



**HAL**  
open science

## Evaluation d'essais de détermination du comportement à la lixiviation de déchets utilisés en technique routière

Lionel Odie, Jean Claude Auriol

► **To cite this version:**

Lionel Odie, Jean Claude Auriol. Evaluation d'essais de détermination du comportement à la lixiviation de déchets utilisés en technique routière. Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées, 2009, 275, pp 39-49. hal-00451690

**HAL Id: hal-00451690**

**<https://hal.science/hal-00451690>**

Submitted on 29 Jan 2010

**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 d'essais de détermination du comportement à la lixiviation de déchets utilisés en technique routière

Lionel ODIE\*

Laboratoire régional des Ponts et Chaussées de  
Saint-Brieuc, CETE Ouest, France

Jean-Claude AURIOL

Laboratoire central des Ponts et Chaussées,  
Nantes, France

## ■ RÉSUMÉ

Dans un objectif de simulation du relargage d'éléments polluants issus d'un déchet utilisé dans un scénario routier, une évaluation de plusieurs essais de détermination du comportement à la lixiviation a été réalisée. Les principaux paramètres susceptibles de rapprocher les conditions de l'essai de percolation normalisé (CEN/TS 14405) des conditions plus spécifiques d'un scénario routier ont été évalués. Le rapport liquide/solide et le niveau de compactage initial de l'échantillon ont montré une influence limitée sur le relargage des espèces présentes dans le déchet étudié (bétons de démolition contaminés par des pesticides).

Les essais de lixiviation pratiqués (NF X31-210 / NF EN 12457-2) ont permis d'obtenir, pour certains des paramètres étudiés, des valeurs de relargage comparables à celles obtenues avec l'essai de percolation. Ces essais de « conformité » ne doivent donc pas être rejetés pour une simulation du relargage de plus long terme d'un déchet, au moins dans le contexte d'une utilisation dans un scénario routier.

L'instrumentation et le suivi d'une chaussée constituée de MIOM a permis de montrer que l'essai de percolation dans sa version « standard » normalisée constitue un essai intéressant pour simuler la cinétique de relargage au moins à court terme ( $L/S$  cumulé  $< 2$ ) des éléments traces métalliques (Cu, Pb). Un recul plus important sur des sites instrumentés sera nécessaire pour juger de la pertinence de ce type de méthode pour une approche à moyen/long terme.

## Evaluation of leaching behavior identification tests performed on waste materials used for road-building

### ■ ABSTRACT

*With the objective of simulating the salting-out of pollutant elements generated by a waste material used in road-building, an evaluation of several leaching behavior identification tests was conducted. The main parameters capable of approximating conditions associated with the standardized percolation test (CEN/TS 14405), and more specifically road-building conditions, were measured. Both the liquid-to-solid ratio and the initial level of sample compaction showed a limited influence on the salting-out of species present in the studied waste (demolition concretes contaminated by pesticides).*

*The leaching tests performed (according to NF X31-210 / NF EN 12457-2) have enabled obtaining, for some of the study parameters, salting-out values comparable to those found with the percolation test. These "compliance" checking tests must not therefore be discarded in favor of a longer-term salting-out simulation for a given waste, at least as regards use in a road-building context. The instrumentation and monitoring of a pavement composed of MSWI have made it possible to demonstrate that the percolation test, in its standardized "basic" version, constitutes a worthwhile step in simulating salting-out kinetics, at least over the short term (i.e. for a cumulative  $L/S < 2$ ), for trace metals (Cu, Pb). A longer time frame at instrumented sites would be necessary to judge the pertinence of this type of method for application in a medium-to-long term approach.*

\* AUTEUR À CONTACTER :

Lionel ODIE

lionel.odie@developpement-durable.gouv.fr

## INTRODUCTION

L'utilisation de déchets en travaux publics contribue depuis de nombreuses années à la préservation des ressources non renouvelables de granulats naturels. Elle ne peut cependant être envisagée sans s'assurer que l'ouvrage routier, constitué de déchets, ne sera pas à l'origine d'un flux de relargage d'éléments polluants incompatible avec le milieu dans lequel il se trouve. Pour cela il convient de déterminer le comportement à la lixiviation du déchet dans son scénario d'exposition. Si la détermination de ce comportement à la lixiviation dans des conditions spécifiques bénéficie d'une méthodologie désormais normalisée au niveau européen [1], sa mise en application reste dépendante de méthodes d'essais non spécifiques à un scénario d'exposition.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'influence sur le relargage des paramètres jugés les plus représentatifs des conditions auxquelles un déchet est soumis dans un scénario routier. Pour cela les protocoles d'essais de percolation émis par le CEN/TC292 « caractérisation des déchets » ont été utilisés, depuis l'avant-projet de 1997 jusqu'à la version récemment normalisée CEN/TS 14405.

