



**MNLE – Réseau Homme&Nature**  
MOUVEMENT NATIONAL DE LUTTE POUR L'ENVIRONNEMENT



A propos des boues rouges rejetées par ALTEO de Gardanne

Pour une industrie du XXIème siècle

à partir d'une étude sur les rejets de l'usine ALTEO par

EMILE

octobre 2015

## 1. préambule

La société Aluminium Pechiney (alors exploitant du site de Gardanne) a pris en 1996 l'engagement de diminuer progressivement les quantités de rejets solides, appelées « boues rouges » en mer Méditerranée avec l'objectif d'y mettre un terme le 31 décembre 2015. Cet engagement a été retranscrit dans un arrêté préfectoral en date du 1er juillet 1996.

La société ALTEO de Gardanne qui a repris l'exploitation du site, sépare par filtre presse une partie solide stockées à Mange-Garri et une fraction liquide qu'elle prétend rejeter dans le parc national des Calanques, créé par décret en 2012. Mais cette fraction liquide ne respecte pas l'arrêté du 2 février 1998, non spécifique à l'usine de Gardanne, qui fixe les valeurs limites à respecter pour les rejets liquides des ICPE dans le milieu naturel (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement). 7 paramètres ne respectent pas ces valeurs: pH, matières en suspension, aluminium, fer, arsenic, DCO et DBO5.

ALTEO sollicite le renouvellement de son autorisation d'exploiter pour l'usine de Gardanne, en déposant un dossier de demande d'autorisation d'exploiter (DDAE), tout en demandant au préfet d'accorder des dérogations après avis du Conseil Supérieur de la Prévention des Risques Technologiques.

ALTEO en est arrivé à cette conclusion après avoir étudié diverses solutions incluses dans le DDAE. La ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie a demandé à ALTEO de procéder à deux tierces expertises. La première a été exécutée par le BRGM, chargé d'examiner les technologies envisagées par ALTEO, de vérifier si elles font partie des meilleures technologies disponibles au niveau mondial, ou s'il existe des technologies alternatives ou complémentaires qui permettraient de réduire, voire supprimer, les rejets en mer. La mission du BRGM intégrait aussi l'appréciation de l'impact économique de ces éventuelles technologies alternatives ou complémentaires. L'autre a été confiée à l'ANSES qui a rédigé une note d'appui scientifique et technique «relatif à l'impact potentiel sur la santé humaine du rejet en Méditerranée d'effluents issus des activités de transformation de minerai de bauxite.» Cette note ne constitue pas une étude de danger sur les rejets liquides concernés par le DDAE.

La présente étude ne prétend pas doubler celle du BRGM. Elle s'appuie dessus et suggère des propositions et notamment un scénario dans un contexte d'économie circulaire. L'enjeu est d'ouvrir des pistes réalistes d'amélioration progressive de la qualité des rejets liquides, donc de supprimer à terme le recours aux dérogations, de placer ces mesures dans un objectif de valorisation de la partie solide (BAUXALINE). Ce sont des occasions pour créer des activités économiques nouvelles.

## 2. composition des effluents liquides

(rapport du BRGM page 20)

		Effluent actuel <sup>1</sup>	Effluent futur avant rejet en mer <sup>2</sup>	Limites de l'Arrêté du 2 février 1998
Débit	m <sup>3</sup> /h	270	270	
pH		12.4	12.4	6-9
MES	mg/L	120 000	< 1000	35
Aluminium	mg/L	10 211	1 226	5
Fer total	mg/L	43 285	13	5
Arsenic	mg/L	6.6	1.7	0.05
DCO	mg/L	1 200	800	125
DBO5	mg/L	100	80	30

On peut constater une nette amélioration avec des dépassements importants pour le pH, l'aluminium et la DCO. Un pH aussi basique provoque une réaction en mer avec une précipitation d'un sel d'aluminium.

Ce qu'il faut également retenir :

- le flux des rejets peut être réduit à 140 m<sup>3</sup>/h mais la pérennité de la canalisation de rejet en mer en requiert 270.
- le tonnage annuel des rejets d'aluminium en mer est de 2900 tonnes et de 4 tonnes pour l'arsenic.

