

Tiré des Actes du Colloque 1995 de l'Association de la recherche au collégial (ARC).  
 Copie numérique autorisée disponible sur le serveur Web du Centre de documentation collégiale (CDC):  
 URL= [http://www.cdc.qc.ca/actes\\_arc/1995/mlynarek\\_lombard\\_actes\\_ARC\\_1995.pdf](http://www.cdc.qc.ca/actes_arc/1995/mlynarek_lombard_actes_ARC_1995.pdf)  
 Format : 4 pages en PDF.

## *Quelques aspects de l'application des géocomposites bentonitiques*

Jacek Mlynarek et Gérard Lombard

SAGEOS - Service d'analyse des géosynthétiques, Cégep de Jonquière

### 1. Introduction

L'utilisation de structures de génie civil pour la protection de l'environnement constitue aujourd'hui l'un des défis les plus importants à relever. Les sites d'enfouissement sont un exemple de ces structures dont une conception inadéquate peut causer des problèmes importants tels que la contamination de la nappe phréatique.

Pour éviter la pollution de l'environnement, de nouveaux produits géosynthétiques ont été développés et trouvent une large gamme d'applications dans l'ingénierie environnementale. Ils remplacent des solutions traditionnelles, ou en sont complémentaires, telles que les barrières hydriques habituellement constituées de couches d'argile. Une vue en coupe d'un site d'enfouissement typique est présentée à la figure 1.

