

centre ecotox news

12. édition mai 2016

Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée Eawag-EPFL



L'écotoxicité des produits anticorrosion	3
Une source de PCB localisée grâce aux échantillonneurs passifs	5
La qualité des sédiments dans la Venoge	7
Élaboration d'un nouveau test avec les vers de terre	8
Les brèves du Centre Ecotox	9
L'écotoxicologie dans le monde	12



L'écotoxicité des produits anticorrosion

Conçus pour protéger les éléments en acier de l'oxydation, les produits anticorrosion peuvent renfermer des substances nocives pour les organismes aquatiques. Dans des essais de laboratoire, deux des produits anticorrosion étudiés par le Centre Ecotox libéraient des composés ayant un effet écotoxique et une action œstrogène.

L'acier est apprécié dans de nombreux domaines pour sa solidité et sa robustesse. Cependant, les intempéries et certaines contraintes telles que le sel ou la condensation peuvent oxyder ce matériau. Pour le protéger, sa surface est donc généralement traitée avec des produits anticorrosion. Cette nécessité est particulièrement forte dans le domaine des constructions hydrauliques où l'acier est en contact permanent avec l'eau, que ce soit au niveau des piliers de ponts, des écluses ou encore des turbines. Sans protection anticorrosion, les pièces en acier perdraient toute résistance au bout de quelques années à peine.

Une protection nécessaire contre la corrosion

Pour éviter que la surface des éléments en acier soit corrodée, celle-ci est généralement recouverte d'une pellicule de métal ou de plastique. Le revêtement initial métallique – à base de poussière de zinc ou d'aluminium ou de fer micacé – peut être doublé d'un revêtement final organique à base de résine époxy ou de polyuréthane. La question se pose alors de savoir si ces couches protectrices libèrent des composés chimiques dans l'eau environnante et si ces composés sont alors toxiques pour les organismes aquatiques. L'Office fédéral de l'environnement a donc chargé l'Institut de technologie environnementale appliquée (UMTEC) de la Haute école technique de Rapperswil et le Centre Ecotox de traiter le sujet. Les scientifiques ont tout d'abord effectué une étude de marché pour identifier les produits anticorrosion les plus utilisés en Suisse avant de réaliser des essais pour étudier le lessivage éventuel des composants et l'impact de ceux-ci sur les organismes aquatiques.

Résines époxy : moins inoffensives qu'il n'y paraît

La Suisse utilise chaque année de 315 à 490 tonnes de produits organiques anticorrosion. Les plus consommés sont les résines époxy avec 40 à 60 % du marché, suivies par les produits à base de polyuréthane et de résines synthétiques. Les produits anticorrosion utilisés en Suisse ont été hiérarchisés en fonction des quantités vendues et des données de toxicité. « Les résines époxy sont particulièrement préoccupantes d'un point de vue toxicologique, explique Etienne Vermeirssen, du Centre Ecotox. Elles renferment en effet par nature du bisphénol A (BPA) qui se comporte comme un œstrogène et perturbe de ce fait le système hormonal. Avec le temps, le BPA peut

gagner la surface et être libéré dans le milieu environnant. » Les résines peuvent également contenir d'autres composés toxiques, qui n'ont pas été spécifiquement étudiés ici, comme par exemple des nonylphénols ou du 4-tert-butylphénol. Pour cette étude, les scientifiques ont donc choisi de travailler sur quatre produits anticorrosion du groupe des résines époxy qui, pour préserver leur anonymat, seront appelés produits 1 à 4.

Les revêtements organiques ont été manipulés conformément aux notices techniques et appliqués sur des plaques de verre. « Nous avons choisi de nous concentrer sur les effets écotoxicologiques du revêtement le plus extérieur. C'est celui qui importe le plus pour l'environnement aquatique et c'est pourquoi nous n'avons appliqué que celui-ci » explique Michael Burkhardt de l'UMTEC. Les scientifiques ont laissé sécher les supports traités pendant un ou sept jours puis les ont immergés pendant sept jours dans de l'eau déionisée. Différents composés ont ensuite été dosés dans l'eau environnante : le BPA, le bisphénol F (BPF) qui agit de manière similaire et l'éther de diglycidyle et de bisphénol A. Les résines époxy sont souvent des polymères de BADGE (éther de diglycidyle et de BPA) et de BFDGE (éther de diglycidyle et de BPF).

Évaluation de la toxicité grâce aux bioessais

Pour évaluer les effets des substances entraînées sur les organismes aquatiques, les chercheurs ont mesuré l'action œstrogène de l'éluat à l'aide d'un test sur levures (L-YES). Ils ont complété ces essais de divers tests CALUX faisant appel à des cultures de cellules humaines pour détecter une plus grande variété de perturbateurs endocriniens, dont ceux interférant avec les androgènes. Enfin, d'autres bioessais ont été mis en œuvre pour évaluer les effets sur les bactéries luminescentes, les algues et les daphnies.

