bauxaline nécessaires au développement des différentes applications potentielles et développer les connaissances et le savoir faire nécessaire pour pouvoir industrialiser les étapes de séchage et de broyage de la Bauxaline (voir photo).

Résultats avec les plateaux membranés

Schéma de principe :

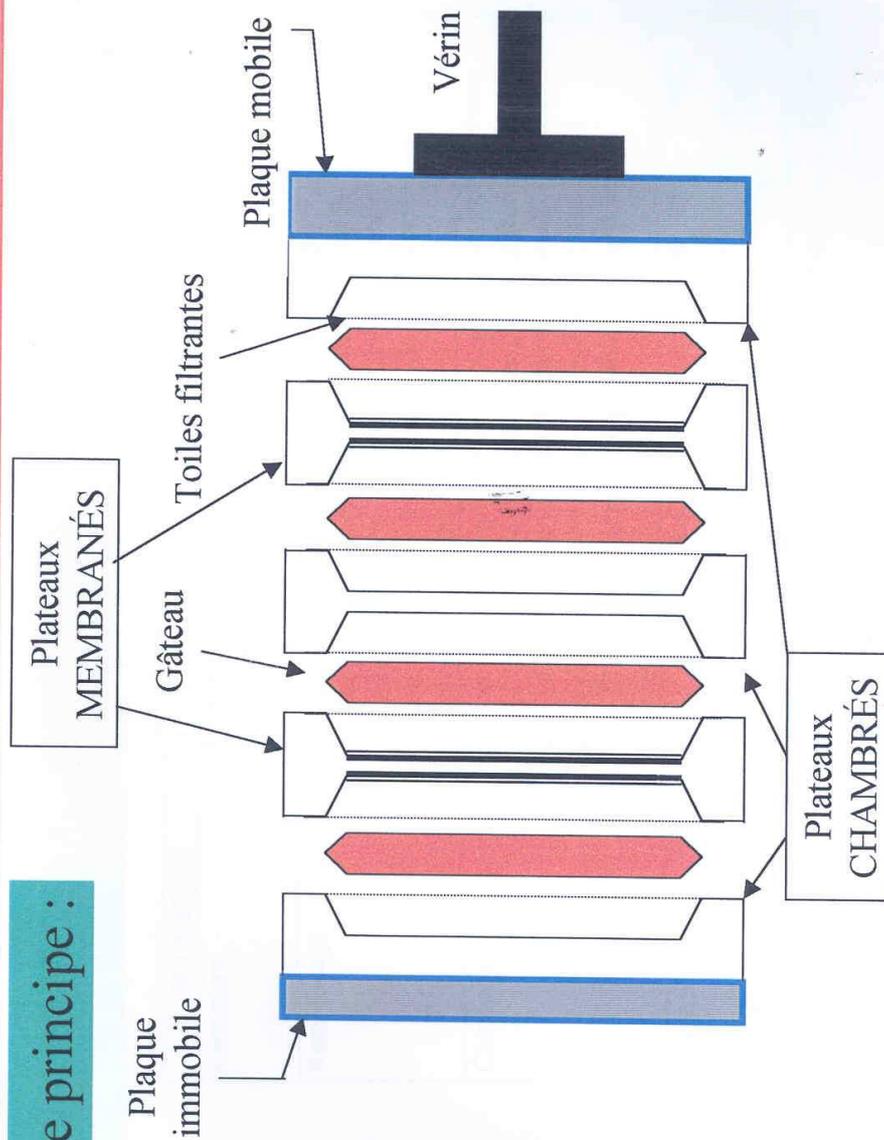


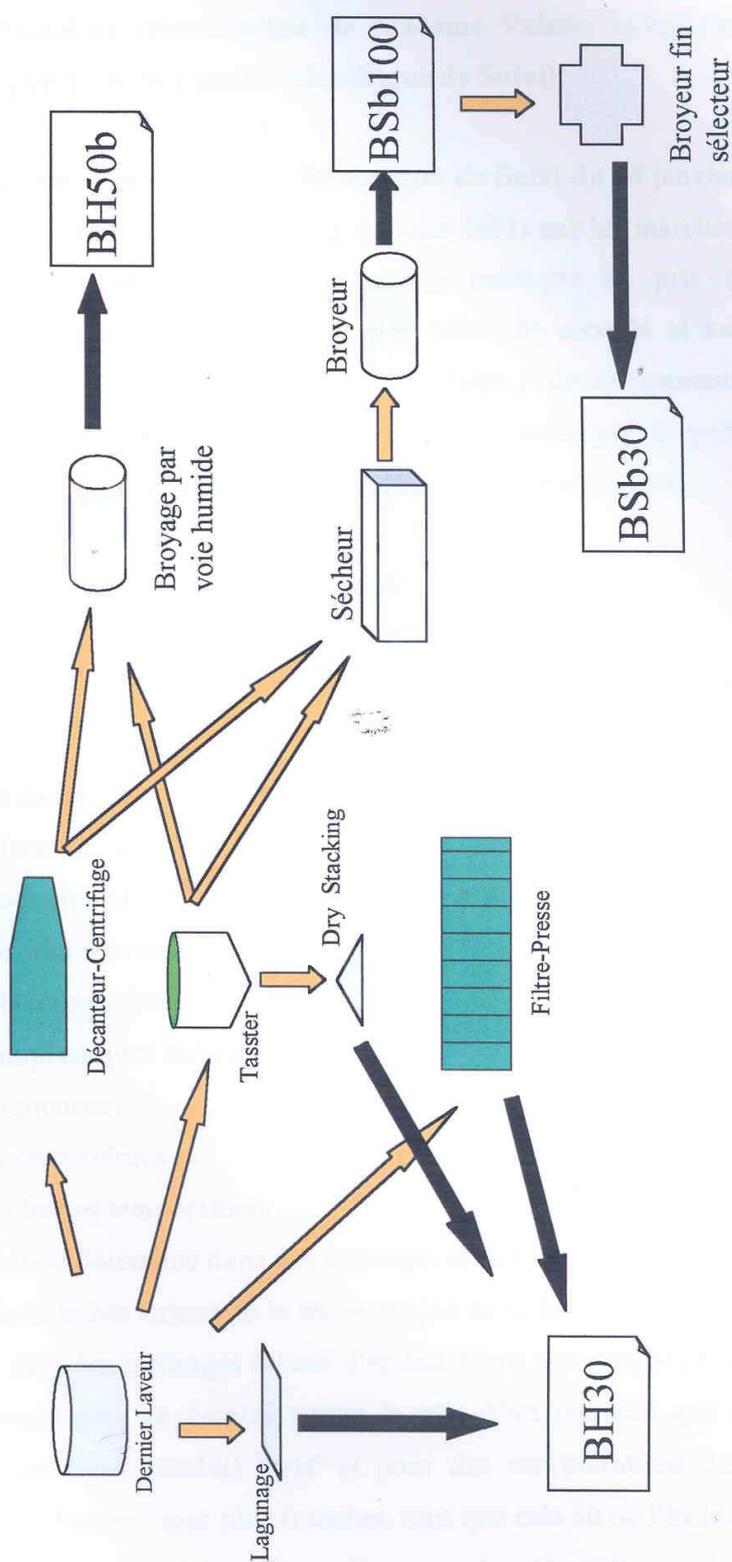
Tableau 3.

Exemple de résultat en fonctionnement optimisé :

SEQUENCE	DESCRIPTION	DUREE
Fermeture	Fermeture du filtre par un vérin hydraulique Poussée à 270 bars Capteur de pression sur centrale hydraulique	1 min
Remplissage	Alimentation du filtre (phase de remplissage → vannes de drainage de filtrat de dessous fermées et celle de dessus ouverte). Cette séquence s'arrête dès que la pression de la pompe d'alimentation atteint 2 bar.	3 min
Compaction	Alimentation du filtre (phase de compaction → toutes les vannes de filtrat ouvertes). Cette phase se réalise à pression d'alimentation constante. Dans notre cas : $\Delta P = 6$ bar. Il s'agit de la phase de « filtration sur support à pression constante » au sens classique.	9 min
Squeezing	Phase de pressurisation des membranes par de l'air comprimé à 14 bars.	3 min
Ouverture	Dépressurisation → les égoûtures sont récupérées sur un chariot intermédiaire	1 min
Débatissage	Les gâteaux sont déballés sur le chariot inférieur	2 min

