

# INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING



*This paper was downloaded from the Online Library of the International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE). The library is available here:*

<https://www.issmge.org/publications/online-library>

*This is an open-access database that archives thousands of papers published under the Auspices of the ISSMGE and maintained by the Innovation and Development Committee of ISSMGE.*

# Interactions sol-déchets - Expérimentation in-situ

## Soil-wastes interactions - In-situ experimentation

G.DIDIER, Laboratoire Géotechnique, INSA de Lyon, France

R.KASTNER, Laboratoire Géotechnique, INSA de Lyon, France

J.M.BLANCHARD, Laboratoire Chimie Physique Appliquée et Environnement, INSA de Lyon, France

**RESUME** Cet article rend compte des résultats obtenus in-situ et au laboratoire suite à une campagne expérimentale consistant à analyser l'impact polluant du contact prolongé (5 ans) de déchets (produits organo-phosphorés, boues plombifères, déchets de P.V.C., déchets chlorés) avec l'argile d'un site de décharge de classe I situé à Montchanin (France).

### INTRODUCTION

En 1979 compte tenu des problèmes d'admissibilité de certains types de résidus Industriels polluants en décharge de classe I, il a été décidé de procéder à une expérimentation sur divers types de déchets qui ne pouvaient pas être admis sur le site de décharge de Montchanin dont l'exploitation est effectuée par la Société DS Environnement. Le but de l'étude était de tester en vraie grandeur la méthode d'élimination de 4 déchets Industriels polluants enfouis pendant 5 ans dans des alvéoles spécifiques.

Cette étude a permis de recueillir des informations sur les points suivants :

- Comportement des déchets en décharge étanche
- Obtention et évolution des eaux de lixiviation
- Influence de l'introduction d'eau sur la corrosion des fûts et le comportement des déchets
- Fiabilité de la mise en oeuvre de cette technique d'élimination
- Effets des eaux de percolation sur le substratum argileux du site de Montchanin.

Nous ne rendons compte ici que des résultats obtenus après " l'autopsie " finale (Juillet 85) destinée à analyser les effets des eaux de percolation sur le substratum argileux. Les résultats obtenus entre 1980 et 1985 figurent dans un rapport préliminaire qui a été remis au Ministère de l'Environnement en Mai 1985.

### LA CAMPAGNE EXPERIMENTALE

L'enfouissement des 4 catégories de déchets sélectionnés à été réalisé dans 4 casiers identiques (contenant 150 tonnes de déchets chacun) spécialement conçus à cet effet. Chaque casier a été réalisé dans l'argile rouge peu plastique ( $W = 36\%$  ;  $I_p = 10$ ) du site de Montchanin (formation de Torcy). La fraction argileuse contient un égal pourcentage (40 %) d'illite et de kaolinite ainsi que des traces de montmorillonite et de chlorite. La densité sèche du matériau en place est voisine de 2. Pour tous les casiers la couverture est identique : 20 à 30 cm d'argile

au dessus des déchets. Les déchets enfouis sont les suivants :

- Casier 1 : Insecticide organo-phosphoré (malathion)
- Casier 2 : Boues plombifères
- Casier 3 : PVC plastisols en 3 configurations: seuls, mélangés à de la sciure, mélangés à du mâchefer
- Casier 4 : Résidus chlorés solides et pateux en 2 configurations : fûts en palette et empilés, fûts en vrac et écrasés.

Lors de l'autopsie finale chaque casier a été ouvert séparément : après pompage des lixiviats et extraction des déchets, nous avons prélevé des blocs dans les parois et au fond de chaque casier à diverses profondeurs (jusqu'à 1,2 m). Afin de pouvoir tester au laboratoire des échantillons dans un état voisin de celui rencontré in-situ, nous les avons conditionnés immédiatement après extraction. Tous les échantillons furent paraffinés dans un sac plastique puis, afin de stopper leur décompression bloqués dans du plâtre. Une trentaine d'échantillons pesant en moyenne 20 Kg furent ainsi conditionnés. Le degré de saturation de ces échantillons est en moyenne de 80 %.

### ESSAIS REALISES IN-SITU

Les seuls essais en place que nous ayons pu réaliser sont des mesures de résistivité à l'aide d'un dispositif original intéressant un volume de sol de 400 cm<sup>3</sup>. Ces essais avaient comme objectif d'apprécier la migration éventuelle de polluants en profondeur. Le principe de ce résistivimètre consiste à intercaler la sonde de mesure dans un circuit R.C dont la fréquence d'oscillation va varier avec la résistivité apparente de la sonde. Cette résistance apparente dépend de la géométrie de la sonde et de la résistivité du sol.