Le produit 1 s'est révélé très toxique dans le test de bioluminescence bactérienne et a présenté des effets endocriniens dans le test L-YES et le CALUX. L'analyse chimique n'a cependant fait état que de concentrations assez faibles de BPA, de BPF et de BADGE (1–2 µg/l), de sorte qu'il s'avère difficile de désigner la ou les substances responsables de la toxicité ou de la perturbation endocrinienne. Le produit 3 a induit de fortes réponses dans le test L-YES et



l'ER-CALUX (révélateurs des œstrogènes) et dans l'AR-CALUX (révélateur des androgènes) et s'est révélé très toxique pour les daphnies. Les analyses ont indiqué la présence de fortes concentrations de BPA dans l'éluat (respectivement 6890 et 10400 µg/l) ; ces teneurs sont 7000 fois supérieures au seuil de 1,5 µg BPA/l proposé par le Centre Ecotox et dérivé à partir des données de toxicité pour les organismes aquatiques. Ces fortes concentrations de BPA n'expliquent que partiellement la forte toxicité du produit pour les daphnies alors que la perturbation endocrinienne peut en revanche facilement leur être liées. Le critère de qualité proposé par le Centre Ecotox pour les perturbateurs endocriniens de type œstrogène est de 0,4 ng/l d'équivalent 17β-œstradiol. Pour qu'il puisse être respecté, l'éluat du produit 1 devrait être dilué d'un facteur 60 et celui du produit 3 d'un facteur 1400. Les produits 2 et 4 étaient beaucoup moins toxiques : seule une légère toxicité a été mesurée avec le produit 2 dans le test sur les daphnies et aucune réponse notable n'a été enregistrée avec le produit 4. Les concentrations de BPA et de BPF étaient inférieures ou très légèrement supérieures à la limite de quantification.

Un système d'évaluation valable ?

Il n'existe pas encore de stratégie officielle pour évaluer la toxicité des produits anticorrosion employés en construction hydraulique ou dans le bâtiment à partir de bioessais. L'Institut allemand de technique de construction (DIBt, Berlin) a toutefois élaboré un système d'évaluation des produits entrant en contact avec la terre afin d'estimer les impacts potentiels sur le sol et les eaux souterraines. Ce système se base sur la toxicité mesurée dans le test de bioluminescence bactérienne, le test sur daphnies et le test algal. En cas de forts soupçons de toxicité, les études sont approfondies par une évaluation des effets mutagènes et par des tests sur les poissons ou les œufs de poissons. Selon ce système, un éluat est jugé conforme aux exigences en matière de toxicité si une dilution d'un facteur inférieur ou égal à 8 pour le test de bioluminescence et à 4 pour les tests sur daphnies et sur algues suffit pour que l'effet qu'il produit soit inférieur à 20 % de l'effet toxique probable maximum. D'autre part, les produits ne doivent pas contenir de substances potentiellement mutagènes ou toxiques pour les poissons.

En partant des courbes dose-réponse, les chercheurs ont calculé pour les quatre produits anticorrosion de l'étude quelle serait la dilution nécessaire pour atteindre la concentration produisant 20 % d'effet (CE20). D'après le système du DIBt, seul le produit 4 répondrait alors aux critères fixés. Le produit 1 serait surtout limité par son effet sur les bactéries bioluminescentes ; sur ce point, il dépasse de 160 fois l'exigence définie. Le produit 3 est surtout problématique pour les daphnies avec un dépassement d'environ 16 fois du critère établi. Il convient cependant de noter que ce système ne tient pas compte des effets œstrogènes.

Le système proposé par le DIBt pour évaluer la toxicité des éluats de matériaux de construction offre donc une approche intéressante pour exploiter les résultats des bioessais effectués avec les produits anticorrosion organiques utilisés dans le bâtiment et les constructions hydrauliques. Dans la pratique, cependant, les dilutions obtenues dans le domaine hydraulique sont souvent plus élevées que dans les essais. L'étude du Centre Ecotox correspond donc plutôt au pire des scénarios («worst-case scenario»). Il faudrait utiliser une fonction d'extrapolation pour déterminer les concentrations prévisibles dans l'environnement en « conditions naturelles » à partir des concentrations de polluants mesurées en laboratoire. Toutefois, l'interprétation des résultats de l'étude à l'aide du système du DIBt permet déjà d'obtenir une première description du lessivage et de l'écotoxicité des produits. Le Comité européen de normalisation (CEN) travaille actuellement à une diffusion de ce système dans l'UE par le biais d'un rapport technique.

Pour en savoir plus, consultez le rapport du projet «Organische Beschichtungen im Schweizer Stahlbau und deren Ökotoxizität» sur www.centreecotox.ch/news-publications/rapports

Contacts :

Etienne Vermeirssen, etienne.vermeirssen@oekotoxzentrum.ch
Michael Burkhardt, michael.burkhardt@hsr.ch