Séchage et Broyage de la Bauxaline

Obtention de la gamme Bauxaline



**Utilisation de la Bauxaline (Présentation de Madame Valérie MARTIMENT,
complément du Rapport 2000 du Comité Scientifique de Suivi).**

Les actions définies lors du Comité Scientifique de Suivi du 18 janvier 2001 étaient les suivantes : seconde étude marketing (janvier 2001) sur les marchés BTP, gros consommateurs de pigment, définition d'une politique de prix (appui marketing) et suivi des prospects ; réalisation des fiches de sécurité et analyses particulières ; rédaction des Documents pour l'Ademe ; développement RD, réalisation de nouveaux produits (bauxaline calcinée, mélanges à partir de bauxaline), mesure de la couleur et formulation ; effort de communication.

Les études techniques en cours sur la valorisation de la bauxaline sont :

- filière couleur avec Centre de Pau ;
- blocs en Terre de Bauxaline avec l'Ecole d'Architecture de Montpellier

Pour la filière couleur, il s'agit d'étudier les différentes voies de valorisation de la Bauxaline en utilisant sa capacité colorante : l'étude a été confiée au CRPMC de Pau depuis 1999, une subvention Ademe (env. 40 % du coût total du projet) a été obtenue. Cinq pistes sont suivies :

- 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 contact a été pris avec la société Chapsol (rencontre prévue le 24/01/02 à Nîmes). Il reste des points à résoudre:

besoin de calciner la bauxaline à 300°C afin d'éviter un départ d'eau, le produit préparé a été envoyé à MS Bacou pour des tests ; finesse du produit, étude de broyage, présence de Cr VI.

Pour les application peintures en phase aqueuse (bâtiment), il est possible d'atteindre un pouvoir couvrant très élevé et une bonne homogénéité de teinte des peintures à base de Bauxaline [utilisation de slurry de Bauxaline (BH50b)]. Pour les peintures à base de polyester, des résultats intéressants de comparaison entre des applications gel-coat et celles des peintures automobiles ont été obtenus, dans le premier cas les résultats acquis en terme de pouvoir couvrant sont supérieurs mais il faut garder en tête les modes d'application qui sont eux-mêmes très différents (épaisseur de dépôt notamment). Des points restent à résoudre : technique, test UV, reproductibilité... et des contacts sont à formaliser.

Pour les applications sols, les résultats sont intéressants comme colorant de dalles de sols à base d'élastomères recyclés (pneus) : produit au label 100% recyclé. Outre la coloration, le potentiel ignifuge testé avec des mélanges Bauxaline + Hydrate sont prévus. Les intérêts sont la production d'un nouveau produit, doper la Bauxaline en baissant la teneur globale en Cr III, trouver une application pour hydrates colorés (prix intéressant). Les points à résoudre sont techniques : test UV, résistance au feu, reproductibilité, et la visite du prospect.

D'autres valorisations sont possibles :

- Application céramiques: l'étude commence tout juste à Pau, des contacts via Service Commercial ont été pris ;
- Application B.T.B., essai avec le Professeur Acceta sur la réalisation d'un village modèle (contact)
- Autre piste via USA, vente comme pigment, réactiver le contact avec Bayer...
- Recherche de nouvelles applications : contact avec SOMEAG, l'utilisation dans les bétons lourds (LERM)...

