



Fabrication du béton:  
traiter les boues contenant  
du chrome en respectant  
l'environnement

## De quoi est-il question?

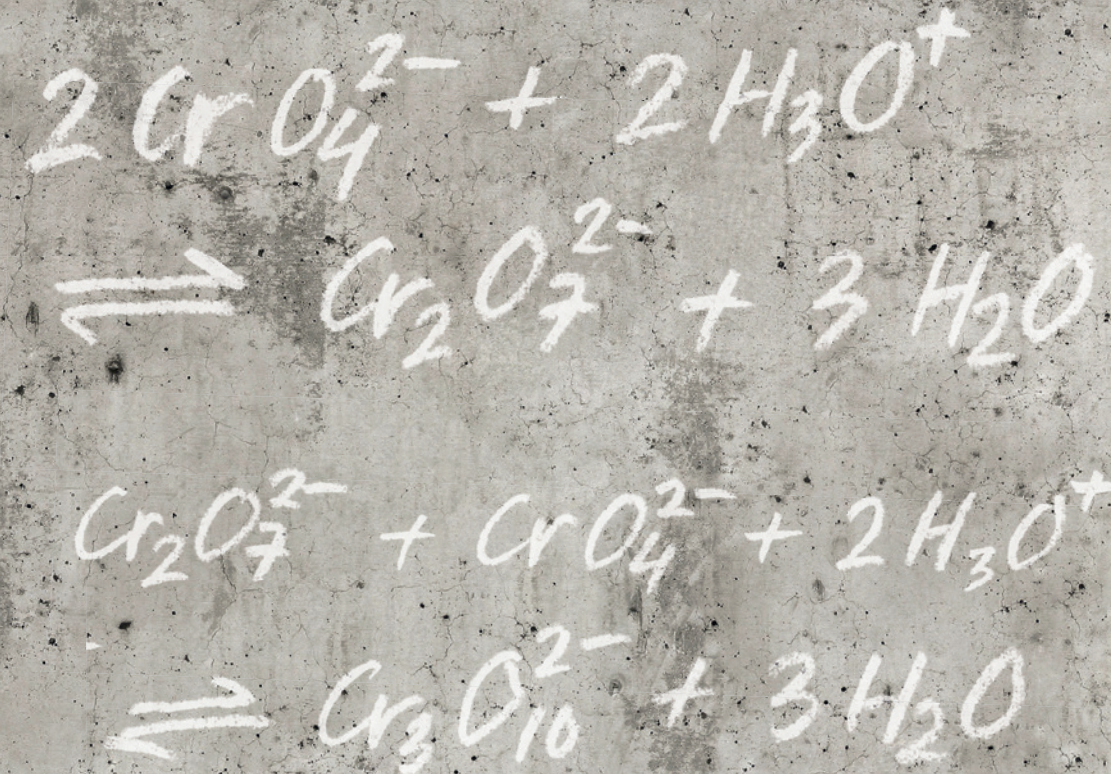
La manipulation de matériaux de construction et de déchets de chantier est régie par différentes lois et ordonnances. Il s'agit notamment de l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim) ou encore de l'ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED).

Les activités de bétonnage et les centrales à béton prêt à l'emploi peuvent générer des boues qu'il s'agit de traiter dans le respect de l'environnement. En effet, leur teneur en chromate dépasse parfois les valeurs limites fixées dans l'OLED.

Par le passé, ces boues étaient pour la plupart mises en décharge. Or il sera toujours plus difficile de recourir à ce mode d'élimination, car l'espace disponible dans les décharges s'amenuise et les modalités d'application des lois sont plus strictes.

Traiter les boues de béton en conformité avec la législation peut demander un grand investissement. Cependant, des procédés techniques appropriés existent pour respecter les prescriptions tout en préservant l'environnement et en limitant les dépenses.

À cet égard, le présent prospectus contient des recommandations pour prévenir les émissions de chromate dans l'environnement en opérant avec efficacité aux plans technique et financier.



## Chrome et chromate dans le ciment et le béton

Le chrome, dont le symbole est Cr, est un élément chimique qui peut se transformer sous l'effet de certaines réactions chimiques. Celles-ci génèrent des composés avec des ions de chrome à différents degrés d'oxydation (ou états de valence).

- Le composé de chrome trivalent ( $\text{Cr}^{3+}$ ) est l'oxyde de chrome ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), qui est notamment utilisé comme anti-corrosif dans les aciers inoxydables.
- Parmi les composés du chrome hexavalent ( $\text{Cr}^{6+}$ ), on retrouve le chromate ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) et le dichromate ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ).