## 3. Les solutions étudiées par ALTEO

Les procédés de traitement étudiés par ALTEO sont :

- évaporation naturelle
- évaporation forcée
- recyclage dans le procédé,
- rejet dans les mines après traitement
- rejet dans un cours d'eau (la Luynes ou l'Arc) après traitement
- rejet dans la mer après traitement.

Les considérations du BRGM (pages 21 à 24) sur les quatre premières filières l'amènent à conclure que le rejet d'un effluent dans le milieu naturel est inévitable dans le contexte contraint de l'usine de Gardanne. Les arguments sont recevables.

Les deux dernières seront développées au paragraphe 4. Le graphique suivant résume les propositions d'ALTEO.

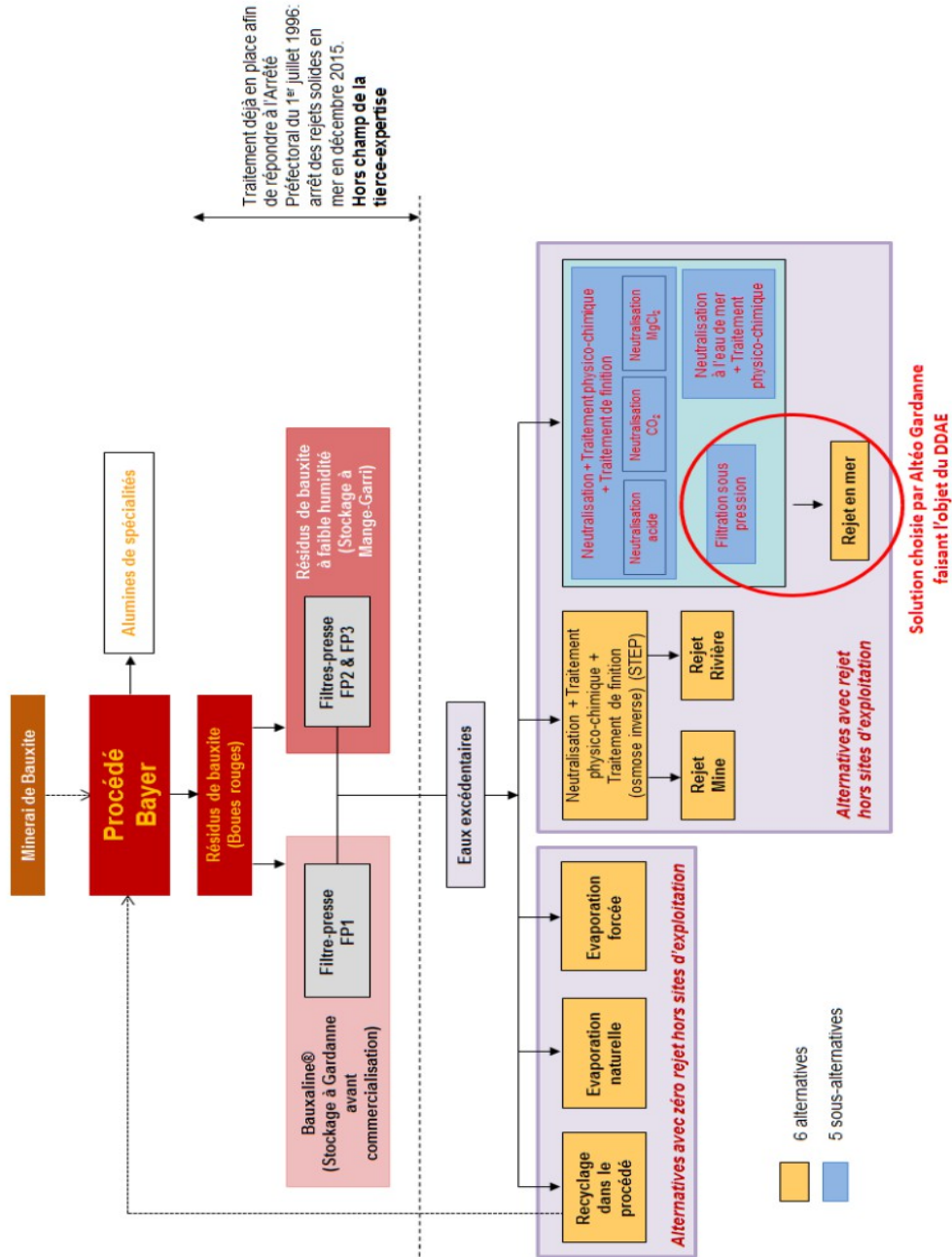


Figure 1 : Positionnement des solutions de traitement des eaux excédentaires dans le schéma simplifié de fonctionnement de l'usine de Gardanne telles que proposées par Alteo

## 4. l'avis du BRGM sur les deux autres filières

### 4.1 rejet dans un cours d'eau

Les contraintes sont encore plus fortes que pour les rejets en mer puisqu'il faut tenir compte de la sensibilité du milieu et de la gestion du bassin versant. Il faut neutraliser. Trois solutions sont indiquées dans le schéma de la page précédente. L'utilisation de l'acide sulfurique semble avoir la préférence du BRGM. Retenons pour la suite que la neutralisation au gaz carbonique est une hypothèse possible.

Il faut ensuite mettre en place un traitement physico-chimique facilitant la décantation des boues. La décantation est lente (pages 27 et 28). Le BRGM ajoute qu'il faut ajouter un traitement tertiaire de finition « Ce traitement permet de garantir que les valeurs limites de rejet sont respectées sur l'ensemble des paramètres de composition de l'effluent en sortie de la station d'épuration. Dans cette étude, seuls trois traitements de finition ont été testés : l'osmose inverse, l'adsorption sur GEH (matériau composé d'oxyde de fer en grain) et l'adsorption sur charbon actif. Aucune technique de filtration autre que l'osmose