En complément de ces actions, en 2001, plus d'une trentaine d'échantillons ont été préparés et envoyés à partir de contacts directs suite aux études Marketing ou via

le réseau commercial. Il s'est avéré nécessaire de créer un stock pour approvisionner les prospects de façon moins artisanale pour répondre à la demande croissante du service commercial : par exemple essai chez le fabricant de carrelage Reimbold & Strick (engobe avec 20% de Bauxaline), demande 50kg pour janvier 2002, potentiel de 35t par an et de 100t par an pour une autre application et cela pourrait faire boule de neige... Il devient donc nécessaire de gérer le gisement pour fournir des produits constant en terme colorimétrique (variation en composition chimique)

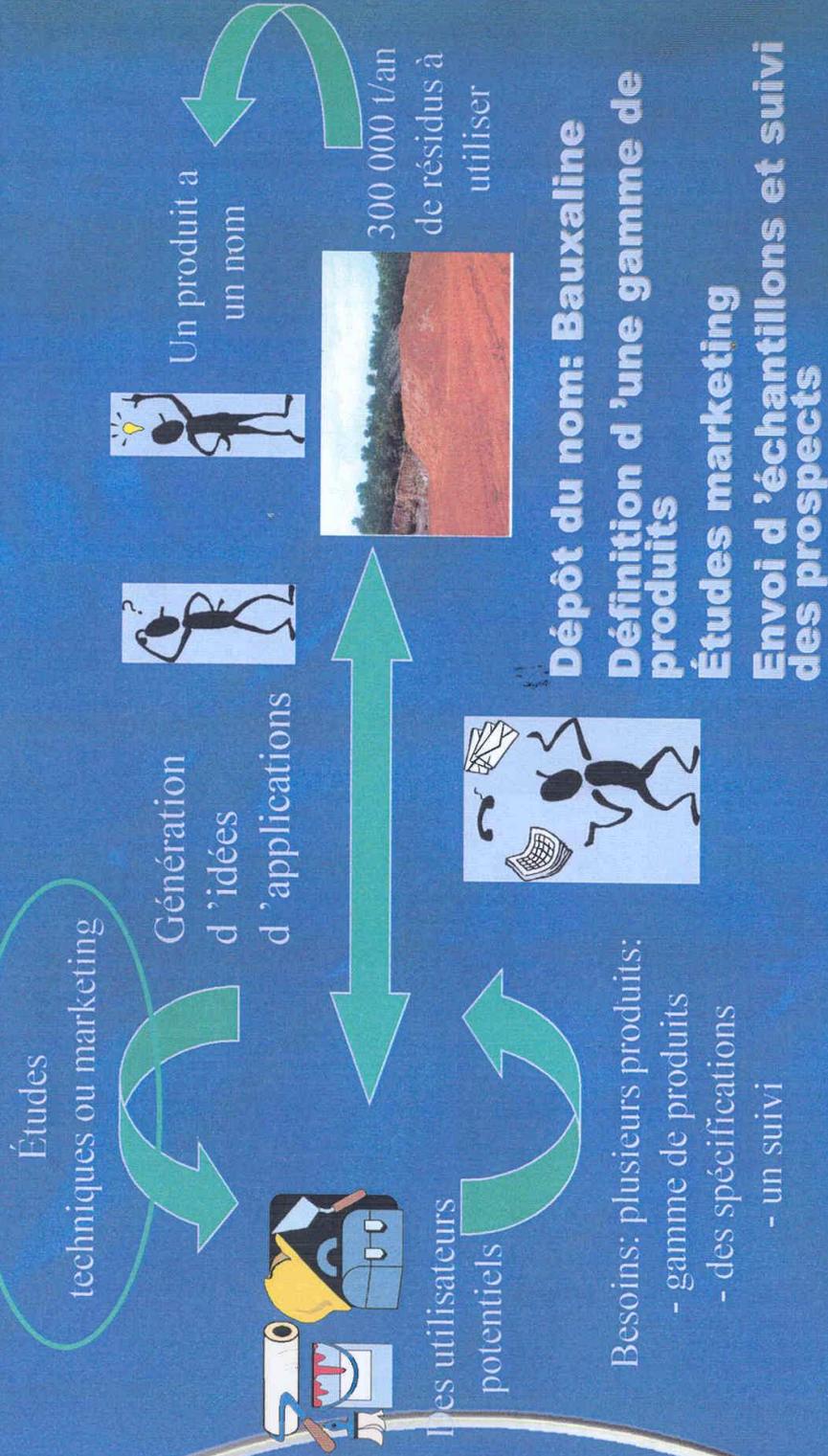
Une mission de terrain (3 élèves ingénieur pendant 1 mois) est programmée à partir de janvier 2002 pour mettre en place en routine la mesure de la couleur de la Bauxaline de façon à suivre plus finement ces variations, identifier les moyens et la chaîne logistique de façon à conditionner les résidus en BSb100 et autres produits et réfléchir avec le service Environnement sur la logistique associée à l'usine et à Mange Garri.

