



**HAL**  
open science

# Évaluation des risques environnementaux de déchiquetats de pneus dans des structures de génie civil

Pierre Hennebert

► **To cite this version:**

Pierre Hennebert. Évaluation des risques environnementaux de déchiquetats de pneus dans des structures de génie civil. Rapport Scientifique INERIS, 2015, 2014-2015, pp.44-45. ineris-01869535

**HAL Id: ineris-01869535**

**<https://ineris.hal.science/ineris-01869535>**

Submitted on 6 Sep 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# ÉVALUATION DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX DE DÉCHIQUETATS DE PNEUS dans des structures de génie civil

Les pneus peuvent être utilisés en génie civil comme matériau de constitution d'ouvrages en conférant à ces derniers, une certaine élasticité. Le projet ANR REMPARE a testé la construction d'ouvrages de protection des routes et voies ferrées, dits « merlons », contre la chute de blocs en montagne (Figure 1 a). La partie centrale de l'ouvrage est constituée de gabions remplis d'un mélange de calcaire broyé et de pneus broyés (Figure 1 b).

Le comportement au feu et l'impact environnemental des pneus déchiquetés (30 %) et du calcaire broyé (70 %) ont été évalués par un essai de combustion, des analyses en contenu total et des essais de lixiviation, de percolation, et durant une année, un suivi en lysimètres sur la plateforme Ardevie de l'INERIS. Les éluats collectés ont été analysés (plus de 200 paramètres physico-chimiques) et leur écotoxicité mesurée sur une bactérie et un micro-crustacé.

Des lixiviations ont été réalisées sur le résidu d'incendie.

## Comportement au feu

Les broyats de pneu sont combustibles, particulièrement en cas de contact avec une source d'inflammation ayant une température supérieure à 320 °C. L'essai réalisé a porté sur un mélange de sable et de broyat de 354 kg, formant un amas de 2 m de longueur et 40 cm de hauteur. Après allumage à une extrémité, le feu s'est progressivement propagé à l'ensemble de cet amas. Le taux de combustion a rapidement augmenté pour atteindre son maximum quinze minutes après l'allumage. Le court plateau de puissance est suivi d'une diminution de deux heures, commençant quand le feu a brûlé toute la surface extérieure. Le feu a atteint l'extrémité opposée de la source d'allumage en vingt minutes, tandis que dans

le même temps, il commençait à s'éteindre à l'autre extrémité. Ce délai permet de calculer une vitesse de propagation du feu. À une distance proche de la surface, les valeurs maximales de température étaient supérieures à 700 °C, alors qu'en profondeur la montée en température est restée faible, avec des évolutions négligeables au-delà de 20 cm de la surface. L'examen réalisé après le test a révélé que le feu ne se propage pas dans le mélange (Figure 2), mais seulement sur une couche superficielle de 5 cm d'épaisseur. Les gaz et la suie générés ont été mesurés. Le feu a produit une très grande quantité de dioxyde de carbone, qui représente deux fois la masse de pneu brûlée.

## Comportement environnemental

La littérature d'évaluation environnementale des pneus en usage de génie civil mentionne

Figure 1

Structure expérimentale modulaire et réparable de protection contre les chutes de blocs de 3 m d'épaisseur (a) avec au centre un remplissage de calcaire et de pneus broyés (b)



Figure 2

Coupe du mélange de pneus broyés et de sable après l'essai incendie.



la présence de traces de nombreux composés organiques et de zinc, avec un impact environnemental négligeable. La liste des composés constitutifs des pneus et donc à mesurer (3200) a été établie. En scénario d'usage « merlon » d'application ici, les transferts vers l'environnement peuvent se produire par solide (éventration de l'ouvrage à la suite de chutes de pierre), par solide brûlé (en cas d'incendie), et par les eaux de percolation dans l'ouvrage intact (eaux de pluie) et brûlé (eaux d'extinction). Les essais correspondant à ces différents cas ont été menés en laboratoire (lixiviation, percolation) et en lysimètre (1600 kg de mélange sable calcaire-pneu exposés dix mois à 633 mm de pluie en climat méditerranéen). Les concentrations mesurées sur une très large gamme de contaminants sont en dessous des valeurs réglementaires et n'ont pas d'effets écotoxicologiques.