## PRINCIPAUX PARAMÈTRES INFLUANT SUR LE COMPORTEMENT À LA LIXIVIATION D'UN DÉCHET

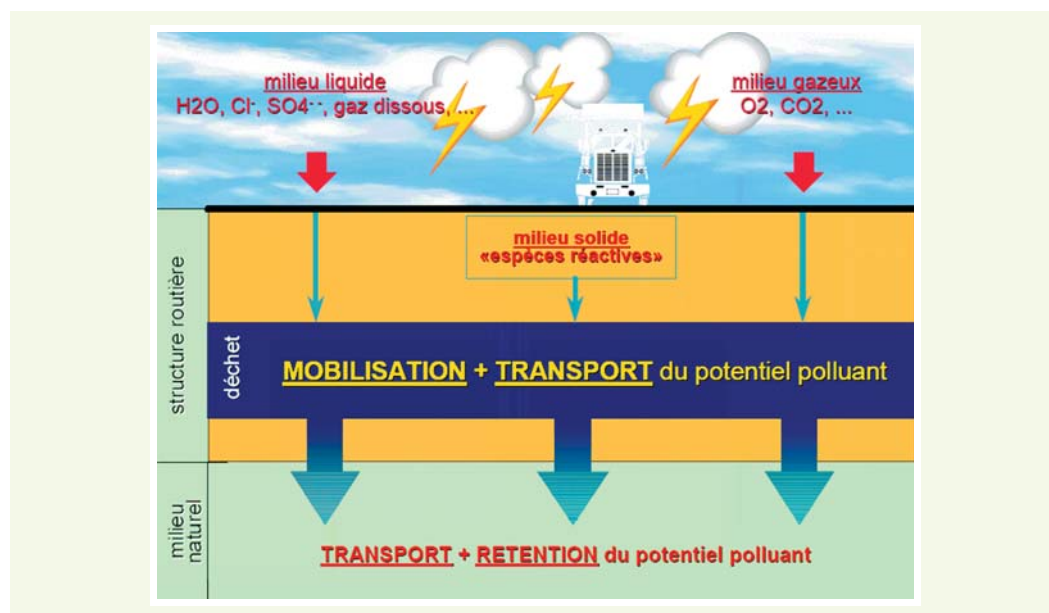
Les réactions physico-chimiques susceptibles d'intervenir dans les mécanismes de mobilisation du potentiel polluant d'un déchet sont nombreuses : réactions de dissolution/précipitation, acide/base, désorption/adsorption, oxydo-réduction (figure 1)...

Au travers des vecteurs que constituent les milieux liquide, gazeux et solide, les agents chimiques vont agir sur les conditions de stabilité des éléments majeurs et des espèces minoritaires contenus dans le déchet.

Les différentes réactions d'« *équilibre thermodynamique* » seront d'autant plus rapides et totales que la matrice du déchet sera éloignée des conditions de stabilité qui sont celles du scénario d'exposition (c'est notamment le cas des déchets issus des procédés thermiques : mâchefers d'incinération d'ordures ménagères (MIOM), laitiers...).

Pour les déchets granulaires, qui constituent le principal gisement pour une utilisation en technique routière, on admet que le comportement à la lixiviation est principalement contrôlé par la solubilité des espèces, pour ce qui relève de la mobilisation des polluants et par la convection (entraînement

**figure 1**  
Représentation des  
mécanismes agissant sur le  
relargage d'un déchet.



des éléments en solution dans le mouvement du fluide qui se déplace), pour ce qui relève de leurs transports [2], même si dans le cas de circulation lente les phénomènes de diffusion sont également susceptibles d'intervenir.

Ce sont donc les mécanismes de solubilité et de convection qui sont utilisés, au travers du rapport liquide/solide (volume d'eau, exprimé en litre, appliqué journalièrement à un échantillon de masse donnée, exprimée en kg), pour simplifier et accélérer le processus de relargage d'un déchet granulaire et ainsi aboutir à une simulation du comportement à la lixiviation, utilisable dans une démarche de modélisation, conformément à l'esprit de la norme « méthodologique pour la détermination du comportement à la lixiviation d'un déchet dans des conditions spécifiées » (EN12920 : 2006).

## **PRINCIPAUX ESSAIS DE DÉTERMINATION DU COMPORTEMENT À LA LIXIVIATION D'UN DÉCHET**

Les essais de détermination du comportement à la lixiviation d'un déchet peuvent être regroupés dans les deux catégories suivantes :

- les essais de « caractérisation de base », qui permettent d'identifier l'influence de certains paramètres (rapport liquide/solide, pH...) sur les caractéristiques intrinsèques du déchet et d'obtenir des informations sur son comportement potentiel à court et long terme. Parmi ces essais on peut citer l'essai de percolation qui a été normalisé en 2005, sur la base de conditions standardisées qui ne se veulent pas représentatives d'un scénario spécifique (CEN/TS 14405 : essai de percolation à écoulement ascendant) ;
- les essais de « conformité », qui permettent de vérifier que le déchet respecte des seuils de référence imposés par une filière d'utilisation ou d'élimination (ex. : seuils d'admission des déchets dans les décharges). Ces essais volontairement « simplifiés » utilisent un nombre limité de facteurs agissant sur le comportement à la lixiviation. Ces facteurs sont toutefois suffisamment sévères et peu représentatifs de certaines conditions d'exposition, notamment pour les scénarios routiers (fragmentation, rapport liquide/solide fixe et élevé, agitation), pour générer des relargages importants qui ne peuvent être obtenus que sur du long terme. Parmi ces essais, on peut citer l'essai dit de « lixiviation » initialement normalisé en France sous la référence NF XP 31-210 et dont le principe a été transposé au niveau européen sous la référence EN 12457-2.