Plusieurs opérations de communications ont été réalisées en 2001 :

- Rédaction des documents pour l'Ademe ;
- Rédaction d'une plaquette et mise à jour du site internet (1er semestre 2002) ;
- Présentation de la «démarche Bauxaline» aux Entretiens Européens de la Technologie organisés par Ecole Centrale de Paris à la Villette en novembre 2001 - nomination pour le prix du développement durable ;
- Présentation à une journée sur le thème des propriétés psycho-sensorielles organisée par l'EMA centre de Pau à Nîmes prévue en janvier 2002 ;
- Présentation aux TMS 2002 à Seattle prévue en février 2002.

L'étude marketing a été de définir des produits pour des clients (voir schéma), le but est de définir des fiches et prospecter les trois domaines techniques explorés et validés par les études menées à Pau : plastiques, peintures et sols (voir rapport du Comité Scientifique de Suivi 2000). Une seconde étude Marketing est prévue en la ciblant sur les entreprises BTP (voir schéma).

La Bauxaline: des produits pour des clients



Études techniques ou marketing

Génération d'idées d'applications

Un produit a un nom

Des utilisateurs potentiels

Besoins: plusieurs produits:
- gamme de produits
- des spécifications
- un suivi



Dépôt du nom: Bauxaline
Définition d'une gamme de produits
Études marketing
Envoi d'échantillons et suivi des prospects

300 000 t/an de résidus à utiliser

Seconde étude de Marketing: utilisation dans le BTP

Pigmentiers

2 leaders : BAYER et BROCKHUES

• Les quantités

Quelques dizaines de milliers de tonnes

- Les prix P. vente 4 à 8 F/Kg P. revient 2 F/Kg
 → P. achat Bauxaline < 1 F / Kg

• Les spécifications

Régularité : composition - livraison - couleur



ALUMINIUM
PECHINEY

Adjuvants

3 leaders : CHRYSO, PIERI et SIKA

• Les quantités

En France : 1200 - 1500 T / an

• Les prix

De 4 à 7 F / Kg

• Les spécifications

- Aucune norme
- Produits secs



Exigences colorimétriques et granulométriques

Enrobés rouges

Principaux clients : grands groupes routiers

• Les quantités

En France : 12 000 T / an minimum

- Les prix De 4 à 8 F/Kg → Faible prix de vente de la Bauxaline

• Les spécifications

Pas de norme particulière
 Mais attentes : Granulométrie très fine

+ Pouvoir colorant

ALUMINIUM
PECHINEY



Politique de prix?

Contact avec Bayer?

Rapport de Monsieur TILMANT sur l'avancement des travaux entrepris en 2001 par Aluminium Pechiney sur l'emploi de la bauxaline et sur les projets d'étude en 2002

Actions 2001 (*Autres que celles présentées avant*)

Extraction

- **Lagunage**

Extraction de 20.000 tonnes de bauxaline

Stockage actuel estimé à 40000 tonnes.

- **Projet de Conditionnement**

Deux projets technico économiques sont à l'étude afin d'optimiser la préparation et le conditionnement de la bauxaline. Il s'agit :

1. **Dry Staking** • Épaissir la baie avec un décanteur haute performance : 700 à 800 g/l.