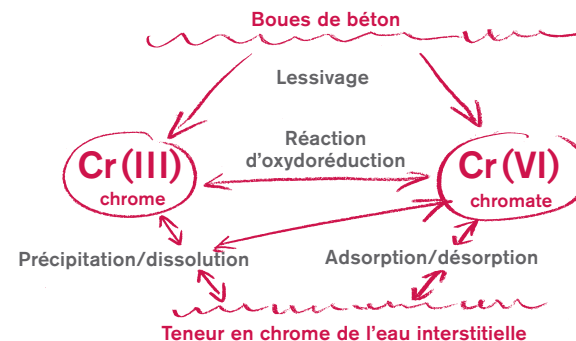
Les matières premières utilisées pour produire du ciment (roche calcaire, marne et argile) contiennent naturellement des composés de chrome (qui sont présents dans la croûte terrestre). Lors de la fabrication de clinker, le Cr(III) dans ces matières se transforme en chromate ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ).

La présence et l'état des composés de chrome dans les eaux de lixiviation, les eaux souterraines et les eaux de surface dépendent du pH ainsi que des réactions ou processus chimiques à l'œuvre (oxydoréduction<sup>1</sup>, dissolution, précipitation, accumulation, lessivage).

Ainsi, la concentration de chrome(III) dans l'eau dépend essentiellement des réactions de précipitation et de dissolution, tandis qu'en milieu neutre ou acide, celle de chrome(VI) (chromate) est déterminée par les processus d'adsorption<sup>2</sup> et de désorption<sup>3</sup>.

Si les composés de chrome sont peu solubles, ceux de chromate le sont pour la plupart fortement. En milieu acide à légèrement alcalin, le chromate est adsorbé à la surface des minéraux.

L'occurrence et le comportement du chrome et du chromate sont des phénomènes complexes:



Le chromate étant hautement toxique (pollution des eaux, risques de cancer, etc.) il convient d'en limiter les teneurs dans les matériaux de construction et prévenir son émission dans l'environnement. Les prescriptions à respecter sont les suivantes:

**Sécurité au travail et protection de la santé:** En vertu de l'ORRChim, la teneur en chrome du ciment ne doit pas dépasser 2 ppm. Pour respecter cette valeur limite, un agent réducteur est ajouté dans le ciment produit en Suisse. Sa conformité sur ce plan, qui peut être vérifiée, est donc assurée.

**Protection des eaux:** Selon l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, annexe 3.2, ch. 23), la teneur en chrome(VI) des eaux d'évacuation de chantier et de lavage de gravier ne doit pas excéder 0,1 mg/l lorsqu'elles sont déversées dans des eaux ou des égouts publics.

**Traitement des déchets:** Conformément à l'OLED, la teneur en chrome(VI) des déchets à mettre en décharge contrôlée pour matériaux inertes doit être inférieure à 0,1 mg/kg. En raison de la solubilité des composés de chrome, pour respecter cette valeur limite, il convient généralement de prendre des mesures particulières s'agissant des boues de béton à éliminer.

**Protection des sols:** En vertu de la directive sur les matériaux d'excavation de l'OFEV, la teneur en chrome(VI) des matériaux d'excavation non pollués ne doit pas excéder 0,05 mg/kg.

<sup>1</sup> **Réaction d'oxydoréduction** (ou réaction redox): processus chimique au cours duquel un transfert d'électron se produit entre deux réactifs, le premier subissant une réduction (gain d'électrons) et le second, une oxydation (perte d'électrons).

<sup>2</sup> **Adsorption** phénomène par lequel des molécules de gaz ou de liquides se fixent à la surface de solides.

<sup>3</sup> **Désorption** phénomène inverse, par lequel les molécules adsorbées sur une surface s'en détachent.

## Solutions pour éliminer boues contenant du chrome en respectant l'environnement

Lors du traitement des déchets issus de la fabrication du béton, un objectif important est celui de clore le cycle des matières. Ainsi, il convient de recycler les eaux de lavage et les boues issues des centrales à béton ainsi que de traiter (ou mettre en décharge) les fractions non valorisables sur place.

Le lavage des bétonnières de la centrale, des camions-malaxeurs ou des camions-bennes (après livraison) génère toujours des résidus de béton. On en distingue deux types: granulats (qui peuvent être réutilisés) et boues (qu'il s'agit d'éliminer).