C'est le principe de l'essai de percolation simulée (tel que retenu dès 1997 dans les projets de protocole issus du CEN/TC292) avec son rapport de Liquide / Solide adaptable au scénario d'exposition, qui a été utilisé, dans le cadre de la présente étude, pour adapter le protocole désormais normalisé (CEN/TS 14405) et se rapprocher des conditions hydriques auxquelles est confronté un déchet dans un scénario routier.

## **ADAPTATION DE L'ESSAI DE PERCOLATION À UN SCÉNARIO ROUTIER**

### **■ Principales caractéristiques hydriques des scénarios routiers**

Dans la mesure où cet essai permet d'ajuster les conditions de percolation au scénario d'exposition visé, la première étape a été de déterminer, sur la base des données issues de différents ouvrages routiers instrumentés (membrane étanche permettant de récupérer les eaux d'infiltration voire sonde de teneur en eau) (3,4), les principales caractéristiques du transfert hydrique dans un scénario routier, à savoir :

- une variation rapide des conditions hydriques (teneur en eau, volume des eaux de percolation...) est constatée dans les couches de chaussées après chaque événement pluvieux ;
- cette variation de la teneur en eau et des pressions interstitielles des matériaux, au cours des différents cycles climatiques, est d'autant plus importante que l'on se rapproche de la surface de la chaussée ;

- les transferts d'eau sous les enrobés peuvent induire des niveaux de saturation en eau, à l'interface de deux couches (couche de base/couche de forme, couche de forme/remblai...).
- les rapports liquide/solide (L/S) qui peuvent être mesurés sur sites réels sont très variables, suivant la nature de la structure et l'implantation géographique de la chaussée :  $1,0 \cdot 10^{-6} < L/S$  journalier  $< 1,0 \cdot 10^{-4}$ . (cf. **tableau 1**).

**tableau 1**  
Exemples de rapport liquide/solide obtenus sur chaussées instrumentées.

Principal matériaux constitutif de l'ouvrage routier	Surface de la chaussée instrumentée (m <sup>2</sup> )	Durée du suivi (mois)	L/S journalier moyen
MIOM [3]	160	75	$9,3 \cdot 10^{-5}$
Grave naturelle [3]	160	75	$1,1 \cdot 10^{-4}$
Grave cendre [3]	100	13	$1,8 \cdot 10^{-6}$
MIOM [4]	150	20	$9,1 \cdot 10^{-5}$

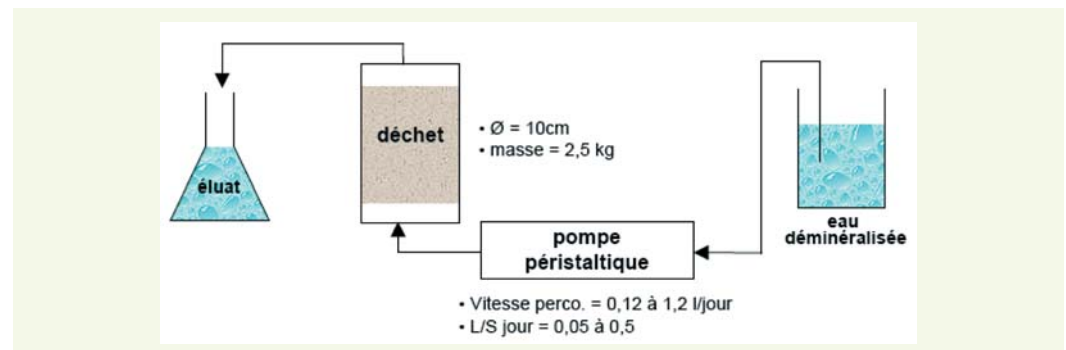
### ■ Principales caractéristiques de l'essai de percolation adapté à un scénario routier

Compte tenu de l'important décalage entre les transferts hydriques très lents, déterminés dans des ouvrages routiers et celui proposé dans l'essai de percolation normalisé (écart supérieur à un facteur 1000), c'est le rapport liquide/solide (L/S) qui a fait l'objet de la principale évaluation, en réduisant par 10 la valeur du rapport L/S journalier retenu pour l'essai normalisé. Tout en se rapprochant des faibles vitesses de percolation obtenues sur sites réels, cette valeur de L/S reste néanmoins suffisamment élevée pour avoir une durée d'essai réaliste et pour permettre d'accélérer de façon significative les mécanismes de solubilisation et de transport.

Il faut remarquer que la valeur de L/S retenue correspondait à la valeur la plus faible proposée dans le projet de protocole initial de percolation simulé issu CEN/TC292 (**figures 2 et 3**).

Des paramètres complémentaires ont également été évalués, comme la densité du déchet dans la colonne, la géométrie de la colonne... La valeur de densité retenue (1,9) correspond à une densité usuelle obtenue lors de la mise en œuvre de matériau granulaire en remblai ou couche de forme.

**figure 2**  
Principe de l'essai de percolation simulée.



**figure 3**  
Dispositif de percolation simulée.



## RÉSULTATS DES ESSAIS DE SIMULATION DE RELARGAGE

### ■ Choix des déchets

Les déchets évalués ont été choisis spécifiquement par rapport à la nature du potentiel polluant jugé peu évolutif. Il s'agit de bétons de démolition contaminés par des pesticides (hexachlorocyclohexane). Le  $\beta$ -HCH qui a la particularité d'être stable en milieu alcalin constitue, dans le cadre de la présente étude, le principal traceur utilisé pour suivre le comportement des éléments traces peu solubles. On peut dans ce cas envisager une bonne stabilité du potentiel polluant tout au long des procédures d'extraction, qui peuvent pour certaines durer jusqu'à 6 mois. Les sulfates et les chlorures présents dans ces bétons ont été utilisés comme traceurs pour les espèces de plus grande solubilité.