- Stocker la boue en couches minces pour séchage solaire.

2. **Filtres : Presses**

- Obtenir un produit à 25% d'humidité
- Traiter la totalité des boues de bauxite
- Essais Pilote d'un filtre presse sur le site de l'usine réalisé par R/D.

Utilisation de la Bauxaline

Décharges interne de Mange-Garri

- Création d'une nouvelle alvéole pour mise en place des déchets industriels : réalisation de la digue en bauxaline à partir de 10000 tonnes et réhabilitation de l'alvéole terminée à partir de 15000 tonnes.

Utilisation de la Bauxaline pour l'inertage de cendres de foyers

- Charbonnages de France : vente de 850 tonnes de bauxaline à la Centrale de Ste Lucy à Montceau-Les-Mines.

Comblement de Cavités souterraines

- Projet de pilotage industriel. Le site retenu est la carrière souterraine de pierre à chaux sur Peynier ; l'accord du propriétaire a été obtenu en février 2001 et le relevé topographique de la carrière a été fait en mai 2001 ce qui a permis de faire le choix de la zone retenue pour injection. Etablissement du cahier des charges GTS, AP, EDF-TEGG pour un montant de l'opération de 230258 euros.

- Demandes de subventions : AGENCE DE L'EAU, FIBM et ADEME.

Inertage de déchets industriels

- Réalisation d'une opération de pilotage industriels sur le site de Mange-Garri avec un mélange à 50/50 en poids de bauxaline et RBA (résidus de broyage automobiles) d'une granulométrie 20mm. Le cahier des charges et le suivi scientifique sont assurés par ANTEA.

- But : valider les résultats de laboratoire, contrôler la reproduction industrielle de la méthode et vérifier la qualité des eaux de ruissellement et d'infiltration.

- Objectif final : obtenir un produit type remblai.

- Premiers résultats : la perméabilité est supérieure d'un facteur 10 par rapport aux essais de laboratoire, des difficultés apparaissent pour obtenir un mélange homogène. Les valeurs de Cu et Cr sont supérieures aux valeurs indicatives pour les percolats des stockages de type classe 3. Il est observé une forte baisse des teneurs en AS, Ni, Pb lors des analyses de la deuxième campagne avec des valeurs inférieures aux seuils. Le suivi de l'évolution de la qualité des eaux en fonction de la pluviométrie est assuré depuis.

Réhabilitation du site d'Entressen

- Réponse à appel d'offre public avec la société RAZEL avec un enjeu, la première tranche 2002 pour une quantité de bauxaline de 100000 m³.

Stratégie Bauxaline

- Réflexion menée pour la réhabilitation d'une ancienne exploitation de bauxite à ciel ouvert. AP à la maîtrise des terrains, possibilités de 10 à 15 millions de tonnes. Estimation du coût opératoire en cours.

Communication

- Participation au FORUM ENERGIE à Gardanne et à une table ronde : activité bauxaline.
- Participation à la réunion annuelle du CDH à la préfecture des Bouches du Rhône.

Objectifs 2002

Préparation et conditionnement de la Bauxaline

- Finaliser les projets DRY STAKING et filtre Presse.
- Choix de l'investissement retenu.

Actions pour l'utilisation de grosses quantités de Bauxaline

- Route de raccordement au CD6 à Gardanne travaux de la DRTE 1er trimestre 2002.
- Réhabilitation de la décharge de Martigues : 1^{ère} tranche 2002 3 à 4 hectares.
- Réalisation du pilotage industriel pour coulis d'injection sur le site de PEYNIER.
- Poursuite des opérations pilotes RBA/Bauxaline : deux nouvelles planches : mélanges en volume, granulométrie RV+BA 0/20 et 0/10.
- Stratégie Bauxaline : projet de réhabilitation du site minier de Peygros pour présentation aux Administrations et Collectivités.

Maintien des Recherches du bureau Recherche/Développement de AP Gardanne

- Développer l'utilisation de la Bauxaline dans les domaines à valeur ajoutée.