La quantité de boues produites ne dépend presque aucunement des volumes de béton fabriqué. En effet, pour une production de béton annuelle de quelque 16 millions de m<sup>3</sup>, la quantité de boues générées en Suisse oscille (suivant les sources considérées) entre 160 000 et 400 000 t par an.

Au vu de ces volumes, il est évident que le rapport coût/efficacité compte grandement dans le choix du procédé d'élimination. Les solutions possibles à cet effet doivent être simples et, dans la mesure du possible, pouvoir être mises en œuvre dans la centrale elle-même.

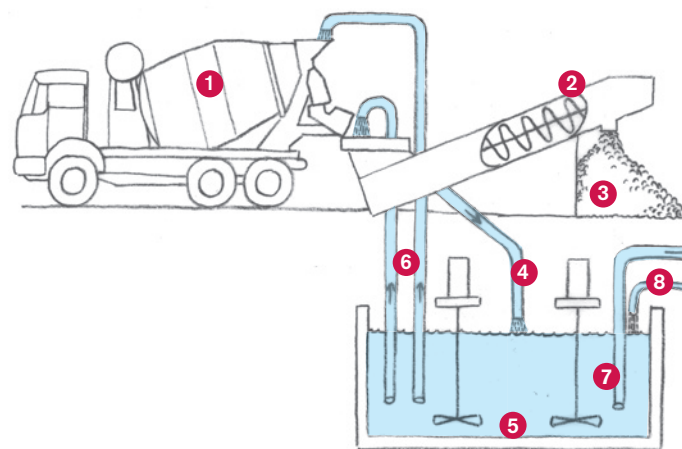
Ci-après sont présentées deux solutions pour remédier aux problèmes d'élimination mentionnés.

## Solution 1: installation de lavage permettant de recycler le béton et l'eau résiduaires

Générée dans la centrale lorsque les engins de malaxage ou de transport sont nettoyés, l'eau contenant du béton résiduaire est évacuée dans un dispositif adéquat – l'installation de lavage des résidus de béton. Dans celle-ci, les restes grossiers ou granulats sont séparés de l'eau et extraits au moyen d'un convoyeur à vis, d'une roue à godets ou autre engin analogue. Ainsi lavés, ils sont ensuite réutilisés comme gravier.

Quant à l'eau résiduaire, elle est déversée dans une cuve ou autre conteneur à cet effet, où un agitateur maintient les fractions fines en suspension constante. Elle est ensuite réutilisée pour produire du béton et nettoyer les véhicules de transport, permettant de clore le cycle des matières. Sa qualité est sans cesse contrôlée en mesurant sa densité.

En vertu de la norme SN EN 1008, la teneur en fractions fines du béton frais est limitée. Ainsi, il convient de vérifier régulièrement les autres paramètres qui peuvent avoir une influence sur ce dernier.



- 1 Camion-malaxeur
- 2 Convoyeur à vis
- 3 Granulats lavés
- 4 Mélange eau / fractions fines
- 5 Bassin à eau avec agitateurs
- 6 Eau résiduaire pour le lavage
- 7 Eau résiduaire pour la production de béton
- 8 Alimentation en eau fraîche

## Solution 2: installation permettant de solidifier les boues et recycler le béton résiduaire

Comme cela est expliqué dans la solution 1, dans les installations compactes de lavage des résidus de béton, les granulats sont lavés et extraits. Déversés sur des aires idoines, ils sont réutilisés directement pour produire du gravier ou du béton.

Un hydrocyclone concentre de manière continue les fractions fines restées dans l'eau résiduaire en vue de constituer une boue de béton dense, qui est ensuite évacuée dans des Big-bags. Comme pour le béton de démolition, après une phase de durcissement et de séchage, cette boue est transformée en granulats fins, puis valorisée préférentiellement sous forme de béton maigre.

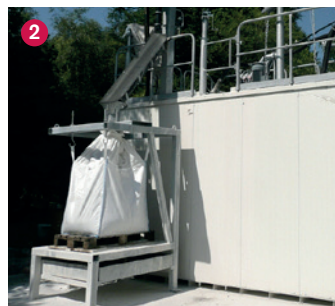
Quant aux eaux dont l'hydrocyclone a retiré les boues, elles sont utilisées dans les processus de lavage ou de production du béton.