### ■ Résultats

La simulation des relargages a été évaluée au travers des deux protocoles de percolation simulée (protocoles « standard » et « adapté » au scénario routier – cf. [tableau 2](#)). Ces résultats sont comparés dans les graphiques ci-dessous à ceux obtenus avec l'essai de « conformité » dit de lixiviation en appliquant les rapports liquide / solide de l'ancien protocole initialement normalisé en France sous la référence NF XP 31-210 (10, 20, 30). Cet essai, désormais normalisé au niveau européen (NF EN 12457-2), soumet le déchet à des conditions sévères (broyage à 4 mm, agitation par retournement, L/S élevé) éloignées de celles d'une utilisation en technique routière.

**tableau 2**  
Comparaison du protocole de percolation simulée « adapté » à un scénario routier avec le protocole « standard » NF CEN/TS 14405.

	Protocole « adapté » au scénario routier	Protocole « standard » NF CEN/TS 14405
Masse / Volume échantillon	Environ 2,3 kg	Masse non fixée (30 cm en 5 couches)
Diamètre colonne	10 cm	5 ou 10 cm
Compactage (masse dame)	densité = 1,5 à 1,9 (3,7 kg)	- (0,5 kg)
Saturation initiale	3 jours	3 jours
Vitesse de percolation (rapport L/S jour)	0,125 à 1,2 l/j (0,05 à 0,5)	1,1 l/j
Nombre d'extractions (L/S)	4 à 6 (0,3 ; 1 ; 3 ; 5 ; 10 ; 20 ; 30)	7 (0,1 ; 0,2 ; 0,5 ; 1 ; 2 ; 5 ; 10)
Durée de l'essai (L/S = 10)	20 ; 200 jours	30 jours

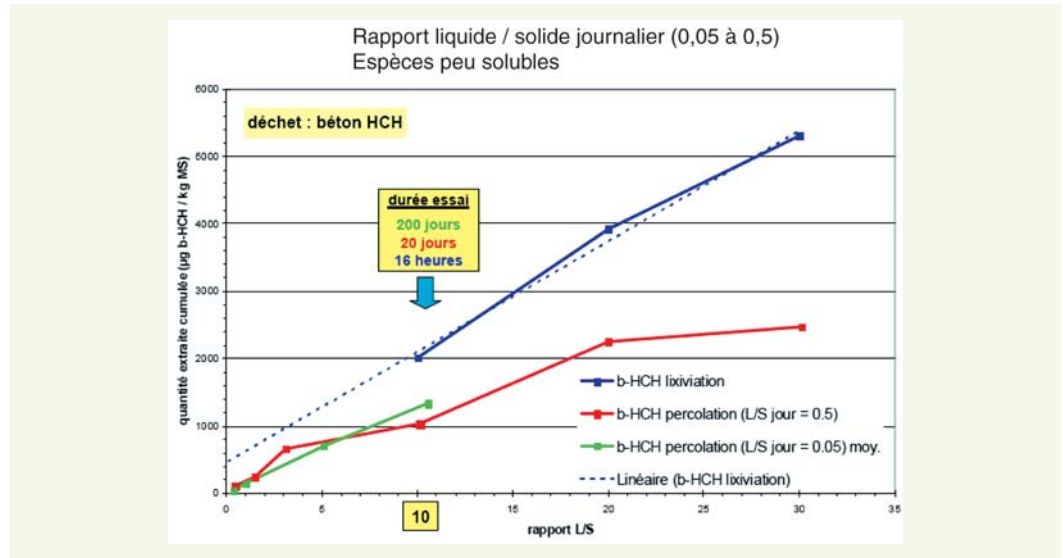
### › Influence du rapport liquide/solide

Pour les espèces peu solubles (ex :  $\beta$ -HCH), les quantités extraites sont dépendantes du type d'extraction (lixiviation/percolation), mais restent linéairement dépendantes du rapport L/S appliqué (cf. [figure 4](#)). Pour un rapport L/S = 10, c'est l'essai de lixiviation qui permet d'extraire la quantité la plus importante de  $\beta$ -HCH. Cette situation peut s'expliquer par l'agitation que subissent les déchets lors de l'essai de lixiviation.

Pour les essais de percolation, les quantités extraites cumulées sont indépendantes du rythme de percolation utilisé. Jusqu'au rapport L/S = 10, les concentrations de  $\beta$ -HCH mesurées dans les eaux extraites sont constantes (entre 100 et 200  $\mu\text{g/l}$ ) pour toutes les modalités testées, l'écart entre les concentrations obtenues avec les deux protocoles est faible au regard de la répétabilité estimée de la méthode. Pour le moment aucune donnée officielle n'est disponible pour la fidélité de la méthode de percolation ascendante CEN/TS 14405. Pour l'essai de lixiviation NF EN 12457-2, la répétabilité médiocre, qui s'échelonne entre 10 et plus de 50 %, s'explique en partie par l'hétérogénéité de l'échantillon.