inverse (comme par exemple l'ultrafiltration ou la nanofiltration) n'a été étudiée » Le BRGM ajoute « Or, il est indiqué dans l'Annexe 12 du 'Tome 1' qu'une finition sur charbon actif permettrait également de respecter les seuils définis pour un rejet en rivière » Le BRGM indique en outre (page 30) « Le choix de l'osmose inverse ou de l'adsorption sur charbon actif a une forte influence sur les coûts d'investissement (CAPEX) et de fonctionnement (OPEX) du traitement de finition, et donc de l'alternative, comme montré dans le Tableau 2. L'ajout d'éléments complémentaires sur ce choix aurait donc été nécessaire afin de renforcer la justification de ce positionnement. Néanmoins, il est à noter que les coûts associés à la consommation de réactifs pour la neutralisation et à la gestion des boues formées, évalués à 2.5 M€ et 4 M€ respectivement, induisent des coûts de fonctionnement qui semblent excessifs et donc difficiles à supporter par ALTEO, que le traitement de finition soit l'osmose inverse ou l'adsorption sur charbon actif. En effet, un montant supérieur à 4 M€ pour les coûts de fonctionnement est considéré par ALTEO comme non gérable, ce montant correspondant à 80% de l'EBITDA ».(excédent brut d'exploitation). La tableau suivant extrait du rapport du BRGM résume la comparaison

	Finition osmose inverse	Finition adsorption sur charbon actif
CAPEX	Installation d'osmose inverse : 7 M€ Evapoconcentration des rétentats : 8 M€ Soit un total de 15 M€	Filtres à charbon actif : 0.2 M€
	Montant de la réduction du CAPEX si finition par charbon actif : > 14.5 M€	
OPEX	Gestion des concentrats : 6 M€ Energie : 500 - 700 k€ Soit un total de 6.5 - 6.7 M€	Charbon actif (consommation + destruction) : 2 M€ Energie : 6 - 10 k€ Soit un total de 2 M€
	Montant de la réduction de l'OPEX si finition par charbon actif : > 4 M€	

Finalement, malgré certaines imprécisions, le BRGM ne remet pas en cause la décision de rejet de cette solution. Elle est en effet risquée au-delà des considérations économiques.