Une activité biologique a été détectée (ammonium/nitrate) dans les tests en colonnes. Les quantités émises par les tests en colonnes sont, à rapport liquide/solide égal, de 1 à 50 fois supérieures aux quantités émises par le lysimètre (Figure 3), qui présente donc un mécanisme

de complexation/immobilisation nécessitant du temps. Des composés organiques ont été retrouvés à l'état de traces dans les éluats du lysimètre (quantité cumulée exprimée par kg de mélange pneu/sable): HAP (naphthalène, acenaphthylène, fluorène, phénanthrène, pyrène)  $9 \cdot 10^{-6}$  mg/kg, aniline et diphenylamine  $1 \cdot 10^{-2}$  mg/kg, phénol  $6 \cdot 10^{-4}$  mg/kg et en hydrocarbures C10-C40, 0,13 mg/kg avec un épuisement des fractions au bout d'une année (Figure 3).

Le mélange sable/déchiquetats de pneu pour un rapport massique de 70/30 est éco-compatible pour l'usage défini. Les essais en laboratoire et à l'extérieur ne mettent pas en évidence d'impact sur l'environnement significatif. En cas de combustion, les résidus superficiels de combustion contiennent du zinc et du sulfate lixiviable et doivent être traités comme des déchets dangereux.

## Référence

P. Hennebert, S. Lambert, F. Fouillen, and B. Charrasse. *Assessing the environmental impact of shredded tires as embankment fill material*. Can. Geotech. J. 51: 469 – 478 (2014). [dx.doi.org/10.1139/cgj-2013-0194](https://doi.org/10.1139/cgj-2013-0194)



The paper addresses different facets of the impact on the environment of tire shreds mixed with limestone sand. Pollution of water, impact on living species and risks associated with fire are considered. The risk of propagation of fire to the whole structure is limited to the first 5 cm layer. The tire-sand mixture and its fire residue are then evaluated for the risk of water pollution. The compounds release is evaluated thanks to three different tests (batch leaching test, column test, and lysimeter). The collected liquids are analysed considering more than 200 parameters, including concentration in metals and concentration in organic compounds (PAH, phenols, TPH...). Their toxicity is measured on two aquatic species: a bacteria and a small shellfish. The measurements are discussed and compared with previously published data as well as with the French regulations concerning groundwater water quality and use of tires in civil engineering applications. Finally, the results confirm that this application is not critical to the environment, with exception of fire residues, which are hazardous waste (due to soluble zinc content) and must be stabilised before landfilling.

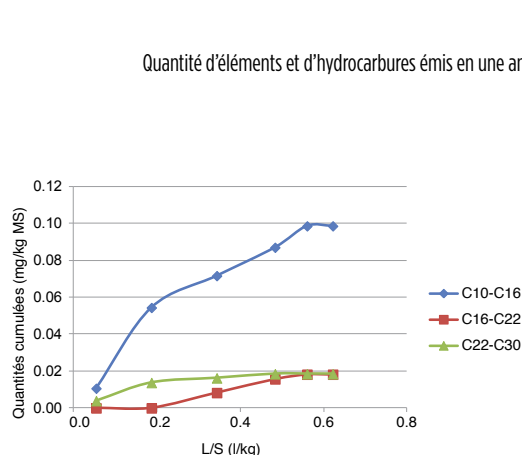
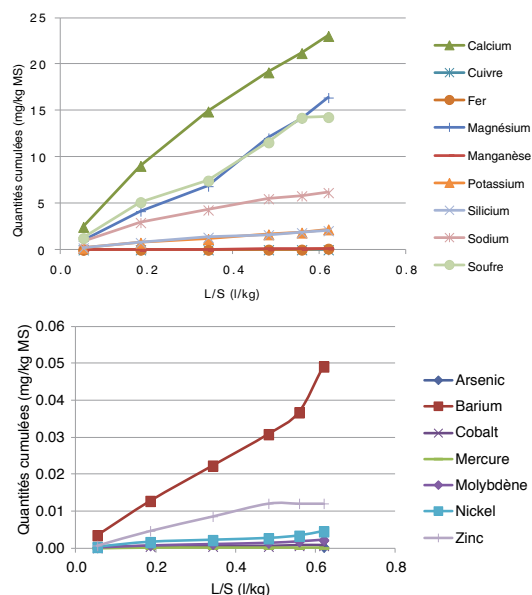


Figure 3  
Quantité d'éléments et d'hydrocarbures émis en une année en lysimètre