

// TECHNIQUE

La technique de la bioprécipitation in situ est actuellement mise en œuvre sur le Grand Terril de Chrome de Wattrelos (59), pollué en chrome VI. Le principe repose sur la stimulation de la croissance de microorganismes anaérobies par l'ajout contrôlé de nutriments qui vont modifier les conditions physico-chimiques du milieu et engendrer la précipitation de métaux sous forme non soluble et beaucoup moins toxique que le produit de départ.

TRAITEMENT DU GRAND TERRIL DE CHROME DE WATTRELOS PAR PRECIPITATION IN SITU

CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE DU PROJET

Le site de l'ancienne usine PCUK de Wattrelos (59) fait partie d'un vaste projet de réhabilitation visant à recréer une trame verte au droit du canal de Roubaix. Dans ce cadre, Arcadis est chargée de la réhabilitation durable du Grand Terril qui occupe une superficie de 7 hectares. Cette ancienne décharge fut en activité depuis le début du 20ème siècle et utilisée par plusieurs industriels, qui y ont stocké les résidus de traitement du minerai, très chargés en chrome hexavalent.

LA BIO-PRECIPITATION IN SITU

L'objectif de la bio-précipitation anaérobie est de stimuler la croissance de microorganismes par l'injection contrôlée de nutriments (mélasse, sirops de maïs, résidus de laiterie, etc.).

En consommant ces nutriments, les bactéries rendent le milieu de plus en plus réducteur.

Cette modification des conditions physico-chimiques engendre la précipitation de métaux sous forme d'hydroxydes ou de



Figures 1 et 2 : vue d'ensemble du Grand Terril de Chrome PCUK à Wattrelos (en haut) ; Ouverture de la géomembrane et réalisation d'une tranchée dans les résidus chargés en Cr^{VI}.



Figure 3 : réseau d'injection au toit du terril.

sulfures, non solubles et beaucoup moins toxiques que le produit de départ, ainsi que la réduction d'éventuels composés organochlorés.

MISE EN ŒUVRE SUR SITE : FIN 2011

Les différents résultats obtenus lors des pilotes de laboratoire (2005) et de terrain (2009) ont conduit au dimensionnement suivant :

- Plus de 140 puits d'injection et de contrôle,
- 1,5 km de tranchées d'injection dans les matériaux non saturés.

L'ensemble des injections se fait via une unité automatisée qui permet de cibler les zones à injecter pour garantir une efficacité

maximale du traitement. La durée du traitement est prévue inférieure à 7 ans.

PRINCIPAUX RESULTATS

Evolution des teneurs en Cr^{VI} de la phase solide, prélevée lors de forages en 2011 et 2013

En 2011, la masse totale de Cr^{VI} disponible était estimée à 1 120 tonnes : 930 tonnes dans la zone vadose et 190 tonnes dans la zone saturée.

Dès 2013, cette masse totale de Cr^{VI} disponible se réduisait à 295 tonnes : 227 tonnes dans la zone vadose et 68 tonnes dans la zone saturée.

En 2 ans et demi, 825 tonnes de Cr^{VI} ont précipité, soit 74% de la masse initiale : une part importante du Cr^{VI} initialement



Figure 4 et 5 : unité automatisée (en haut); citerne de mélasse (en bas).

	Zone Vadose		Zone saturée	
	Cr ^{VI}	Cr ^{VI} / Cr ^{total}	Cr ^{VI}	Cr ^{VI} / Cr ^{total}
2011 solides : [Cr ^{VI}] (mg/kg) moyenne	1 348	14%	295	9.1%
2013 solides : [Cr ^{VI}] (mg/kg) moyenne	497	3.6%	78	0.1%
2011 quantité estimée (tonnes)	930		190	
2013 quantité estimée (tonnes)	227		68	

Tableau 1 : Evolution des teneurs en CrVI de la phase solide, prélevée lors de forages en 2011 et 2013.

présent au sein des résidus a été lixiviée et transportée depuis la zone vadose vers la zone saturée, où elle a précipité sous forme de Cr^{III}.

2017 : Résultats sur les liquides prélevés mensuellement dans les puits de contrôle

Les concentrations en Cr^{VI} soluble, ont fortement diminué (plus de 80%) dans les lixiviats depuis le début du traitement, en 2011 (cf. figure 4).

Le site présente des hétérogénéités : les zones à forte décroissance des [Cr^{VI}] sont situées en périphérie à l'ouest et au sud du site, là où les teneurs en COT ont le plus augmenté en raison des injections. Inversement, les zones réfractaires manquent encore de COT. Les analyses effectuées sur les lixiviats permettent d'affirmer que plus de 95% de la mélasse injectée est effectivement consommée dans le site.

CONCLUSIONS

C'est la première fois que cette technique est utilisée pour traiter un site pollué dans des conditions si extrêmes : fort pH (jusqu'à 13) et fortes teneurs en Cr^{VI} (> 10 g/l) et, probablement, forte biotoxicité, due à ces teneurs en Cr.

