

# Valorisation des résidus de bauxite

AFOCO - 21 juin 2016  
INSA Lyon

Laurent POIZAT



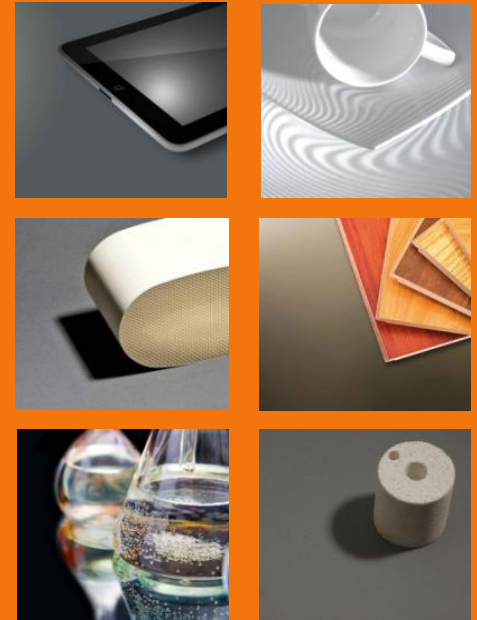
# Agenda

1. Alteo en quelques mots
2. La problématique des résidus de bauxite
3. Les projets historiques pour les valoriser
4. Les nouvelles applications



# Alteo – Un leader Français de l'alumine

- Gardanne 1894 : 1<sup>ère</sup> usine Bayer au monde  
La Provence berceau de la production d'alumine
- Un site qui se réinvente depuis >30 ans
- ETI française, créée en août 2012, actionnariat principal HIG Europe, siège à Gardanne (13), 4 usines (3 en France), CA 300M€, 700 employés (1000 emplois induits en PACA).
- Spécialiste de l'alumine: 500 000 t/an alumine, 250 références, 75% clients à l'export, 8% du marché mondial des alumines de spécialité.
- Concurrence Europe, Japon et Chine.



## Les marchés :

- Verres spéciaux
- Céramiques standard et high-tech
- Abrasifs
- Réfractaires
- Chimie

# Des alumines de très haute technicité

Aujourd'hui



Dans les  
verres LCD



Dans les filtres à  
particules



Dans les  
équipements de  
protection des  
personnes

**Démarche  
permanente  
d'innovation**

Demain



**Dans l'automobile :**

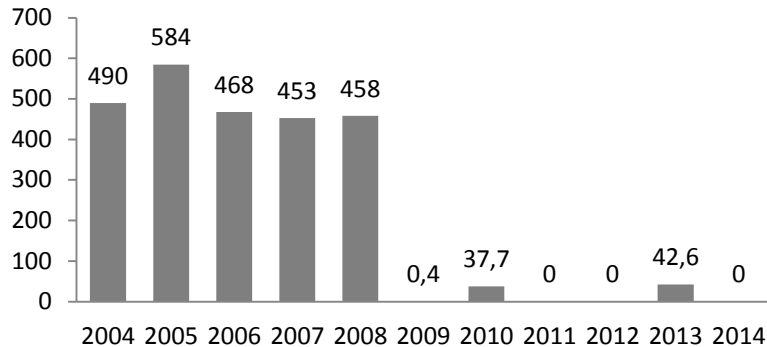
- batteries des véhicules électriques
- Dans le verre à haute résistance des parebrises



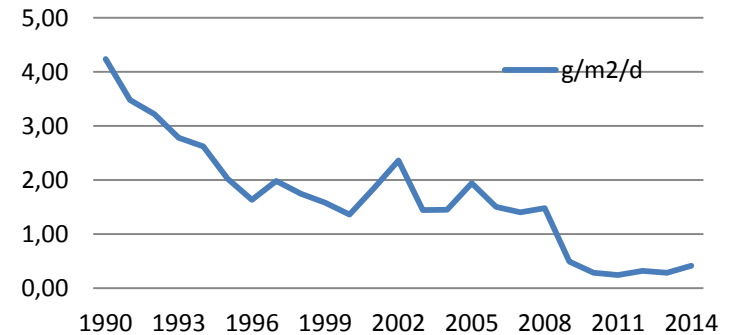
**Dans la  
microélectronique :**  
Dans les batteries ion-  
lithium

