



# RETOURS D'EXPERIENCE SUR LA BARRIERE PASSIVE ET LES CRITERES D'ADMISSION

Dominique Guyonnet, brgm

Séminaire Décharges, Dijon, juin 2009

## Introduction

- Dans la Directive Décharges (1999/31/CE), la distinction entre les différentes classes de décharges est basée notamment sur les caractéristiques de la barrière géologique, exprimée en termes d'épaisseur et de conductivité hydraulique (K)
- Pour les déchets dangereux et non-dangereux, une contrainte importante est la présence en fond de casiers d'une barrière minérale de faible perméabilité ( $K < 10^{-9}$  m/s)
- Pour les situations où la barrière géologique ne répond pas complètement aux spécifications réglementaires, la Directive permet un « niveau de protection équivalent » et stipule qu' « *une barrière géologique artificielle ne peut avoir moins de 0,5 mètres d'épaisseur* »
- La Directive ne précise pas ce qui est entendu par « équivalent » et ne stipule par expressément que la barrière de 0,5 m doit avoir une  $K < 10^{-9}$  m/s sur toute son épaisseur

## Le problème de la « permittivité »

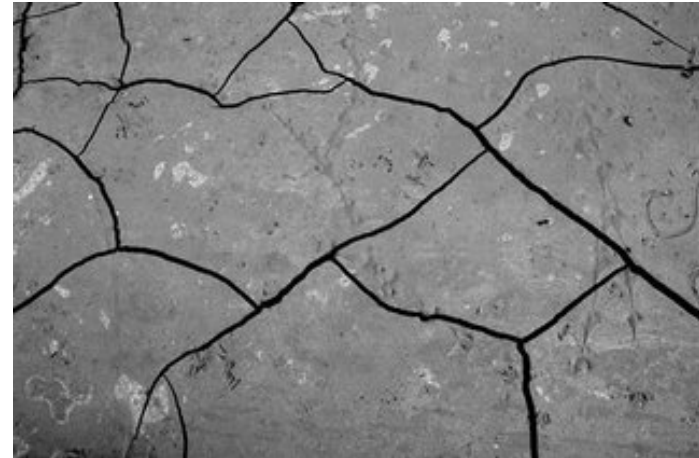
- Historiquement, la notion d'«équivalence» est liée à la notion de permittivité:

$$\psi = \frac{K}{e}$$

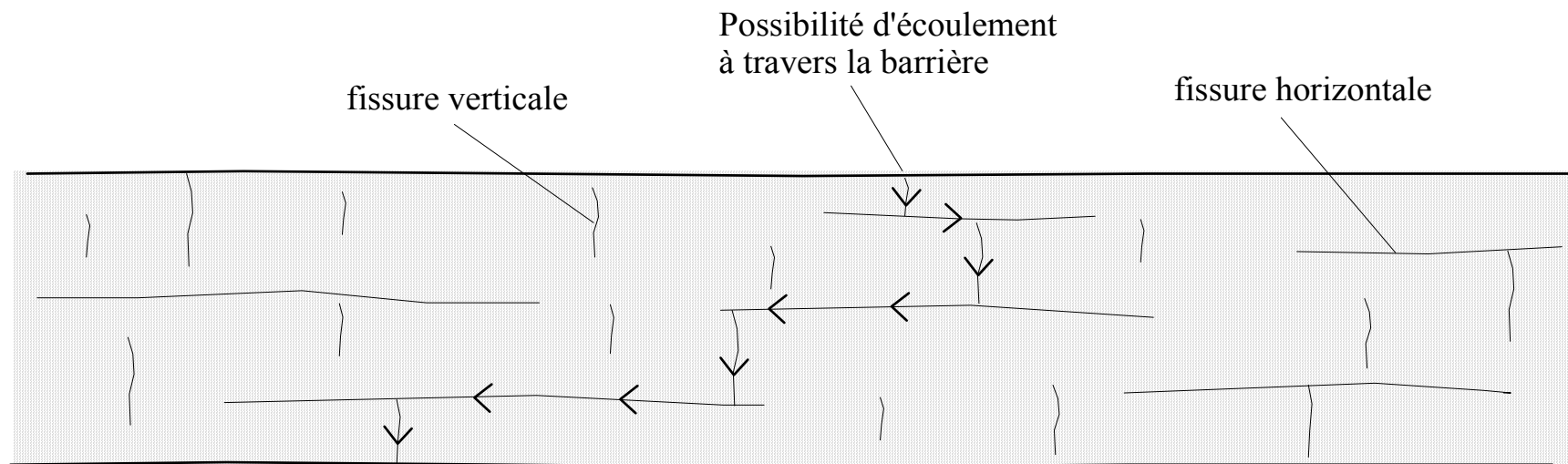
- Pour un même  $\psi$ , le temps nécessaire pour qu'une goutte d'eau traverse la barrière est le même
- Cette approche simpliste néglige plusieurs facteurs:
  - Ce n'est pas le temps qui nous intéresse mais le niveau d'impact
  - Elle néglige l'influence de la diffusion moléculaire sur la migration des polluants
  - Elle néglige le fait que lorsqu'on réduit l'épaisseur d'une barrière, on augmente les risques liés aux défauts des matériaux de la barrière

## Hétérogénéités des barrières

- Les barrières d'argile compactée sont hétérogènes (hétérogénéités de granulométrie, de teneur en eau, présence de fissures, de discontinuités entre les couches, ...)