La faisabilité technique sur site ne fait maintenant plus débat et les résultats obtenus attestent que la technique peut être mise en œuvre même dans de telles conditions.

L'approche microbiologique (non présentée ici) confirme le rôle prédominant des processus biologiques dans la précipitation du chrome : la présence de bactéries sulfatoréductrices semble être une condition nécessaire mais non suffisante pour la précipitation du Cr^{III} alors que les bactéries ferroséductrices, liées aux faibles teneurs en Cr^{VI}, permettraient une précipitation efficace ●

Thierry GISBERT, ARCADIS

David TOGNET, ARCADIS

Stéphane POPRAWKA, ARCADIS

Ludovic FERRIÈRE, ARCADIS

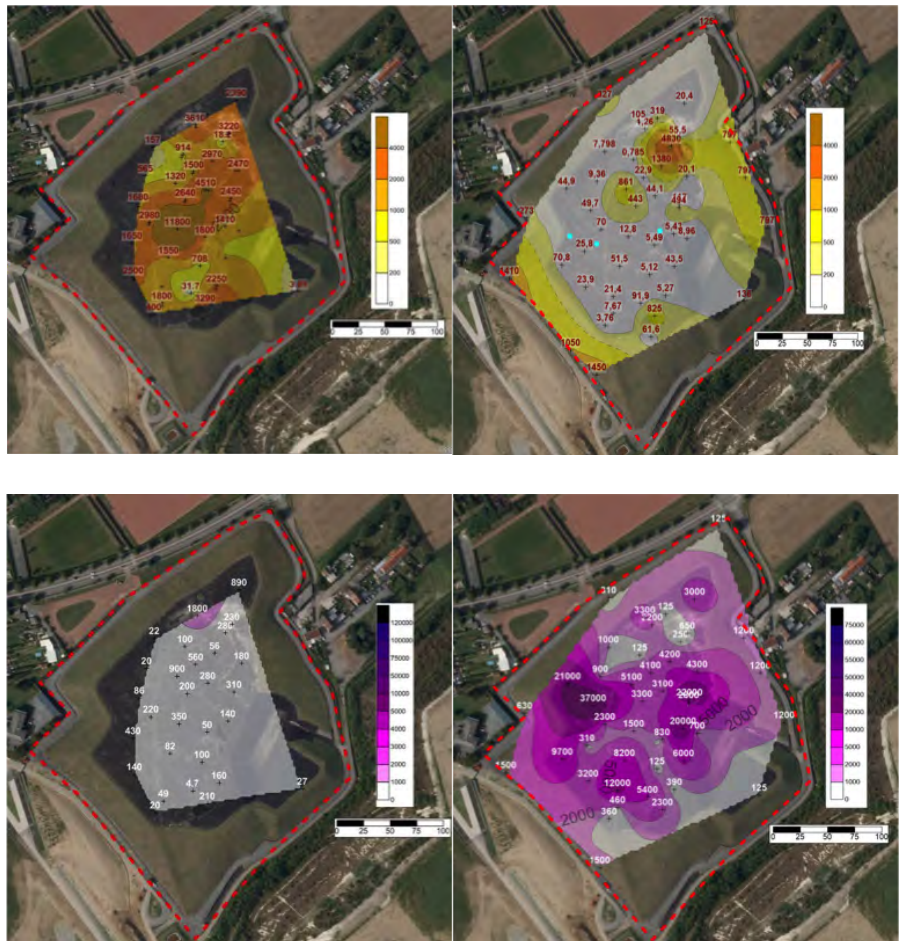


Figure 3 : teneurs en CrVI et en COT (mg/l) dans les lixiviats septembre 2011 (gauche) et mai 2017 (droite).

REFERENCES

- Ferrière L., Gisbert T., Dols P. & Mauss J.L. (2010) Application of In Situ Reactive Zones (IRZ) to the biological stabilization of Chromite Ore Processing Residues (COPR) heap and acid mine drainage. In Consoil Conference proceedings, 11th International Conference on Management of Soil, Groundwater and Sediment, Salzburg, Austria, 2010.
- Gisbert T., Ferrière L. & Thépaut B. (2008) Application of In situ Reactive Zones (IRZ) to the biological stabilization of Chromite Ore Processing Residues (COPR) heap and acid mine drainage. CHANIA 2008 - 1st International Conference on Hazardous Waste Management, Chania, Crete, Greece, p. 257.
- Gisbert T. & Burdick J. (2005) Application of in situ reactive zone - IRZ: in situ biological stabilization of chromium in a former industrial landfill. In proceedings Sardinia 2005, Tenth International Waste Management and Landfill Symposium, CISA Publisher, Cagliari, p. 809.
- Suthersan S. (2002) Natural and Enhanced Remediation Systems. Lewis Publishers, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.