### 3 étapes

1 Lavage des granulats

2 Concentration des fractions fines pour constituer une boue de béton dense et déversement dans un Big-bag

3 Stockage provisoire sur une aire de recyclage du béton de démolition



### Conclusions

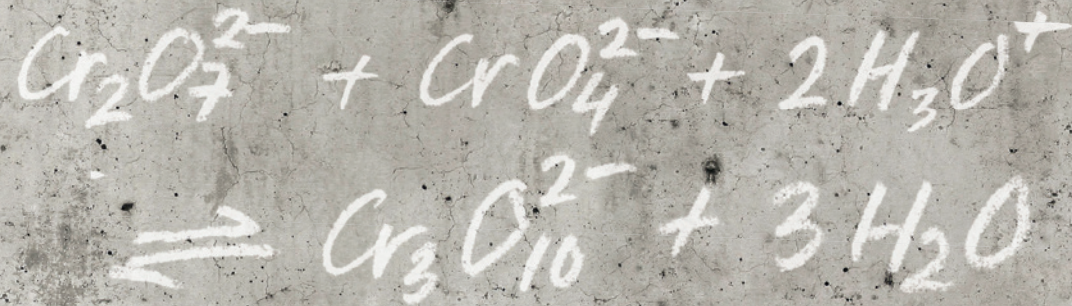
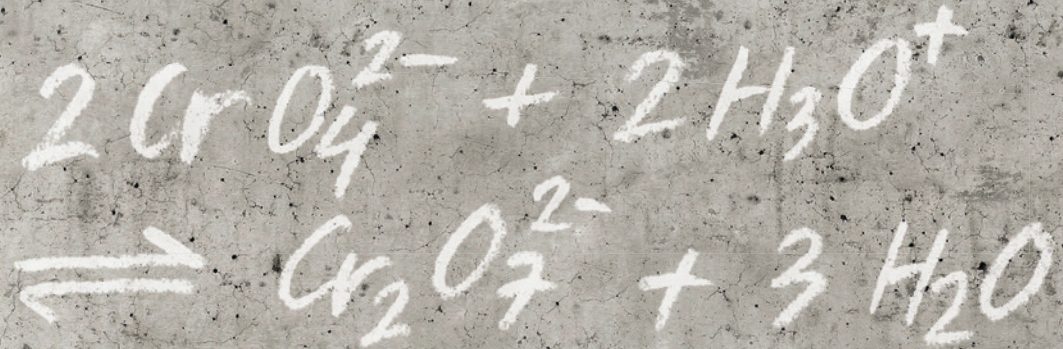
Suivant la nature des installations des centrales à béton et la manière dont elles sont équipées, les deux solutions de recyclage décrites peuvent être utilisées – mais seulement moyennant des frais supplémentaires.

Cependant, considérant l'évolution des prix d'une mise en décharge et l'application rigoureuse de la législation par les cantons (respect des prescriptions s'appliquant aux entreprises), les coûts des solutions «traditionnelles» d'élimination vont augmenter à long, voire à moyen terme, s'avérant au final plus chères que les solutions proposées.

## Recommandations aux producteurs de béton

En l'état actuel des connaissances, les mesures à prendre pour éviter les émissions de chromate lors de la fabrication du béton sont les suivantes:

1. Clôture du cycle des matières dans la centrale à béton: dans la mesure du possible, il convient de réutiliser l'entier des boues et des eaux résiduelles générées pour fabriquer du béton. Ce recyclage requiert de surveiller de manière adéquate les processus de production (p. ex. en mesurant de manière continue la densité de ces eaux, à la main ou en mode automatisé). En outre, les valeurs mesurées doivent pouvoir être corrélées avec les paramètres de production (dosages des eaux).
2. Traitement des résidus non valorisables dans la centrale: il s'agit de solidifier les boues déversées dans les Big-bags (ou conteneurs idoines), et de les traiter pour former des granulats à valoriser ou à mettre en décharge en conformité avec l'OTD.
3. Élimination par des entreprises tierces spécialisées: cette solution est possible lorsque le fabricant de béton ne dispose pas des installations pour mettre en œuvre les solutions susmentionnées dans sa centrale.
4. Autres modalités d'optimisation lors de la fabrication du béton: celles-ci sont possibles pour autant qu'on puisse s'assurer que toutes les prescriptions légales s'appliquant soient respectées.





BETONSUISSE Marketing AG  
Marktgasse 53  
3011 Berne  
T 031 327 97 87  
F 031 327 97 70  
[www.betonsuisse.ch](http://www.betonsuisse.ch)  
[info@betonsuisse.ch](mailto:info@betonsuisse.ch)

BETONSUISSE – Le béton, naturellement.