**figure 4**  
Influence du rapport L/S sur le relargage du  $\beta$ -HCH.



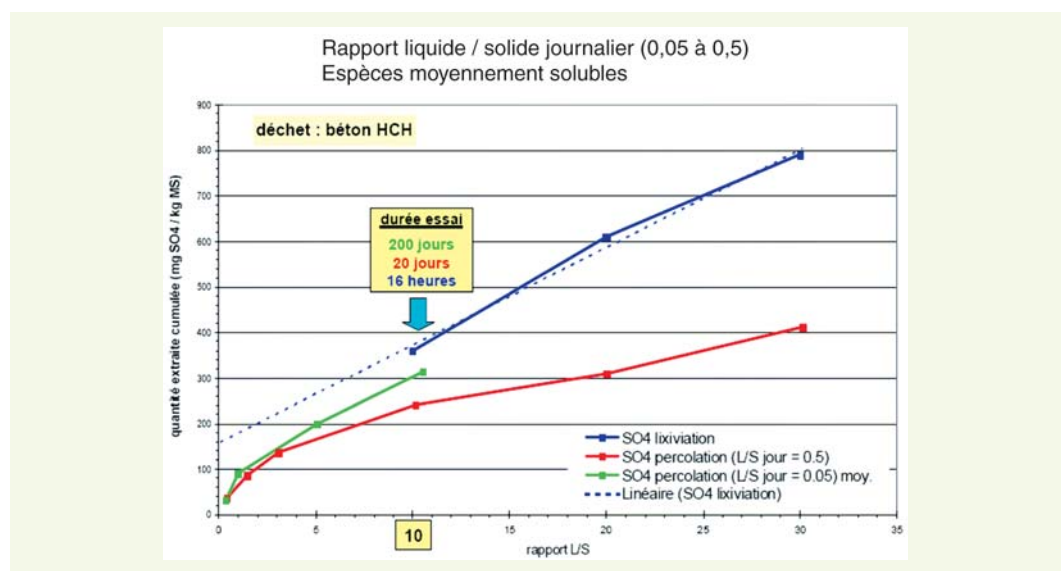
Ce niveau de concentration peut être assimilé à la concentration de saturation de cette espèce (dans les conditions spécifiques de cette matrice béton), au-delà de laquelle la solubilisation n'est plus possible.

Pour les espèces moyennement solubles (ex. : sulfates), la quantité extraite cumulée obtenue pour le rapport liquide/solide est assez dépendante de la technique et des conditions d'extraction (figure 5). Pour le rapport L/S = 10, c'est l'essai de lixiviation qui permet d'extraire la plus grande quantité de sulfates.

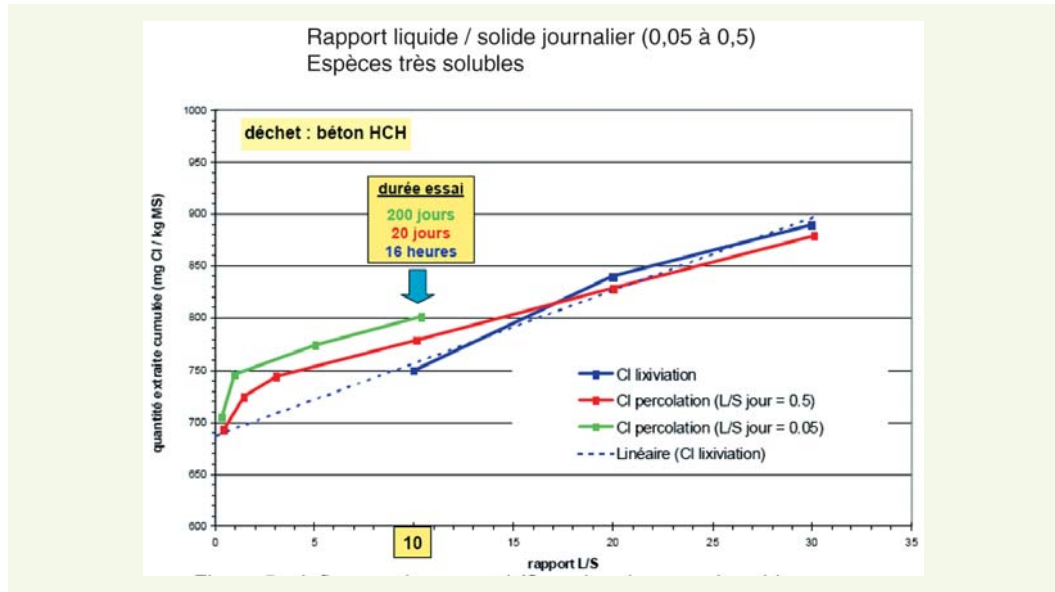
La nature asymptotique des courbes de quantités extraites cumulées s'explique par la baisse régulière des concentrations mesurées dans les eaux (de 100 à 15 mg/l). Pour la percolation la plus lente, la baisse des concentrations semble plus faible, qui pourrait s'expliquer par l'entrée en action des phénomènes de diffusion. L'écart entre les résultats obtenus pour ces deux modalités reste cependant minime au regard de l'hétérogénéité intrinsèque de ce type de matériaux et de la répétabilité d'une telle méthode.