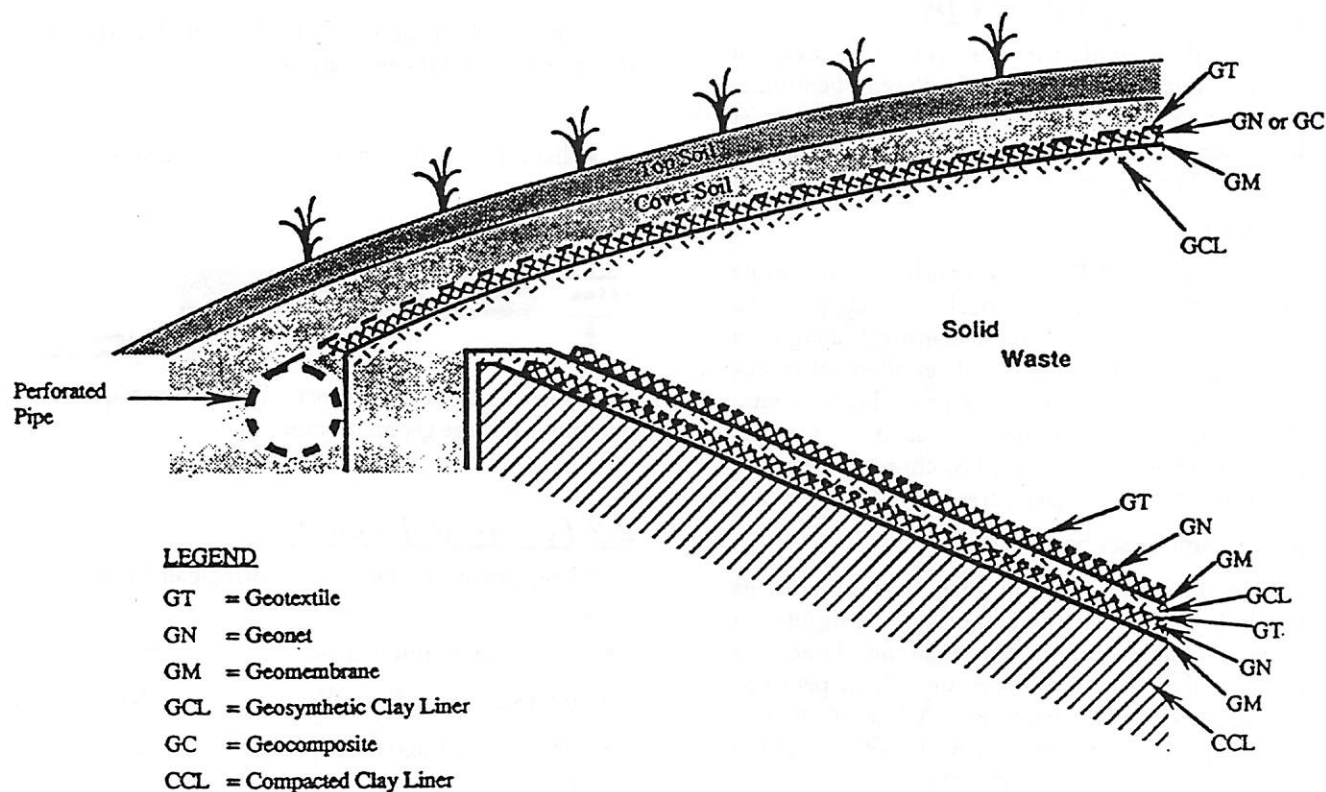


Figure 1 : Vue en coupe d'un site d'enfouissement

Dans la grande famille des géosynthétiques, les géomembranes polymériques à base de résines de polyéthylène (PE), de chlorure de polyvinyle (CPV), de polyéthylène chlorosulfoné (CSPE) sont les plus utilisées. Par contre, des structures composées de plusieurs matériaux tels que les géocomposites bentonitiques (GCBs), connaissent de plus en plus d'applications. Ces barrières hydriques servent à l'aménagement de bassins de collection ou de rétention. Leur rôle est, entre autres, d'assurer une conductivité hydraulique très basse et d'éviter ainsi des fuites et une contamination de l'environnement.

## 2. Les géocomposites bentonitiques

Les GCBs ont été introduits dans le domaine de l'ingénierie environnementale à la fin des années 80. Depuis, ils ont été utilisés pour une variété d'applications telles que les couches de protection de géomembranes au fond des sites d'enfouissement et dans les réservoirs de stockage souterrain. L'utilisation la plus fréquente reste cependant la couverture (couche supérieure de fermeture) des sites d'enfouissement.

### 2.1 La composition des GCBs

Ces produits manufacturés en usine consistent en une barrière hydraulique composée d'argile bentonite, supportée par des géotextiles ou des géomembranes et liée à ces supports par couture, par aiguilletage ou à l'aide d'adhésif chimique.

#### La bentonite

L'essence d'un GCB est la couche de bentonite maintenue entre ou sur des couches de support. La bentonite est un minéral unique constitué d'argile et présentant un très haut potentiel de gonflement et une très forte capacité d'absorption de l'eau. Lorsque saturée, la bentonite est le moins perméable de tous les matériaux naturels. Elle est, de plus, chimiquement très stable et présente une longévité très importante.

#### Les géocomposites bentonitiques

Les géocomposites bentonitiques sont obtenus en plaçant de la poudre ou des granules de bentonite sur un support constitué d'un géotextile ou d'une géomembrane. Selon le type de liage, un adhésif peut également être mélangé à la bentonite. À l'heure actuelle, cinq (5) compagnies commercialisent des GCBs élaborés selon quatre (4) techniques différentes :

- liage par aiguilletage (Figure 2)



Figure 2 : GCB obtenu par aiguilletage avec la bentonite entre les géotextiles

- liage par couture (Figure 3)



Figure 3 : GCB obtenu par couture avec la bentonite entre les géotextiles

- liage par adhésion chimique sur géotextiles (Figure 4)

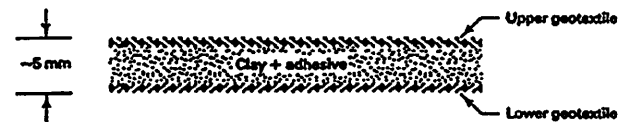


Figure 4 : GCB obtenu par adhésion chimique avec la bentonite entre les géotextiles

- liage par adhésion chimique sur géomembrane (Figure 5)



Figure 5 : GCB obtenu par adhésion chimique de la bentonite sur une géomembrane

### 2.2 Le marché des GCBs

Présentement, les GCBs sont principalement utilisés pour:

- les décharges municipales 55%
- les décharges industrielles 15%
- les réservoirs agricoles 10%
- l'entreposage des déchets miniers 10%
- les bassins municipaux et industriels 10%

Quelques 3,9 millions de mètres carrés de géocomposites bentonitiques ont été installés en 1992 et il est

estimé que près de 5 millions de mètres carrés seront installés en 1995.

### 2.3 Les fonctions et propriétés des géocomposites bentonitiques

Un GCB utilisé dans un système environnemental (site d'enfouissement) peut protéger la couche de géomembrane ou/et assurer lui même la fonction de barrière hydrique. Ces systèmes ont pour principal objectif de confiner les liquides afin de réduire leur propagation vers l'environnement. Les liquides habituellement retenus sont les lixiviats, pour les couches en fond de site au-dessous des déchets, et l'eau, pour la couche de couverture au-dessus des déchets.