- Lorsqu'on réduit l'épaisseur, on augmente la probabilité de continuité hydraulique préférentielle au travers de la barrière



## Hétérogénéités des barrières (suite)

- Les géosynthétiques bentonitiques (GSB) peuvent présenter des variations substantielles de la masse de bentonite par unité de surface, surtout dans le cas d'une couche sous-jacente irrégulière
- Effets des évolutions chimiques (échanges ioniques) ?

*Guyonnet, D., Gaucher, E., Gaboriau, H., Pons, C.-H. Clinard, C., Norotte, V., Didier, G. (2005) – Geosynthetic clay liner interaction with leachate : correlation between permeability, microstructure, and surface chemistry. Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering, 131(6), 740-749.*



# Synthèse de l'approche adoptée en France



DOCUMENT PUBLIC

*Guide de recommandations  
pour l'évaluation de « l'équivalence »  
en étanchéité passive d'installation de  
stockage de déchets*

*Version 2*

## Synthèse de l'approche adoptée en France (suite)

- Distinction claire entre barrières active et passive :

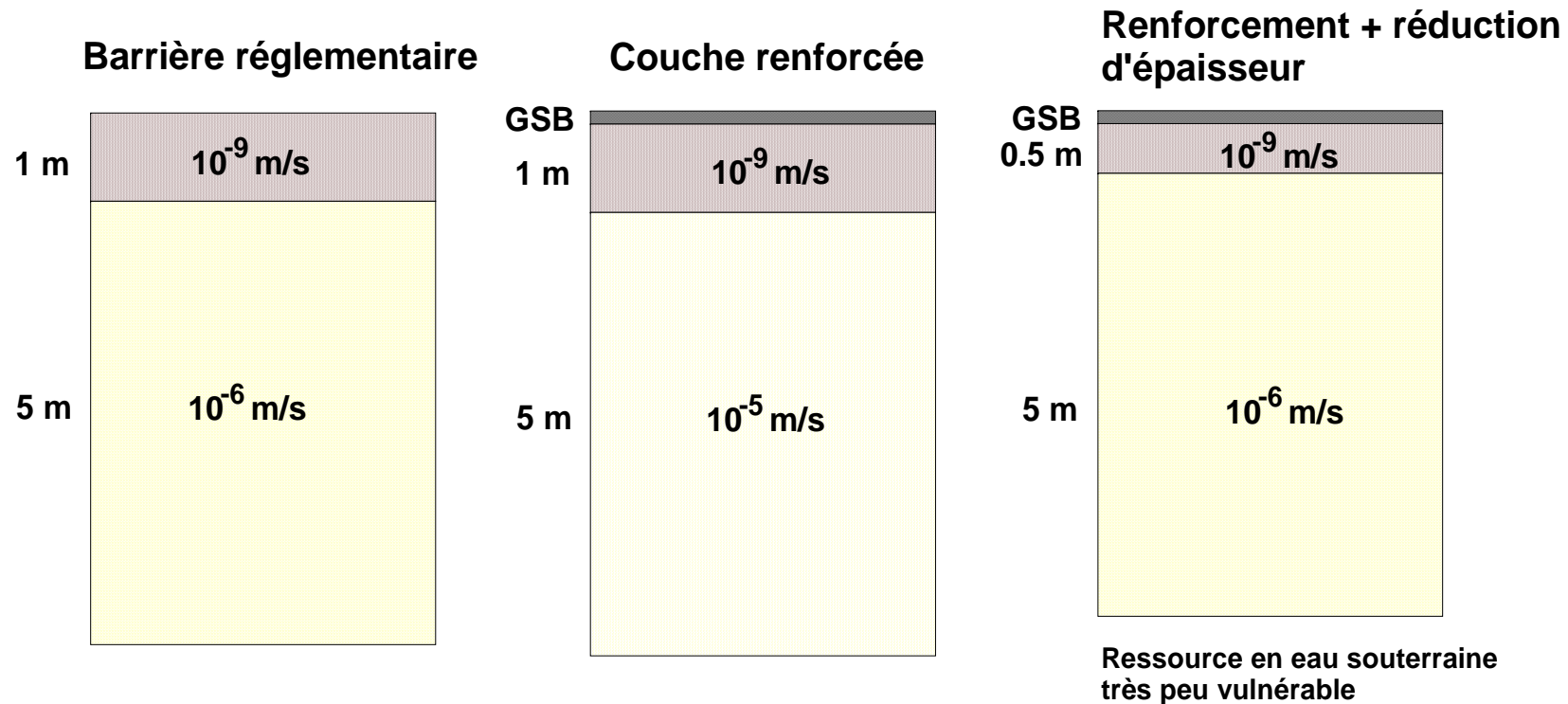
	Fonctions	Matériaux
<b>Barrière dite « active »</b>	Drainage	Granulaires, synthétiques
	Etanchéité active	Géomembrane
<b>Barrière dite « passive »</b>	Etanchéité passive	Argiles naturelles, GSB, sols traités, SBP, ...
	Atténuation	Milieu géologique naturel