Pour les espèces très solubles (ex. : chlorures), les relargages obtenus pour un rapport liquide/solide de 10 sont peu dépendant de la technique et des conditions d'extraction (lixiviation, percolation). L'écart est inférieur à 10 % de la valeur moyenne (cf. figure 6) ne semble pas significatif compte tenu de l'incertitude de ce type d'essais et de la nature hétérogène du déchet.

**figure 5**  
Influence du rapport L/S sur le relargage des sulfates.



**figure 6**  
Influence du rapport L/S sur le relargage des chlorures.

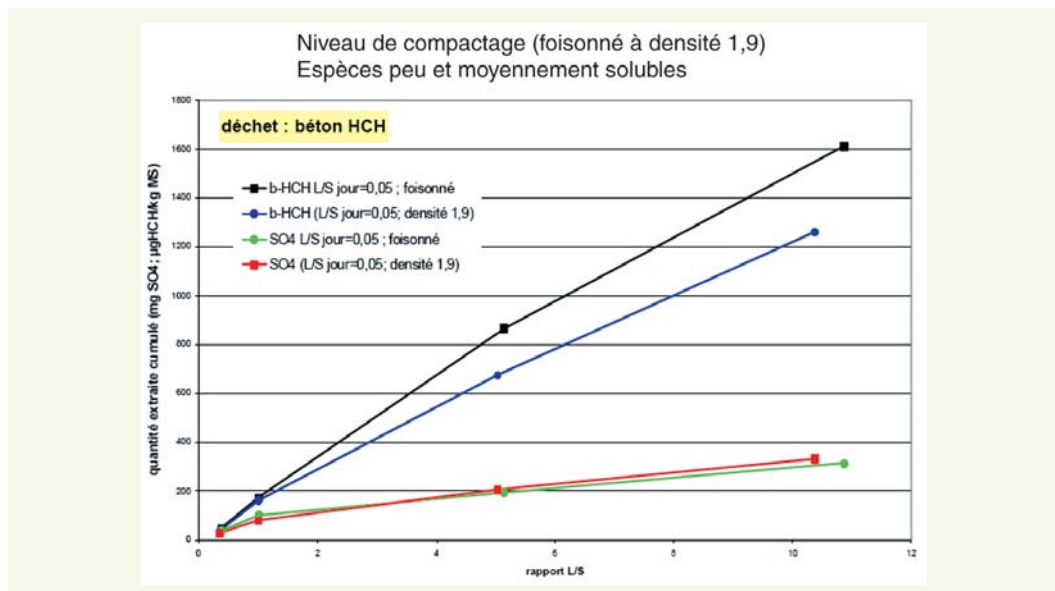


L'allure asymptotique de la courbe de relargage apparaît d'autant plus rapidement que les concentrations mesurées sont inférieures au seuil de détection analytique dès la 3<sup>e</sup> extraction.

#### › Influence de la densité

Les résultats obtenus montrent une influence faible de la densité de l'échantillon sur le relargage des deux types de traceurs recherchés peu et très solubles (cf. **figure 7**), au regard de la répétabilité de la méthode. Il faut signaler que sous l'influence de la circulation de l'eau, une densification de la colonne constituée de matériau foisonné, s'opère. En fin de percolation, la densité calculée a augmenté de 0,4 point, pour atteindre 1,5.

**figure 7**  
Influence du niveau de compactage sur le relargage des  $\beta$ -HCH et sulfates.



#### › Influence de la géométrie de la colonne

L'influence de la géométrie de la colonne a été évaluée au travers d'une modification du diamètre et de la hauteur de la colonne, en maintenant toutefois un rapport liquide/solide journalier constant (L/S jour = 0,05). L'écart obtenu entre ces deux modalités n'est pas jugé significatif au regard de l'hétérogénéité intrinsèque de ce type de matériaux et de la répétabilité d'une telle méthode.



Paramètres protocole de percolation	Paramètres d'analyse	Percolation simulée / n° d'extraction					
		1	2	3	4	5	6
« adapté » scénario routier L/S jour = 0,05 (réf. 00/680)	ratio L/S cumulé	0,36	1,01	5,03	10,37	-	-
	Cl (mg/kg MS)	705	746	774	< 801	-	-
	SO <sub>4</sub> (mg/kg MS)	26,7	79	204	333	-	-
	β-HCH (μg/kg MS)	35,6	163	674	1262	-	-
L/S jour = 0,05 <b>diamètre = 15,2 cm</b> (réf. 00/681)	ratio L/S cumulé	0,37	1,00	5,11	10,38	-	-
	Cl (mg/kg MS)	444	626	650	< 677	-	-
	SO <sub>4</sub> (mg/kg MS)	33	95	198	298	-	-
	β-HCH (μg/kg MS)	33	111	571	1125	-	-
L/S jour = 0,05 <b>hauteur = 51 cm</b> (réf. 00/682)	ratio L/S cumulé	0,13	0,53	1,04	5,09	10,01	-
	Cl (mg/kg MS)	583	29	642	667	< 691	-
	SO <sub>4</sub> (mg/kg MS)	19	84	114	203	292	-
	β-HCH (μg/kg MS)	13	71	232	1097	1963	-
L/S jour = 0,05 <b>foisonné</b> (réf. 00/683)	ratio L/S cumulé	0,39	1,01	5,14	10,86	-	-
	Cl (mg/kg MS)	425	642	671	< 706	-	-
	SO <sub>4</sub> (mg/kg MS)	37	100	195	313	-	-
	β-HCH (μg/kg MS)	46	172	866	1612	-	-
protocole « standard » NF CEN/TS 14405 L/S jour = 0,5 (réf. 00/684)	ratio L/S cumulé	0,43	1,49	3,10	10,14	20,01	30,13
	Cl (mg/kg MS)	693	725	744	< 779	< 829	< 879
	SO <sub>4</sub> (mg/kg MS)	36	86	136	242	311	412
	β-HCH (μg/kg MS)	115	247	658	1031	2255	2477