Il est reconnu que le degré de saturation (contenu d'eau) influence considérablement la conductivité hydraulique des sols. Dans le cas des particules bentonitiques, la conductivité dépend du processus d'hydratation. Pendant l'hydratation, l'eau est absorbée, les particules gonflent et forment une couche très peu perméable. De plus, le degré d'hydratation et le temps nécessaire pour l'obtenir dépendent de la nature du liquide mouillant ainsi que des contraintes appliquées pendant la processus d'hydratation.

Dans presque toutes les applications, les GCBs ne sont jamais complètement hydratés. Aussi, les procédures actuellement recommandées pour mesurer leur conductivité hydraulique (ASTM D5084 ou la nouvelle méthode suggérée par le comité D-35 de l'ASTM), ne permettent pas de simuler correctement les conditions réelles. Il est pourtant important de connaître le comportement hydraulique des GCBs partiellement hydratés qui s'apparente beaucoup plus au comportement dans des conditions réelles. De plus, il s'avère également nécessaire de pouvoir prédire le taux minimal d'hydratation requis pour obtenir une conductivité hydraulique donnée pour un type de liquide défini.

Les propriétés hydrauliques les plus importantes pour les géocomposites bentonitiques sont donc :

- la compatibilité avec les lixiviats
- le processus d'hydratation
- le niveau de saturation
- le processus de dessiccation
- la perméabilité aux liquides.

Du point de vue mécanique, certains paramètres doivent également être considérés :

- la résistance au poinçonnement
- l'angle de friction interne
- l'angle de friction par rapport à d'autres matériaux.

Finalement, des aspects liés à la construction méritent une attention particulière lors du processus de conception:

- le chevauchement des lisières pour assurer une bonne continuité du système
- le comportement aux cycles gel/dégel.

Toutes ces propriétés conditionnent largement le comportement à long terme des GCBs. Malheureusement, les ingénieurs connaissent relativement peu la bentonite et ne disposent pas de procédures pour mesurer ces propriétés.

### 3. Les travaux de SAGEOS sur les géocomposites bentonitiques

Afin de contribuer à améliorer la connaissance des GCBs, SAGEOS a débuté récemment des travaux de recherche sur de nouvelles procédures de mesure des propriétés hydrauliques des géocomposites bentonitiques. Un essai simple de compatibilité hydraulique, basé sur les principes de la technique de mesure de la perméabilité à charge hydraulique variable, a été développé au laboratoire hydraulique de SAGEOS. La figure 6 schématise la cellule qui est utilisée pour évaluer la compatibilité hydraulique de GCLs avec des liquides différents.

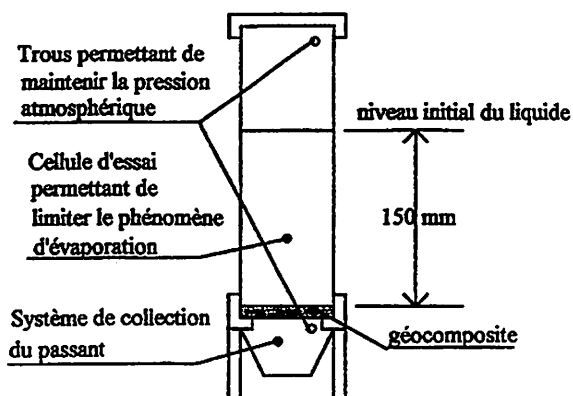


Figure 6 : Schéma de la cellule de compatibilité hydraulique développée par SAGEOS

Un échantillon de GCB de 75 mm de diamètre est préalablement hydraté dans un récipient contenant le liquide dont la compatibilité est analysée. Après la période d'hydratation, on vérifie la teneur en liquide de l'échantillon qui est ensuite placé au fond du perméamètre rigide (Figure 6). La charge hydraulique est ajustée à 150 mm. Le coefficient de permittivité  $C_{\psi}$  (terme utilisé seulement pour les GCBs milieux partiellement

hydratés) est déterminée en mesurant le changement de charge hydraulique en fonction du temps. Le coefficient de permittivité est finalement calculée selon la formule suivante:

$$C_{\Psi} = \frac{a}{A \Delta t} \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right) R_t$$

avec:

$C_{\Psi}$ : coefficient de permittivité (s-1)

a: section intérieure de la colonne de mesure (m<sup>2</sup>)

A: surface effective de l'échantillon soumise à l'écoulement (m<sup>2</sup>)

h<sub>0</sub>: hauteur initiale de la charge hydraulique(m)

h<sub>1</sub>: hauteur finale de la charge hydraulique (m)

$\Delta t$ : intervalle de temps nécessaire pour que la charge hydraulique passe de h<sub>0</sub> à h<sub>1</sub> (s)

R<sub>t</sub>: facteur de conversion fonction de la température.