1 Document édité par ALTEO

Retenons pour la suite que :

- le traitement au charbon actif a des avantages par rapport à l'osmose inverse. Son coût d'exploitation est estimé à 2 millions par an
- l'ultracentrifugation n'a pas été étudiée (comme la nanofiltration)

#### 4.2 les rejets en mer

Cette solution a été étudiée avec 5 variantes

- le pré-traitement par acidification, traitement physico-chimique et finition par osmose inverse
- le pré-traitement par CO<sub>2</sub>, traitement physico-chimique et finition par osmose inverse
- la neutralisation à l'eau de mer suivie d'un traitement physico-chimique,
- la neutralisation au chlorure de magnésium (MgCl<sub>2</sub>), traitement physico-chimique et finition par osmose inverse
- le traitement par filtration sous pression.

Le traitement sous pression qui est la solution retenue par ALTEO sert de référence. Elle aurait pu être considérée comme un traitement partiel. La remarque suivante du BRGM est importante (page 35) « Il aurait ainsi été opportun ici d'adapter le traitement de finition à la sensibilité du milieu marin, pour lequel il peut être considéré en première approche que la DCO et la DBO<sub>5</sub> ne sont pas des paramètres potentiellement problématiques pour un tel rejet. Ceci aurait peut-être permis d'identifier des techniques de finition moins onéreuses que l'osmose inverse, qui induit des coûts d'investissement et de fonctionnement très élevés (respectivement 22 M€ et 13.5 M€/an). Néanmoins, à ce stade, il peut être remarqué que le seul coût de gestion des boues formées lors de l'étape de neutralisation, évalué à 4 M€, est déjà difficilement supportable par le pétitionnaire. En l'absence notamment d'identification de solutions moins coûteuses pour la gestion des boues formées, cette technique ne peut donc pas être considérée comme une Meilleure Technique Disponible Engendrant des Coûts Non Excessifs».

La conclusion du BRGM (page 85) est la suivante «au niveau des 5 sous-alternatives, le choix de ne proposer in fine qu'un traitement des matières solides en suspension, via une filtration sous pression, ne peut être considéré comme suffisant sur la seule base des études présentées dans le dossier.» Le BRGM propose une neutralisation à l'acide sulfurique pour un flux réduit à 140 m<sup>3</sup>/h. Il considère que le milieu marin est moins exigeant et fait un choix parmi les sept paramètres concernés (§ 2). Il privilégie la précipitation d'éléments métalliques. Cette solution amène à construire une station d'épuration sans traitement de finition et sans filtration sous pression, solution retenue par ALTEO. Mais on sait (§ 3) que la décantation est lente. Elle va néanmoins produire plus de 10 000 tonnes de boues (matières sèches) qu'il faudra éliminer. C'est une nouvelle difficulté.

Le BRGM abaisse donc la garde environnementale avec des arguments qu'il est possible d'entendre. Mais sous la condition que ce soit une solution transitoire qui donne le temps de trouver des solutions plus satisfaisantes pour la pérennité de l'entreprise et la protection environnementale de proximité.

Retenons que :

- le choix d'ALTEO est avant tout économique
- la première étape de neutralisation est le maillon sur lequel il faut trouver des

solutions

## 5. que peut apporter l'économie circulaire?

### 5.1 Une approche plus globale

ALTEO comme le BRGM abordent la question de manière sectorielle et réglementaire avec des contraintes foncières et économiques fortes. Il ne s'agit pas de les nier. Mais l'amélioration de la qualité des rejets liquides s'est traduite dans l'émergence de déchets solides très partiellement valorisés. Ils constituent un gisement intéressant de ressources sous la condition de pouvoir être présent dans des marchés de matériaux pour le génie civil. ALTEO fait des recherches. Une des clés sera donnée par un **accès à une énergie pas chère et renouvelable**.

L'utilisation du gaz carbonique est une bonne hypothèse pour la neutralisation dans la mesure où il peut être produit sur place **comme coproduit d'une combustion**. On rejoint la problématique énergétique du paragraphe précédent. Le carbonate de sodium est bien soluble dans l'eau. Les boues seraient donc très métalliques. D'après le dossier d'ALTEO, l'arsenic s'y trouverait principalement. A ce stade nous sommes dans la solution préconisée par le BRGM avec une substitution de l'acide sulfurique par le gaz carbonique..La question de la valorisation des boues est posée. Elle peut recevoir différentes solutions mais il faut du temps pour les développer (voir par exemple annexe 5 du rapport BRGM).