## COMPARAISON ENTRE ESSAIS DE SIMULATION ET CHANTIER EXPÉRIMENTAL INSTRUMENTÉ

A défaut de pouvoir disposer d'un chantier routier réalisé à partir des bétons de démolition étudiés en laboratoire, un essai de percolation (protocole « standard » NF CEN/TS 14405) a été effectué sur le mâchefer d'incinération d'ordures ménagères, utilisé comme matériau constitutif d'une chaussée expérimentale réalisée par le Conseil général des Côtes d'Armor, dans le cadre des travaux de mise à 2 × 2 voies de la RD 767 au niveau de Bégard.

Une instrumentation spécifique d'un tronçon d'environ 150 m<sup>2</sup> de la RD 767 a été réalisée avec pose d'étanchéité, de drainage et de regard pour permettre de collecter l'ensemble des eaux d'infiltration et déterminer ainsi les flux de relargage « réels » obtenus sur site (cf. figure 8).

Le plot expérimental constitué de 153 tonnes de MIOM de l'usine d'incinération de Pluzunet a été suivi d'octobre 2002 à juin 2004. Le volume total collecté (86 m<sup>3</sup>) représente 35 % de la pluviométrie relevée au cours des 20 mois de la période de suivi. Cette valeur (une des plus élevées obtenues sur ce type d'ouvrage instrumenté) correspond à un rapport liquide/solide de 0,56 au bout des 20 mois de suivi. Elle peut en partie s'expliquer par la période transitoire au cours de laquelle l'imperméabilisation de la chaussée n'était pas assurée. De plus, les accotements et le terre-plein central ne sont pas recouverts par une structure étanche.

Le phénomène complexe de la maturation (carbonatation, oxydation...), confère au potentiel polluant des mâchefers d'incinération d'ordures ménagères un caractère évolutif, a priori peu favorable pour répondre aux objectifs initiaux de la présente étude : identifier l'influence de paramètres de percolation simulée sur la mobilisation du potentiel polluant, idéalement constant dans le temps. Cet objectif est d'autant plus difficile à satisfaire qu'au-delà de l'inconstance dans

**figure 8**  
Réalisation de la chaussée instrumentée RD767 (couche de forme MIOM).

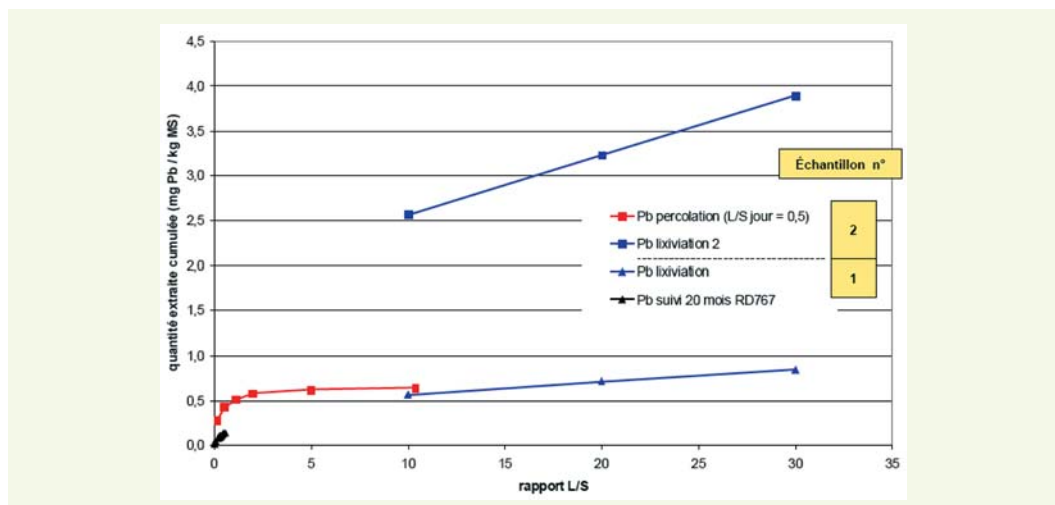


le temps du potentiel polluant mobilisable d'un échantillon donné, une certaine hétérogénéité dans le potentiel polluant, déterminé par lixiviation, a été observée entre les deux échantillons utilisés.

