

## Rejet des boues rouges en Méditerranée

## La controverse perdue entre écologistes et industriels

**Au nom de la préservation d'une activité rentable dans la région, l'usine d'alumine de Gardanne a bénéficié d'un long moratoire pour mettre fin aux rejets de boues rouges dans la Méditerranée.**

**Aujourd'hui, la dissémination de résidu polluant perdue et de nouvelles analyses viennent alimenter la controverse entre écologistes et industriels sans que les résultats toxicologiques ne permettent de trancher avec certitude.**

**Jennifer Oses et Jean-François Narbonne**  
Association Toxicologie Chimie



**L'usine de Gardanne**, fondée en 1894, traite le minerai de bauxite (alumine hydratée) pour produire l'alumine anhydre par un procédé basé sur l'ajout de soude à 200 °C suivi d'une calcination à 920 °C. Après extraction de l'alumine de sodium, les boues résiduelles dites « boues rouges » étaient stockées à terre jusqu'à saturation des sites récepteurs.

### Un site sous surveillance historique

En 1966, des études sur la faisabilité d'un dépôt en mer à grande profondeur sont réalisées par des organismes publics comme l'ISTPM ou l'Université. Les boues sont ensuite rejetées en mer par une canalisation dans le canyon de Cassidaigne à 7,7 km de la côte au large de Cassis à 320 m de profondeur (cf. carte). En 1975 et 1995, des plongées profondes sont effectuées sur la zone de répartition des boues avec le sous-marin Cyana, pour des contrôles visuels et évaluation de la

toxicité des sédiments (mission Cyatox de 1995). 1996 correspond à une diminution progressive des quantités de rejets solides en mer avec un arrêt prévu en décembre 2015. Parallèlement, un Comité scientifique de suivi pluridisciplinaire (CSS) est mis en place pour assurer le suivi toxicologique et écotoxicologique des dépôts de boues rouges en mer. Il faut aussi signaler la création du parc national des Calanques en avril 2012, incluant la zone de rejet. En décembre 2015, une analyse critique des données collectées dans le cadre du CSS est alors demandée, ainsi que des études complémentaires devant être effectuées par les organismes publics (Ifremer, Anses) et par l'exploitant, dans le cadre d'une demande de rejet en mer de la partie liquide des effluents.

Les résultats de ces études se rapportent à trois domaines concernant :

- la nature du rejet et sa zone de diffusion ;
- les impacts du rejet sur la biodiversité du milieu et l'écotoxicité des boues sédimentées ;
- les impacts sanitaires liés à la consommation des produits de la pêche prélevés dans la zone du rejet.

### Volet chimique et hydrologique

La composition chimique des boues rouges prélevées sur le site de Gardanne et aux abords immédiats de l'émissaire paraît constante et se caractérise par un fort enrichissement en Ti mais aussi en Cr, V, Fe et Pb, et un fort déficit de manganèse. La totalité des rejets solides représente plus de 20 millions de tonnes de 1967 à 2015, les dépôts recouvrant

la totalité du sol à proximité de l'émissaire dans le canyon de Cassidaigne. Au contact de l'eau de mer, se forment des précipités stables d'hydrotalcite entraînant un piégeage sous forme solide de métaux comme Al, As, V et le Cd. La masse d'hydrotalcites formée est estimée à 27 000 tonnes par an. Les nombreuses études hydrologiques montrent qu'au débouché de la canalisation les résidus descendent dans la fosse une faible quantité remontant vers le plateau continental provoquant une dispersion particulière sur au moins 150 km<sup>2</sup> principalement en direction de l'Ouest. Une coloration rouge dans les sédiments ou l'eau liée peut être observée sur environ 680 km<sup>2</sup>.

### Volet écotoxicologique

Les résultats de trois campagnes d'études sur la biodiversité, menées de 1997 à 2002 ont montré que les résidus de boues rouges n'ont pas d'effet sur les peuplements de macrofaune benthique. De plus, il semble que de nouvelles populations aient proliféré dans la zone des dépôts de résidus de bauxite de la fosse de Cassidaigne.

La toxicité directe des résidus a été évaluée à l'aide de 4 tests normalisés :

- inhibition de luminescence sur bactéries (Microtox) ;
- mortalité sur poisson (le loup) ;
- mutagenèse sur bactéries (Ames) ;
- développement larvaire (oursins et sur moules).

Globalement, les tests ont été négatifs (sauf le test oursins en 1997 et le Microtox en 1999), montrant ainsi l'absence d'effets observables des boues rouges rejetées en mer.

### Volet sanitaire

La mise en œuvre de ce volet a été confiée à l'Anses et à l'Ifremer et a été basée sur :