# Forte réduction de l'empreinte environnementale

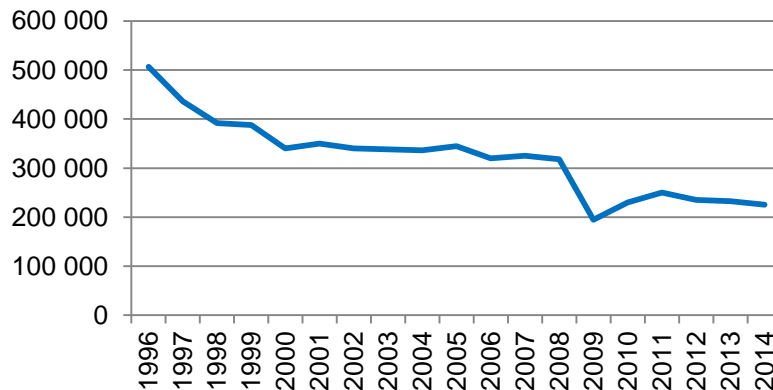
**SO<sub>2</sub> (t): supprimées**



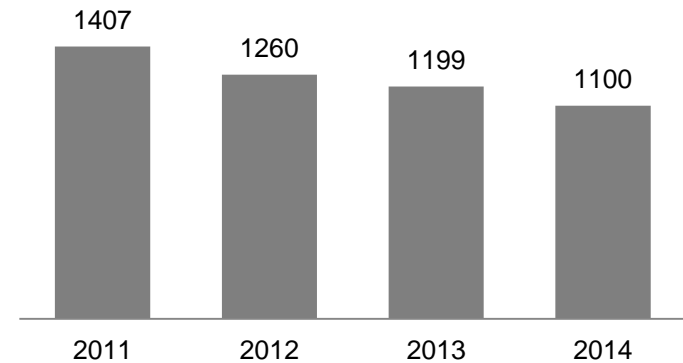
**Poussières : -90% en 25 ans**



**CO<sub>2</sub> (t) : -56% en 20 ans**



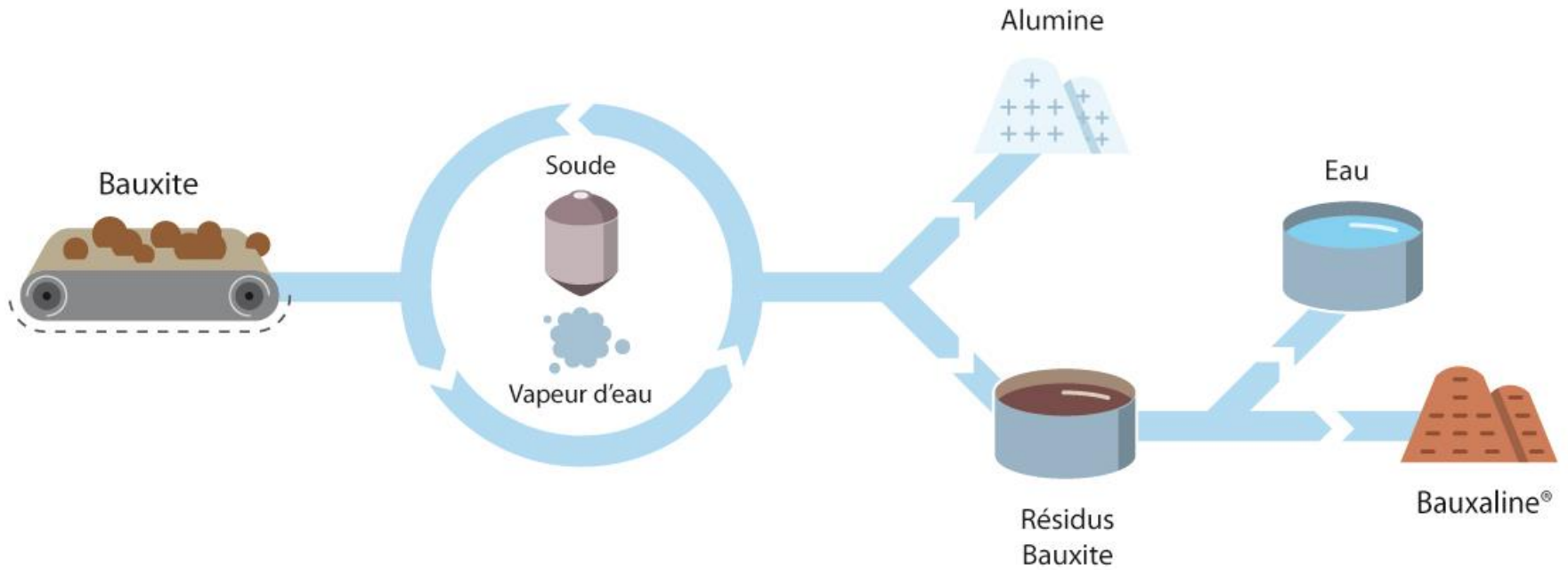
**NO<sub>x</sub> (t) : -22% en 3 ans**



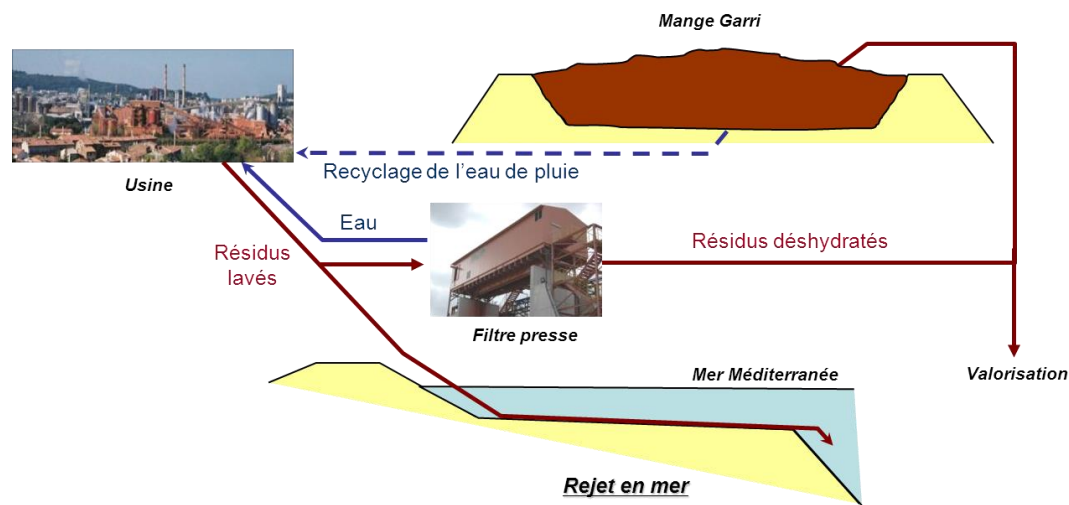
Et de nombreux autres projets : certification ISO 50 001 (performance énergétique) d'ici fin 2016, réseau de chaleur sur base biomasse, ...



# Valorisation de la Bauxaline



# le 31 décembre 2015 Alteo a arrêté ses rejets de résidus de bauxite en mer



Le site de stockage (Mange Garri)

- ICPE, 30ha en exploitation
- 2 bassins de stockage, 2,6Mm<sup>3</sup>
- 15 ans de capacité de stockage

**Investissements >30M€**

3 filtres presses et une unité de traitement de l'eau

## Rejets : comparaison situation historique / situation actuelle

|                        | Rejet historique<br>(mg/l) | Moyenne depuis le<br>jan-avril 2016<br>(mg/l) | Taux<br>abattement |
|------------------------|----------------------------|---|--------------------|
| Matières en suspension | 120 000                    | 39.4  | 99.97 %            |
| Fer                    | 43 285                     | 0.065   | 99.99 %            |
| Aluminium              | 10 211                     | 547   | 94.64 %            |
| Titane                 | 6 806                      | 0.00012                                       | 99.99 %            |
| Chrome total           | 269                        | 0.042   | 99.71 %            |
| Vanadium               | 190                        | 3.54  | 98.14 %            |
| Plomb                  | 11                         | 0.005   | 99.09 %            |
| Arsenic                | 6.6                        | 0.64  | 90.30 %            |
| Mercuré                | 0.01                       | < 0.0005                                      | 99.97 %            |

Des dépassements sur certains paramètres : arrêté d'exploitation de 6 ans



## Filières historiques

300 000 tonnes valorisées en 10 ans, 7% de la quantité produite

Benchmark mondial (moyenne mondiale ~2% de valorisation)