Renforcement Commercial

- Recherche d'un commercial extérieur, introduit dans les collectivités et TP, rémunération sur affaires apportées.

Renouvellement du Comité Scientifique de Suivi

Comme il avait été souligné lors de la réunion du CSS du 18 janvier 2001, il est souhaitable que les capacités d'analyse du CSS soit élargi dans le domaine de la valorisation industrielle de la bauxaline. A cette occasion, il a été discuté de façon plus large au renouvellement complet du CSS, afin notamment qu'il y ait une totale indépendance du Comité et que ne soient plus membres des scientifiques impliqués dans les études AP. Il est rappelé qu'il est possible de faire appel à des experts extérieurs au comité pour des éclairages particuliers comme cela a déjà été fait pour l'écotoxicologie.

Après discussion, le Comité Scientifique de Suivi pourrait se composer des membres suivants (en attente de confirmation) :

Monsieur Alain ADZEMIAN, Administrateur principal, DGXII de la Commission Européenne, Bruxelles

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) ;

Monsieur DAUZAT, Chef de Service du CETE, Aix les Milles ;

Monsieur BURSI, EDF Lyon ;

Monsieur Henri FARRUGIO (Cadre IFREMER, Station de Sète, halieute) ou un représentant halieute de l'IFREMER ;

Monsieur Raymond GAUDY (Directeur de Recherches au CNRS, Centre Océanologique de Marseille, station marine d'Endoume, planctonologue).

Recommandations 2001 du Comité Scientifique de Suivi

Le Comité Scientifique de Suivi souligne la diversité des voies d'études entreprises par A.P. depuis plusieurs années sur l'emploi de la bauxaline. De nombreuses pistes existent mais les quantités utilisées en 2001 demeurent faibles.

Le C.S.S. approuve Aluminium Pechiney sur le déroulement des études et recherches réalisées en 2001 et les projets d'utilisation de la bauxaline qui ont été présentés lors de la réunion annuelle du CSS du 19 décembre 2001.

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

- i) que soit réalisée en septembre 2002, la prochaine campagne d'échantillonnage en sélectionnant un réseau de 10 stations sur la base de celui effectué lors des trois dernières campagnes en s'assurant que tout le gradient bathymétrique depuis la profondeur de la conduite de rejet en mer des résidus jusqu'à 2000-2300 m et la zone située à l'ouest du canyon de la Cassidaigne soient couverts ;
- ii) que les tests d'écotoxicologie qui se sont révélés positifs lors des campagnes de 1997 et 1999 soient refaits lors de la prochaine campagne d'échantillonnage en 2002 sur les 10 stations sélectionnées ;
- iii) que soit réalisée en 2002 une recherche bibliographique sur les possibilités de datation et d'ageage des résidus en mer ;
- iv) que soit envisagé lors du prochain CSS la réalisation d'une expérience de 'caging' en 2003 dans le canyon de la Cassidaigne avec des immersions à proximité de la conduite de rejet en mer des résidus ;
- v) que Aluminium Pechiney poursuive sa recherche de voies de valorisation de la bauxaline en privilégiant les voies d'utilisation de grands volumes et celles apportant une valeur ajoutée. Il est conseillé de réaliser des fiches techniques pour présenter la bauxaline (en français et en anglais) et de viser

le marché européen. Le recrutement d'un commercial devrait être un élément déterminant pour cette action primordiale conduisant à la réduction des rejets en mer des résidus inertes de bauxite.

- vi) que soit valorisées les études scientifiques (récifs, chimie, biologie, courantologie) et techniques (utilisation de la bauxaline) dans des revues à large audience ou lors de conférences ou séminaires ;
- vii) 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 ;
- viii) 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.
- ix) qu'Aluminium Pechiney réalise un Résumé Technique du Rapport Annuel 2001, le CSS se chargeant de la relecture de ce « Digest ».

Wimereux le 15 mars 2002
Jean-Claude DAUVIN
Professeur de l'Université des Sciences et Technologies de Lille
Président du Comité Scientifique de Suivi