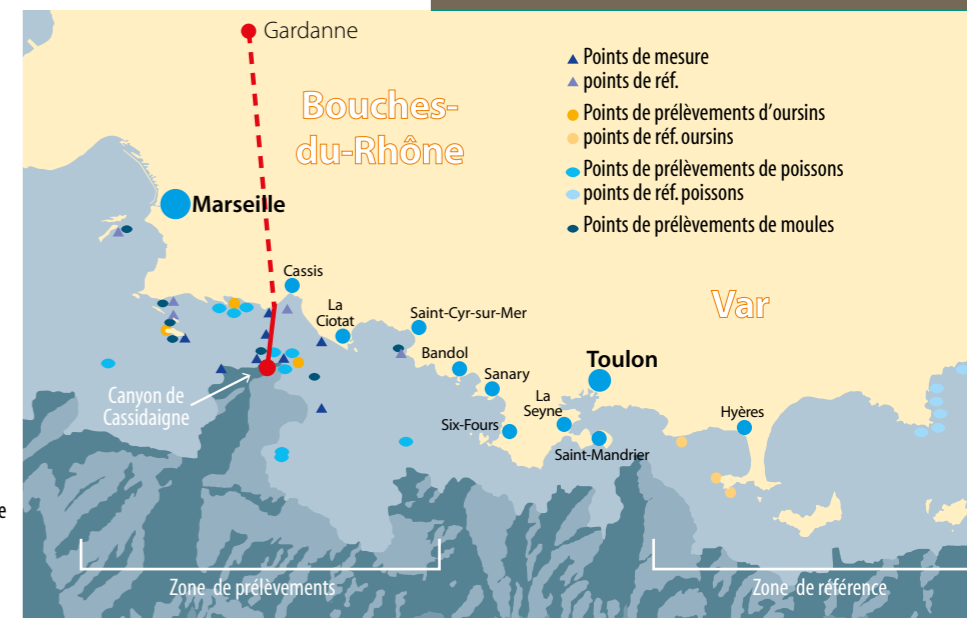
- l'implantation dans les sites choisis, de moules contenues dans des cages, avec un suivi de l'accumulation des contaminants d'intérêt ;
- le prélèvement de poissons d'espèces commercialisées avec estimation des doses d'exposition des consommateurs.

L'étude a porté finalement sur plus de 2000 échantillons biologiques, provenant de la zone dite « impactée » autour du site de rejet ou d'autres sites du golfe du Lion.

### Résultats sur les moules

Les stations de moules ont été positionnées sur le plateau continental à l'ouest,

**Symboles chimiques**  
Al : aluminium  
As : arsenic  
Cd : cadmium  
Cr : chrome  
Fe : fer  
Hg : mercure  
Mn : manganèse  
Ni : nickel  
Pb : plomb  
Ti : titane  
V : vanadium



au nord et à l'est du rejet, à différentes profondeurs (de 50 m à 130 m). Les taux de mortalité et les indices de condition ne montrent pas de différences significatives à l'échelle de la zone d'étude. Les concentrations des métaux réglementés (Hg, Pb et Cd) sont généralement inférieures aux seuils sanitaires, avec cependant quelques valeurs supérieures pour le Pb et le Cd à l'ouest de la zone de rejet. Pour les métaux traceurs du rejet (Al, Ti, V, Mn et Ni), on note pour les sites à proximité du rejet et en fonction de la profondeur, des teneurs de 2 à 5 fois supérieures à celles des zones témoins. La zone concernée est cependant de faible étendue et située à l'Ouest du canyon, en lien avec la courantologie de la zone.

### Résultats sur les poissons

L'analyse de l'Anses a été basée d'une part sur des données de contamination des poissons en métaux, d'autre part sur des données de consommation relatives soit à la population générale (EAT2) soit aux forts consommateurs de produits de la mer (Calipso) de la région de Toulon. Cependant, compte tenu de la diversité des échantillons, la puissance statistique des comparaisons est faible.

Pour les poissons prélevés dans la zone de rejet, la concentration moyenne en Hg est supérieure à celle obtenue pour les zones témoins, les résultats sont inverses pour le Cu et le Zn. Pour ce qui concerne l'exposition des consommateurs, des dépassements de valeur toxicologique de référence sont constatés pour l'As, le Cr et le Hg dans le cas d'un scénario maximaliste : modèle de consommation des produits de la pêche Calipso-Toulon, repères toxicologiques relatifs aux formes chimiques des éléments les plus toxiques (As inorganique, Cr VI, Me Hg). Cependant

les conclusions de cette étude sont limitées du fait que les métaux marqueurs des boues rouges ne figurent pas dans les études effectuées par les instances sanitaires, car non réglementés.

### Caractéristiques du futur effluent

Le débit du futur effluent sera identique à celui de l'effluent actuel (270 m<sup>3</sup>/h) mais sa charge en matières en suspension sera beaucoup plus faible passant de 120 000 mg/L à 35 mg/L, le flux maximum journalier de MES passerait de 777 tonnes à 227 kg. L'effluent devenu plus léger remontera vers la surface avec une tendance à se stabiliser au-dessus du point de rejet, étant ainsi soumis aux courants locaux avec une dilution supérieure à un facteur 10 000.

« **L'étude sur les poissons a concerné les métaux réglementés et non les marqueurs spécifiques des boues rouges** »

### Questions en suspens

Malgré les résultats sur l'impact limité des émissions passées, il reste des interrogations sur les rejets en mer de la phase uniquement liquide de l'usine. La Commission européenne a posé en janvier 2017 des questions au gouvernement français, concernant en particulier les taux élevés en As, Al et Fe dans les rejets liquides de l'usine, sachant que les paramètres physicochimiques peuvent fortement moduler la biodisponibilité de ces métaux. ■

Jean-François Narbonne de retour d'une plongée profonde avec la soucoupe Cyana au cours de la mission Cyatox, en 1995, qui a permis d'observer les dépôts de boues rouges dans le canyon de Cassidaigne et d'effectuer les tests Microtox sur des échantillons de sédiments prélevés.

« **globalement, les tests écotoxicologiques ont été négatifs, montrant ainsi l'absence d'effets observables des boues rouges rejetées en mer** »