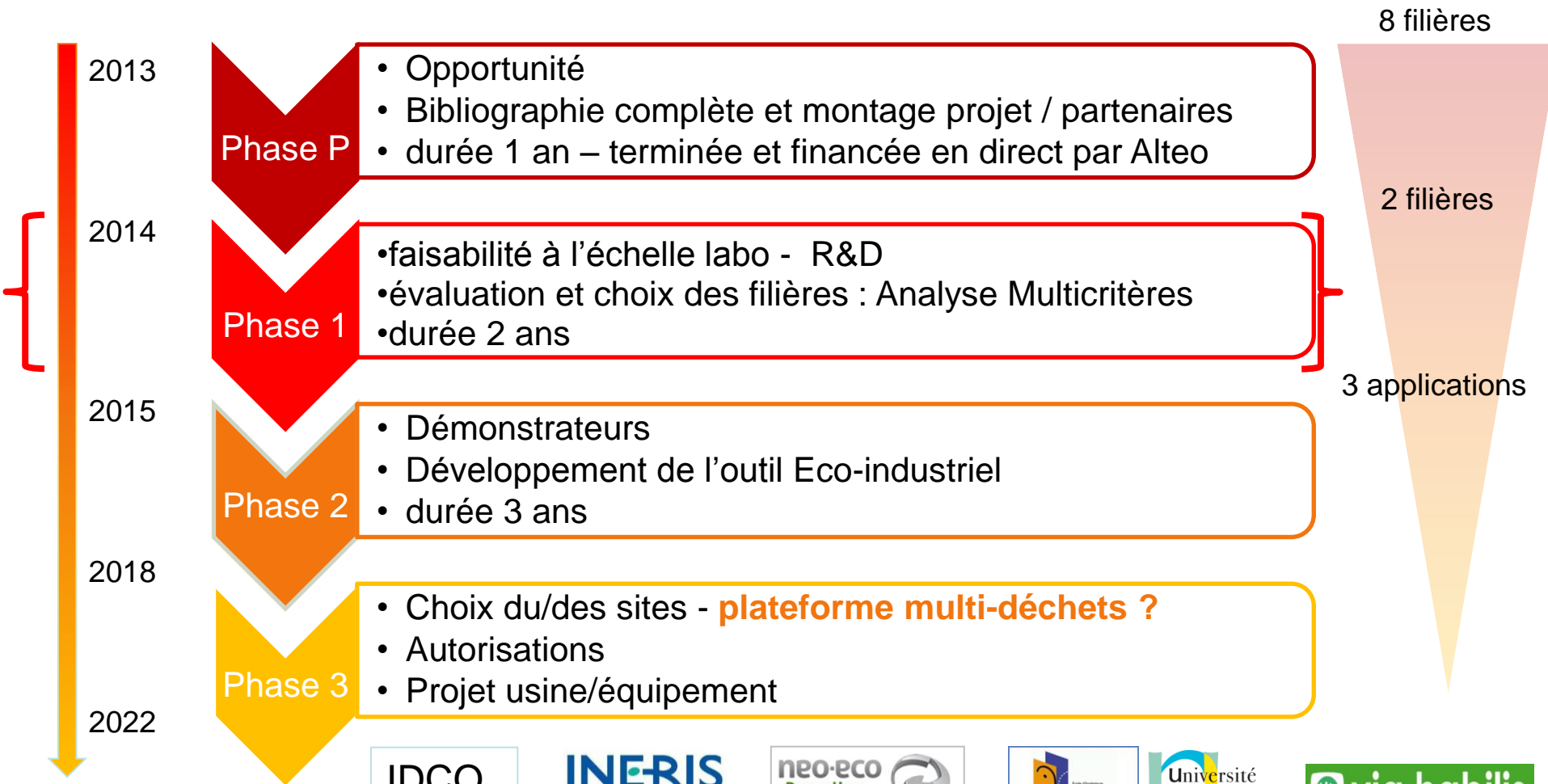
## Un changement de stratégie de valorisation

- Sortir progressivement des marchés à faible valeur d'usage (remblais)
- Développer un modèle d'économie circulaire  
→ Ce déchet minéral peut être un produit.
- Investir dans la R&D en partenariat avec des experts et industriels des secteurs ciblés pour le développement de produits à forte valeur d'usage



# Projet « Baux Geste » - démarche et timing

Lancée par Alteo en 2012 et avec un planning ambitieux



# Les 2 filières retenues à l'issue de la phase P

- **Matières Premières Secondaires**

- Tuiles / Briques
- Argiles Expansées  
Marché en développement (bétons allégés, blocs de construction isolants) et Bauxaline® utile dans certaines formulations
- Géopolymères  
Polymérisation de composés minéraux contenant alumine, silice, soude