- Spécificité de la réglementation Française pour le stockage des déchets non-dangereux : présence d'une couche d'atténuation sous la barrière minérale faiblement perméable ( $e > 5$  m,  $K < 10^{-6}$  m/s)

## Synthèse de l'approche adoptée en France (suite)

- Point important de l'approche : une faible vulnérabilité des eaux souterraines doit être démontrée clairement à partir d'investigations géologiques et hydrogéologiques adéquates
- Une réduction de l'épaisseur réglementaire de la barrière minérale faiblement perméable n'est tolérée que si la faible vulnérabilité est démontrée (garde-fou : 0,5 m)
- Les calculs des modèles sont d'importance secondaire (les modèles ne tiennent pas bien compte des hétérogénéités réelles)
- Les barrières alternatives (par ex. GSB) peuvent être utilisées en renforcement (non en remplacement) de barrières d'argile compactée, notamment lorsque la couche d'atténuation ne respecte pas complètement les spécifications réglementaires

# Illustration



Note: équivalence n'est pas synonyme de « GSB ». D'autres matériaux sont éligibles : traitements à la bentonite ou à la kaolinite, mélanges sable-bentonite-polymère, etc.

- Contrôle des GSB pour les applications en fond de casier de stockage

Indicateur	Valeur	Commentaires
Masse surfacique (kg/m <sup>2</sup> ) NF EN 14196	5	Masse sèche de bentonite (à 0% de teneur en eau)
Indice de gonflement libre (IG) XP P 84-703	≥ 24 cm <sup>3</sup> /2g	Valeur qui apparaît généralement dans les fiches produits des GSB
Capacité d'Echange Cationique (CEC) NF X 31.130	≥ 70 meq/100 g	Corrélé à la proportion de smectite
Proportion de CaCO <sub>3</sub> NF P 94-048	≤ 5% pondéral	Cette proportion de CaCO <sub>3</sub> aurait, après dissolution, la capacité de saturer une CEC de 75 meq/100 g avec des ions Ca <sup>2+</sup>
Isotopes Carbone et Oxygène	--	Dans le cas où on souhaite connaître l'origine de la bentonite

Guyonnet, D., Touze-Foltz, N., Norotte, V., Pothier, C., Didier, G., Gailhanou, H., Blanc, P. (2009) - Performance-based indicators for controlling geosynthetic clay liners in landfill applications. *Geotextiles & Geomembranes*, 27, 321-331.

## Principales conclusions

- L'approche Française de l'équivalence va dans le sens d'une interprétation sécuritaire de la Directive
- Dans cette approche, la priorité est donnée à la démonstration d'une faible vulnérabilité des eaux souterraines, par des études géologiques et hydrogéologiques adéquates
- Réduire l'épaisseur de la barrière minérale augmente les risques liés à la présence de défauts et donc la probabilité de continuité hydraulique préférentielle au travers de la barrière
- En France, les GSB peuvent être utilisés en renforcement de barrières minérales (non en remplacement)
- Pour l'épaisseur de la barrière minérale faiblement perméable, on conserve un garde-fou de 0,5 m

## Critères d'admission des déchets inertes

- Les exploitants d'installations de stockage de déchets inertes en France rencontrent des difficultés par rapport aux seuils « Déchets Inertes »
- Parfois des matériaux géologiques naturels (sables, marnes, schistes, ...) sans influence anthropique, ne respectent pas certains paramètres de la Décision du Conseil de 2002 (sels solubles, notamment  $\text{SO}_4$ )
- Ceci a des conséquences importantes notamment pour la gestion des terres excavées (lorsque ces terres sont exportées hors du site, qu'il y a des doutes et que des mesures sont effectuées)
- Parmi les solutions possibles : prise en compte d'un fond géochimique (en lixiviation) ?

## Illustration



### COMPOSITION mg / Litre:

Bicarbonates 403 - Calcium 486

Chlorures 10 - Magnésium 84

Sulfates 1187 - Sodium 9,1

Nitrates 2,7 - Potassium 3,2

- Une formation géologique en équilibre avec cette eau présenterait une émission cumulée en essai de lixiviation (prEN 12457-2) à LS = 10 L/Kg de 11870 mg/Kg !