**Le charbon actif** peut alors être mobilisé dans un traitement de finition.Son utilisation peut être intégrée dans la filière énergétique mentionnée ci-avant, à la fois en amont (production) et en aval (destruction valorisante car le charbon actif reste un combustible..Reste à préciser l'action du charbon actif sur le carbonate de sodium et sa valorisation. C'est un produit très utilisé dans l'industrie.

### 5.2 esquisse de scénario

Les remarques du paragraphe précédent font apparaître une moins-value, par rapport au scénario BRGM, grâce à l'utilisation du gaz carbonique à la place de l'acide sulfurique, une deuxième moins-value grâce à l'intégration du charbon actif dans la filière énergétique (voir tableau § 4.1). Il n'est alors pas impossible d'envisager l'intégration du traitement de finition dans l'épure économique.

Il est alors possible d'esquisser le scénario suivant (voir schéma):

- fabrication de proximité du charbon actif par pyrolyse partielle de bois ou d'écorces et activation éventuelle de charbon (essais à opérer)
- mobilisation du gaz de pyrolyse dans un dispositif de cogénération à partir de la biomasse. Intérêts: majorer la performance énergétique, diminuer le coût du charbon actif, fournir une énergie bon marché et renouvelable à la valorisation de la bauxaline.
- fourniture du gaz carbonique pour la neutralisation des rejets liquides.
- recyclage ou valorisation énergétique du charbon actif usagé

Ce dispositif peut être un levier pour la filière bois régionale. Il n'est pas possible de chiffrer précisément le gisement à mobiliser: il se situe aux environs de 90 000 tonnes de bois pour un ratio de 10 kilos de charbon actif par m<sup>3</sup> d'effluent (Voir § 5.4). Il s'agit d'un ordre de grandeur qui permet de mieux cerner la faisabilité.

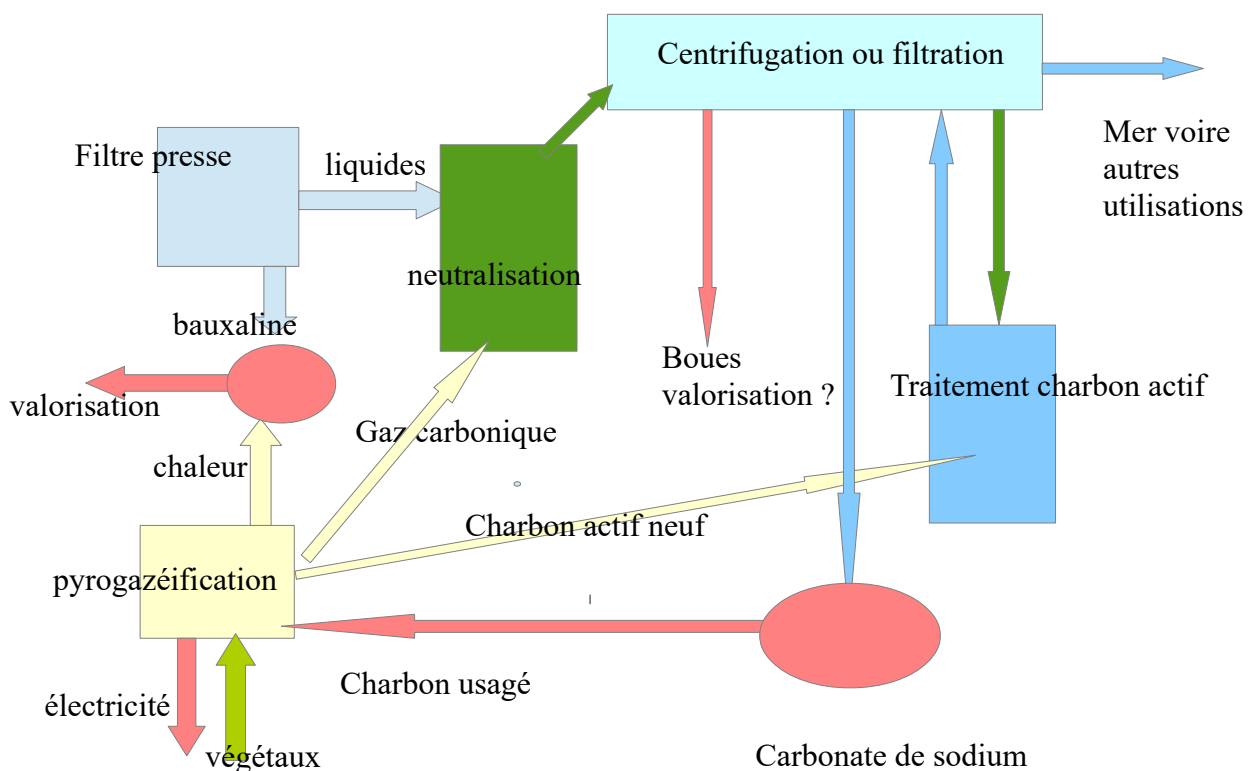
Ce scénario s'appuie sur celui du BRGM. Il permet d'améliorer progressivement l'impact environnemental et ouvre une dynamique d'économie circulaire sur différents gisements de déchets : végétaux bien évidemment, bauxaline, métaux dissous, carbonate de sodium. La place de l'arsenic devra être précisée. Si, comme le laisse prévoir les documents disponibles, cette substance précipite essentiellement avec les métaux, la valorisation de ce gisement ne sera pas simple mais devra être recherchée car elle éviterait la mobilisation d'un centre de stockage, toujours fragile, délicate et de plus en plus onéreuse.