- **Dépollution des eaux et sols pollués**

- Drainages Miniers Acides et effluents industriels acides et/ou chargés en métaux dissouts
- Traitement des sols pollués (métaux tels que plomb, arsenic, cadmium, zinc, cuivre)
- Déphosphatation de l'eau (STEP)

# Sols et déchets solides - objectifs

- Traiter un sol ou déchet avec problème de métaux lessivables pour :
  - Permettre une évacuation en filière moins couteuse
  - Ou permettre un stockage sur place
  - Et/ou permettre une revégétalisation si impossible précédemment du fait de la phytotoxicité des métaux concernés
    - une plus faible percolation d'eau de pluie
    - moins de polluants entraînés
    - réduction des poussières

# Sols et déchets solides - comment

## **Cas1 : Pour stabilisation de surface :**

Traitement par Bauxaline (si milieu acide) ou RBM (si milieu neutre) via un apport de surface de la dose optimale et malaxage type routier sur une trentaine de centimètre avec la fraction fine du sol/déchet

## **Cas 2 : Pour stabilisation en volume**

Extraction et traitement du volume via un atelier de traitement avec des équipements type routier, ou une centrale de traitement – en fonction de l'ampleur du chantier

## **Cas 3 : Pour végétalisation**

Idem cas1 plus apport d'engrais à la dose adaptée et graines. L'intérêt est que l'on peut choisir les espèces végétale sans devoir se limiter aux espèces pouvant survivre ne milieu phytotoxique. ~ phytostabilisation aidée



# Sols et déchets solides - exemples

- Anciens sites miniers (par exemples près d'Alès)
- Sols pollués par d'anciennes activités industrielles
- Déchets industriels (résidus de production, réfractaires, ...)

| Résidu/sol              | Dose        | pH i | pH f | Pb            | Zn     | Cd            | Cu     | Ni            | As            | Mn     |
|-------------------------|-------------|------|------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|---------------|--------|
| RMA3-1                  | 10% + CaCO3 | 2.43 | 6.51 | <u>0.1095</u> |        |               | 0.0010 | <u>0.0672</u> | <u>0.0645</u> |        |
| RMA3-2                  | 3%          | 2.55 | 4.89 | <u>0.3873</u> |        |               | 0.0113 |               |               |        |
| RMA2                    | 1%          | 3.50 | 6.50 | 0.3427        | 0.0203 |               |        |               |               | 0.1498 |
| RMA1-1                  | 10%         | 3.54 | 7.08 | 0.0159        | 0.0008 | <u>0.0385</u> |        |               |               |        |
| RMA1-2                  | 10%         | 6.80 | 7.60 | 0.0222        | 0.0052 | <u>0.0048</u> |        |               |               |        |
| Lixi mg/l<br>init maxi  |             |      |      | 13,5          | 38,3   | 2,1           | 8,0    | 0,56          | 1,57          |        |
| Lixi mg/l<br>final maxi |             |      |      | 2,63          | 0,27   | 0,028         | 0,03   | 0,04          | 0,12          |        |

Souligné = limite de quantification atteinte après traitement

# Sols et déchets solides - Pilote

## En résumé

- 30 m<sup>2</sup> d'un dépôt de résidu minier (près d'Alès) anciens n'ayant pu se revegétaliser naturellement depuis >50 ans
- traités avec un apport de 10% de RBM + engrais + graines.
- toujours pérenne (et de mieux en mieux) après 24 mois.



# Sols et déchets solides – devenir des sols et déchets traités

la question : pérennité de la fixation des polluants par la Bauxaline ou le RBM ?

1. La plateforme pilote montre une pérennité de la suppression de la phytotoxicité après 24 mois. Des lysimètres montrent en parallèle le non relargage des polluants.
2. Une étude Australienne conclu à la pérennité de la fixation après 15 ans, suite à un traitement avec un dérivé de résidus de bauxite comparable au RBM
3. Le modèle géochimique (« physique » donc sans paramètres de fit) permet de confirmer les espèces en jeu dans la fixation et leur stabilité **définitive** dans un large domaine.

# Sols et déchets solides – éléments de coûts

Les coûts dépendront évidemment des polluants concernés et des niveaux à abattre, de la distance de transport des media, etc ...

À titre d'exemple, une étude complète du traitement d'un site de stockage de déchets miniers dans la moitié nord de la France aboutit à un coût de l'ordre de **15€/tonne** de déchet minier traité.

Une fourchette raisonnable est **de 8 à 20€** par tonne de déchet/sol à traiter





# Bauxaline®

## Technologies



Partenaires Consortium

Avec le soutien de