La sonde choisie est de forme cylindrique avec une électrode centrale vissée dans le sol après la réalisation d'un avant trou. Le sol étudié

étant très dur l'électrode externe est formée par 12 vis disposées sur un cercle de diamètre 100 mm et enfoncées après la réalisation d'un avant trou sur une profondeur de 50 mm. Les vis sont disposées sur un socle en PVC de 20 mm d'épaisseur. La fréquence des oscillations est mesurée par un fréquencemètre Schlumberger. Le champ électrique n'étant pas cylindrique, il a été nécessaire d'étalonner la sonde. Cet étalonnage a été effectué en plongeant la sonde dans des solutions de chlorure de potassium de résistance connue. La relation trouvée entre la résistivité ( $\rho$ ) et la fréquence N est la suivante:

$$\rho_{\text{cm}} = 5290 \cdot N^{-1,16}$$

Les essais au nombre de 19 furent réalisés in situ sur de gros blocs du matériau vierge et de matériaux prélevés dans les parois et au fond des casiers à diverses profondeurs. Les valeurs des résistivités mesurées se situent dans une fourchette assez étroite : (entre 16.000 et 50.000  $\Omega\text{cm}$ ). Les différences de résistivité sont plus liées à des hétérogénéités de structure des échantillons testés (présence de microfissures, présence d'une fraction sableuse plus ou moins importante) qu'à l'influence des déchets.

## ESSAIS REALISES AU LABORATOIRE

### Mesures de la perméabilité

Ces mesures avaient pour but de contrôler l'impact des lixiviats sur les caractéristiques hydrodynamiques de l'argile. Nous avons rencontré beaucoup de difficultés pour confectionner des échantillons sans les structurer. Le carottage à sec étant impossible, nous avons procédé de la manière suivante :

Dressage d'une face du bloc déplâtré et déparaffiné  
 Découpage à la scie à ruban (à sec) d'un cylindre de diamètre voisin de 70 mm et de hauteur minimale de 25 mm  
 Dressage de l'autre face parallèle à celle précédemment dressée  
 Centrage de l'échantillon dans une bague en PVC de diamètre intérieur 95 mm qui constitue le corps du perméamètre.  
 Remplissage de l'annulaire avec un matériau imperméable adhérent à la fois à l'échantillon et à la bague (résine, plâtre dentaire).  
 Mise en place des deux bases du perméamètre  
 Saturation de l'échantillon pendant deux semaines sous une charge hydraulique de 2 m.

Pour obtenir le coefficient de perméabilité  $K_s$  à saturation, nous avons réalisé des essais à charge variable. Le coefficient  $K_s$  moyen de l'argile vierge est de  $2,5 \times 10^{-10}$  m/s. Le coefficient de perméabilité des 13 échantillons ayant été en contact avec les divers lixiviats de déchets est compris entre  $2,5 \times 10^{-11}$  m/s et  $5,5 \times 10^{-10}$  m/s. Dix échantillons ont un coefficient de perméabilité inférieur à celui du matériau vierge. Les légers écarts constatés ne peuvent être attribués qu'à des différences de structure du matériau ou aux erreurs inhérentes à la mesure de si faibles coefficients de perméabilité.

### Analyses physico-chimiques

Les analyses par diffractions X ont révélé qu'il n'y avait aucune différence entre l'argile vierge et les argiles supposées contaminées. Quarante échantillons ont fait l'objet d'analyse chimiques, les éléments dosés étaient les suivants: C S, C, P, Pb, Cr. A l'exception de faibles quantités de plomb dans certains échantillons du casier 2 (20 ppm dans le sol vierge; 5 à 120 ppm dans le sol contaminé), les analyses chimiques ne montrent aucune différence significative entre le sol vierge et les sols prélevés dans les différents casiers. La mesure donnant la valeur de la conductivité d'une eau dans laquelle est diluée le matériau nous renseigne sur la quantité de sel dissous. Dans notre cas nous avons réalisé des solutions de 200 g d'argile par litre d'eau déminéralisée.

Les faibles conductivités mesurées (sur 22 échantillons) varie de 0,01 à 1,88  $\mu\text{S}$  indiquent que les quantités de sels passant en solution dans l'eau déminéralisée sont très faibles (proche de ce que nous aurions avec l'eau de pluie). Ceci implique que les polluants présents dans l'argile ont été adsorbés par cette dernière et qu'une proportion infime de résidus polluants s'est solubilisée. La dispersion des résultats est liée aux très faibles conductivités mesurées : la moindre impureté saline peut faire varier dans d'énormes proportions la conductivité.

Tous les pH des suspensions réalisés à une concentration de 200 g/litre sont basiques (pH voisin de 9). Par contre lorsque l'eau déminéralisée est remplacée par une solution de KCl à 75 g/l le pH devient acide (pH voisin de 6), il existe donc des ions  $\text{H}^+$  libres dans la solution. La capacité d'échange du minéral argileux n'est donc pas saturée en cations alcalins ou alcalino-terreux.

## CONCLUSIONS

Après cinq années de contact entre les déchets, l'eau et les minéraux argileux l'ensemble des essais réalisés montre qu'il n'y a pas de modification du substratum argileux ni propagation en profondeur des effluents pollués. La technique du malaxage des déchets avec de l'argile est indirectement validée par le présent constat et par la pollution des lixiviats présents dans les différentes alvéoles. Au casier, tombeau géant aux parois fussent-elles parfaitement étanches, nous pensons qu'il faut préférer la microprison immédiate. Ainsi, lorsque le site le permet, nous recommandons de définir par une étude préalable au laboratoire, la quantité optimale d'argile pouvant être mélangée à un ou plusieurs déchets. Ce protocole a fait l'objet d'un brevet déposé le 13 octobre 1987 sous le n°8714091.