La valorisation du carbonate de calcium va dépendre de la performance du charbon actif à l'extraire dans le traitement de finition. Cette substance n'est pas écotoxique. Il n'est donc pas impensable que l'eau soit réutilisable en fin de traitement selon des modalités à définir après essais.

### 5.3 propositions complémentaires

La proposition du BRGM repose sur la création d'une station de traitement par neutralisation et de de décantation des boues bien que la vitesse de décantation soit faible. Ce qui est un handicap sérieux. L'ajout de flocculant et de coagulant peut l'améliorer mais avec des conséquences financières et des complications sur le potentiel valorisable de de ce gisement..

L'utilisation de moyens techniques physiques (ultrafiltration, centrifugation) peut éviter ces inconvénients. Ils peuvent être utilisés en batch pour les deux étages de traitement ; neutralisation et recueil des boues d'une part, d'autre part recueil du charbon actif usagé. Le schéma suivant illustre le scénario qui nous apparaît pertinent.



Les axes de valorisation sont en couleur «saumon»



#### 5.4 le charbon actif

La première étape de la fabrication du charbon actif est celle de pyrogazéification de composés végétaux. La pyrogazéification a fait l'objet de développements récents. Des procédés sont arrivés au stade industriel. Il n'aurait pas été possible d'avancer le scénario il y a deux ans. Du matériel mobile existe qui permet de faire des essais sur le site. Nous ne sommes donc pas dans un futur lointain. Il n'y a pas de saut technologique important. La rupture est dans l'économie circulaire. L'ordre de grandeur de l'investissement est de 1,4 million pour 5 MW thermiques (environ 9 000 tonnes de bois sec par an, soit 12 500 tonnes de bois brut), hors matériel de génération électrique.

Cette estimation ne tient pas compte de l'activation éventuellement nécessaire du charbon issu de la pyrogazéification, ni du traitement qui doit être mis en œuvre sur le charbon usagé issu de l'extraction mécanique ou physique. L'enjeu est de rendre possible la valorisation du carbonate de sodium. Il est couramment utilisé dans l'industrie, notamment la sidérurgie. L'absence de données réelles sur les impuretés ne permet pas de pousser l'analyse plus loin.

Le charbon actif est potentiellement recyclable. Il faut le porter à haute température. Il y aura donc une alternative à préciser entre la combustion du charbon actif avec récupération éventuelle de carbonate de sodium et le recyclage et fourniture des pertes.