En connaissant l'épaisseur T<sub>g</sub> de l'échantillon du GCB analysé, le coefficient de percolation vis-à-vis le liquide donné peut être calculé:  $K = C_{\Psi} \cdot T_g$ . Un tel coefficient de percolation pourrait être comparé à la conductivité hydraulique seulement dans le cas où l'échantillon serait préalablement complètement saturé.

Les figures 7 et 8 illustrent le comportement d'un GCB non préalablement hydraté et préalablement hydraté pendant 24 heures respectivement, en présence du même liquide et à température ambiante.

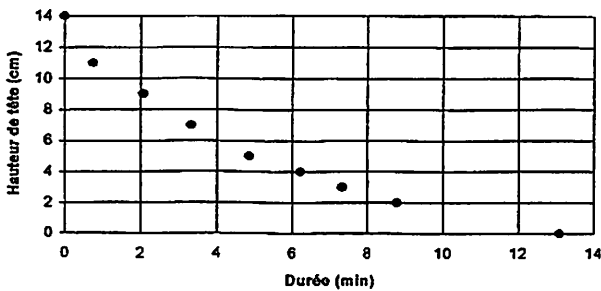


Figure 7 : Compatibilité hydraulique d'un géocomposite bentonitique sec

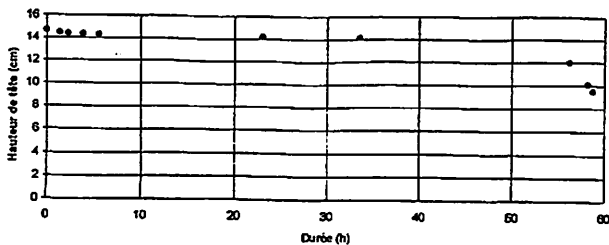


Figure 8 : Compatibilité hydraulique d'un géocomposite bentonitique partiellement hydraté

À partir de l'expression décrite ci-dessus, le coefficient de permittivité peut être calculé pour le GCB étudié:

- GCB sec (entre les niveaux 100 et 20 mm)

$$C_{\Psi} = 3.6 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$K = 2.9 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$$

- GCB partiellement hydraté (entre les niveaux 14.4 et 14.2 cm)

$$C_{\Psi} = 1.3 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

$$K = 1.7 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$$

Après 50 à 55 heures, le coefficient de permittivité augmente à  $2.4 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  et le coefficient de percolation à  $3.1 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ , entre les niveaux 12 et 10 cm.

Une analyse combinée des deux résultats permet d'identifier, en première approximation, un degré d'hydratation limite à partir duquel le GCB testé n'est plus compatible avec le liquide donné. En effet, dans le cas présenté, l'hydratation du GCB, qui avait été préalablement hydraté à un niveau de l'ordre de 360%, diminue jusqu'à environ 200% au cours des 45 premières heures. Cet assèchement du GCB est causé par l'évaporation à la surface inférieure de l'échantillon laissée à l'air libre. Cette diminution de l'hydratation du GCB n'occasionne pas une augmentation du coefficient de percolation. Cependant, à partir de cette valeur de 200%, le coefficient de percolation commence à augmenter.

## 4. Conclusions

Une procédure de mesure de la compatibilité hydraulique des géocomposites bentonitiques avec les lixiviats a été développée et des résultats préliminaires sont présentés. Cette procédure sera soumise prochainement pour normalisation au comité des géosynthétiques de l'Office des normes générales du Canada.

Les compte rendu d'applications de géocomposites bentonitiques ainsi que les résultats d'essais réalisés au laboratoire démontrent que les GCBs constituent des matériaux très intéressants pour une utilisation en génie environnemental.

Pour assurer un niveau d'étanchéité donné, un géocomposite bentonitique doit conserver un taux de saturation (hydratation) donné, en dessous duquel le coefficient de percolation devient trop important.