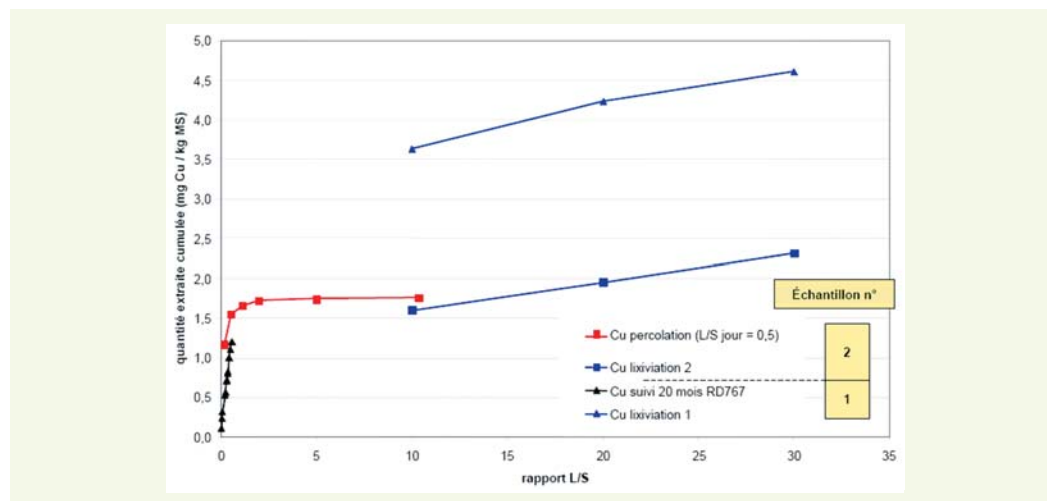
En dépit de ces éléments défavorables, on constate que les quantités extraites des éléments traces suivis (plomb et cuivre), par l'essai de percolation simulé (protocole « standard » NF CEN/TS 14405), suivent une cinétique comparable à celles mesurées sur le site réel (figures 9 et 10).

La correspondance entre les résultats des essais de percolation et ceux de lixiviation est plus délicate, compte tenu du décalage entre les deux échantillons testés au travers de cette dernière méthode. Si pour le cuivre une bonne correspondance existe entre les résultats de l'essai de percolation et ceux obtenus par la lixiviation (pour un rapport liquide/solide de 10), pour le plomb, les résultats de la lixiviation restent nettement supérieurs à ceux obtenus par percolation simulée.

**figure 9**  
Comparaison relargage réels MIOM/RD767 et essais de simulation (plomb).



**figure 10**  
 Comparaison relargage réels MIOM/RD767 et essais de simulation (cuivre).



## CONCLUSION

La caractérisation environnementale des déchets peut se faire au travers de l'utilisation d'une méthodologie et de protocoles d'essais désormais normalisés au niveau européen. Les méthodes d'essais disponibles, essais de « conformité » (essai de lixiviation) ou de « caractérisation de base » (essai de percolation), n'ont pas été conçues pour simuler un scénario d'exposition spécifique. Les principaux paramètres susceptibles de rapprocher les conditions « standards » de l'essai de percolation à écoulement ascendant normalisé (CEN/TS 14405) des conditions plus spécifiques d'un scénario routier ont été évalués dans le cadre de la présente étude.

La baisse significative du rapport liquide/solide (L/S jour = 0,5 → 0,05) qui a été pratiquée pour tenter de se rapprocher des conditions de transfert hydriques observées sur différents chantiers instrumentés, a montré une influence limitée sur le relargage des espèces présentes dans le déchet étudié (bétons de démolition contaminés par des pesticides), qu'elles soient peu ou très solubles ( $\beta$ -HCH,  $\text{SO}_4$ , Cl). Il en est de même pour le compactage initial de l'échantillon.

D'après les résultats de l'expérimentation de la RD 767 (chaussée constituée de MIOM), l'essai de percolation à écoulement ascendant dans sa version « standard » (avec L/S jour = 0,5 – CEN/TS 14405) constitue un essai pertinent pour approcher la cinétique de relargage au moins à court ou moyen terme (L/S cumulé < 2). En dépit de la nécessité d'obtenir un recul plus important sur différentes chaussées instrumentées, cet essai constitue un essai de simulation utilisable dans le cadre d'une démarche de prédiction du relargage de déchets utilisés dans des scénarios routiers, conformément à la « méthodologie pour la détermination du comportement à la lixiviation d'un déchet dans des conditions spécifiées » (norme NF EN 12920).

Dans le cadre d'une application du principe de correspondance entre le relargage obtenu par essai de simulation et celui qui peut être obtenu sur site réel, pour une même valeur du rapport liquide/solide, l'essai de percolation semble pouvoir être remplacé pour les approches de plus long terme par l'essai de lixiviation plus facilement accessible (NF X31-210 / EN 12457-2). Il permet d'obtenir, pour certains paramètres, des relargages du même ordre de grandeur que ceux obtenus par l'essai de percolation simulée. Ces méthodes qualifiées d'essai de « conformité », ne doivent donc pas forcément être rejetées pour une simulation des relargages réel, au moins dans un scénario routier.

## REMERCIEMENTS

*Les auteurs remercient le Conseil général des Côtes d'Armor (MM. Leweurs, Sulpice) pour avoir permis la réalisation du suivi environnemental de la chaussée expérimentale RD 767.*

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 NF EN 12920, Caractérisation des déchets – Méthodologie pour la détermination du comportement à la lixiviation d'un déchet dans des conditions spécifiées.
- 2 International Ash Working Group, An international perspective on characterisation and management of residues from MSWI, summary report, **1994**.
- 3 **ODIE L.**, Évaluation du relargage d'un déchet utilisé en travaux publics : FAER 2-73-33 / 2-22-04. LCPC / CETE Lyon, **1999**.
- 4 **ODIE L.**, Étude du suivi de la chaussée expérimentale en MIOM de la RD 767 – dossier CETE Ouest, **2005**.