#### 5.5 Variante

Il serait possible d'envisager de concentrer la neutralisation et l'ajout de charbon actif dans une seule opération suivie d'une extraction mécanique ou physique. La valorisation des différents gisements serait alors plus délicate. Les économies réalisées sur le traitement se reportent en coûts supplémentaires sur celui des boues. Mais dans la mesure où ce dernier n'est pas encore défini, cette variante reste ouverte.

### 6. conclusion

La question posée est : « Existe-t-il une solution pour rendre ces rejets suffisamment propres pour qu'ils puissent satisfaire les normes en vigueur? » Il est possible de répondre oui sous conditions.

La première est de rester dans l'épuration économique qui ne met pas en péril l'existence même de l'entreprise. Les amendements suggérés au scénario BRGM (utilisation du gaz carbonique, remplacement de la station par des moyens mécaniques ou physiques, voire variante du § 5.5) permettent d'avancer l'hypothèse d'un maintien dans les limites de l'épuration économique.

Mais deuxième condition, le traitement de finition devra mobiliser une production de charbon actif et sa valorisation-recyclage éventuel dans un dispositif d'économie circulaire intégrant la valorisation énergétique multifonctionnelle de végétaux. Cette multifonctionnalité permet d'atteindre une performance globale tout en faisant face à différentes situations industrielles. La recette principale proviendra de la vente d'électricité et de la faculté du dispositif à participer aux mécanismes de flexibilité du réseau. Il ouvre en particulier la perspective d'une valorisation énergétique du charbon actif usé si le recyclage ne s'impose pas. La cogénération permet en outre de disposer d'une énergie pour la valorisation de la bauxalite. Il existe enfin des perspectives à éclairer sur la

valorisation des boues de neutralisation et du carbonate de calcium. La valorisation de ce dernier ouvre des perspectives de réutilisation de l'eau dans des modes à préciser. Les hypothèses décrites sont réalistes mais elles demandent encore beaucoup de travail. Il faudrait d'abord réaliser des essais de fabrication de charbon actif in-situ à partir de matériels mobiles de pyrogazéification, de l'utiliser dans des essais sur les deux segments du traitement des rejets liquides (neutralisation et finition). Les informations fournies par ces essais sont indispensables.

Il reste deux difficultés à soulever. La première concerne les contraintes inhérentes à l'économie circulaire. Le dispositif de production énergétique peut en effet être externalisé. Il va nécessiter des investissements et mobiliser des métiers qui ne sont pas ceux d'ALTEO. La continuité de l'exploitation est cruciale pour l'ensemble des parties. Un accord de long terme l'est aussi. Il faut donc prendre du temps pour définir un cadre et un calendrier. La fourniture d'énergie à la valorisation de la bauxaline est en particulier importante. La transversalité de l'économie circulaire pose des questions particulières. Il ne s'agit pas de les nier mais il s'agit au bout du compte, non seulement de la pérennité l'entreprise mais également de celle de l'activité économique. C'est une transformation profonde de l'industrie et de son image.

Il faut également répondre aux exigences réglementaires et au calendrier du renouvellement de l'arrêté d'exploitation. L'urgence n'est pas bonne conseillère. La composition des rejets en mer sera améliorée sensiblement au premier janvier 2016, ouvrant ainsi la possibilité conditionnelle de se donner le temps de définir un scénario d'économie circulaire visant, mais pas seulement, à se passer des dérogations qui font l'objet de la procédure actuelle.

La condition est que ALTEO s'engage à :

- faire les essais suggérés précédemment
- lever l'hypothèse de l'étape de neutralisation et définir un calendrier de travaux dans un délai à fixer. Cette disposition revient à réaliser la proposition du BRGM en tenant compte toutefois de la perspective d'un traitement de finition
- lève l'hypothèse dans un délai à fixer de l'intégration de ce traitement de finition dans une perspective d'économie circulaire portant sur la valorisation de l'ensemble des gisements de déchets ( boues, carbonate de calcium, bauxaline)

L'arrêté préfectoral devra préciser ces conditions.