



Durabilité des Géosynthétiques Bentonitiques dans les ouvrages

Camille Barral, Irstea/Cnam
Nathalie Touze-Foltz, Irstea
Didier Croissant, Irstea

Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



www.irstea.fr

Rappel sur les Géosynthétiques Bentonitiques
Revue bibliographique des travaux précédents
La structure de confinement et de protection
Prélèvements de GSB dans différents ouvrages (2010 – 2013)

Journée technique CFG - 25 mars 2014
La durabilité des géosynthétiques dans les ouvrages

Utilisation des Géosynthétiques Bentonitiques (GSB)

XP P 84-700

Produit manufacturé en forme de nappe constitué d'un assemblage de matériaux comportant au moins de la bentonite, en poudre ou granules, assurant la **fonction étanchéité** et de un ou plusieurs géosynthétiques utilisés comme support ou conteneur, utilisé dans le domaine de la géotechnique et du génie civil

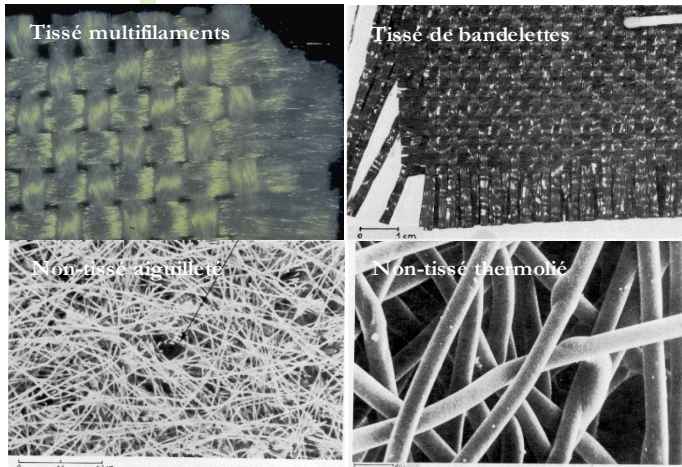


Gonflement élevé et faible perméabilité sous contrainte

$$K = 10^{-12} \text{ m/s} - 10^{-11} \text{ m/s}$$



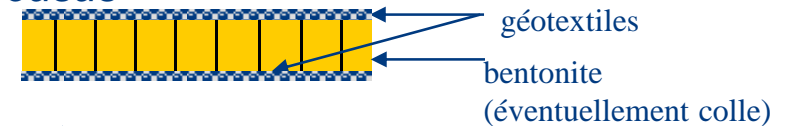
Différents types de GSB



Collés



Cousus



Aiguilletés



Thermoliés



Bentonite :

- en poudre / en granulés;
- sodique / calcique activée (*ajout de carbonate de sodium*) / calcique

Possibilité **d'échange de cations** entre le fluide percolant et la double couche électronique (*substitution de Na^+ par Ca^{2+} dans une bentonite*)
 → augmentation de la conductivité hydraulique du sol.

Les cycles de **dessiccation/hydratation** peuvent affecter les propriétés d'un GSB
 → les fentes de dessiccation apparaissent

Nombreuses études in situ 2001 - 2010

Notamment:

Mansour (2001)

Melchior (2002)

Mackey and Olsta (2004)

Benson et al. (2007)

Meer and Benson (2007)

Zanzinger (2008)

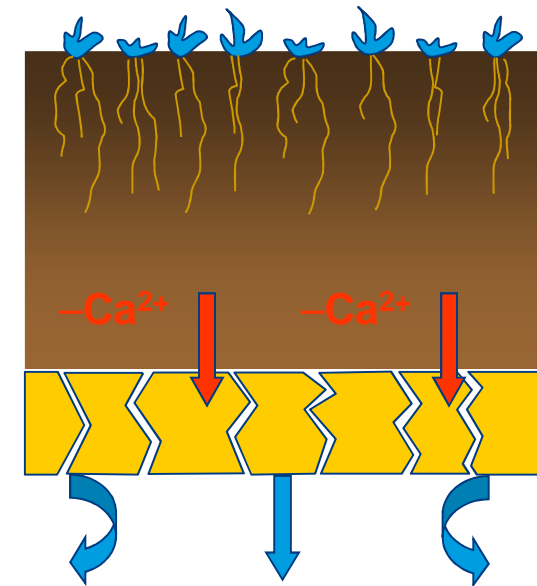
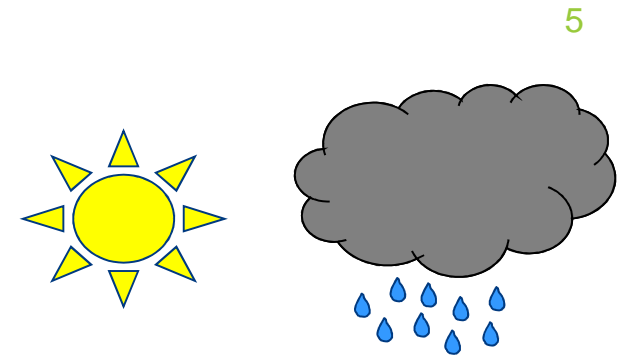
Buckley et al. (2010)

- ➡ L'échange cationique dans les GSB in situ se produit en environ 1 à 2 ans
- ➡ A cause de cet échange cationique la conductivité hydraulique du GSB augmente d'un ordre de magnitude par rapport au GSB vierge
- ➡ Une seule dessiccation peut empêcher l'auto-cicatrisation des GSB lorsqu'elle est couplée à l'échange cationique
- ➡ Sous le climat d'Europe centrale une épaisseur de couverture de 1 m au dessus du GSB est suffisante pour éviter la dessiccation du GSB
- ➡ Meer and Benson (2007)
La conductivité hydraulique des GSB excavés n'est pas directement reliée à l'épaisseur de couverture au dessus des GSB mais est reliée à la teneur en eau des GSB lors de leur prélèvement: $W_{GSB} > 100\%$



Structure de confinement et de protection du GSB

- **Matériaux de confinement**
 - ne pas favoriser l'échange cationique
 - posséder une capacité de stockage d'eau utile élevée
- **Épaisseur du confinement minimale de 1 m**
 - apporter la contrainte minimale
 - maintenir un climat stable humide dans les pores du sol
- **Couche drainante**
 - limiter la charge hydraulique sur le GSB
 - éviter les succions entre la couche réservoir et le GSB
- **Végétation**
 - les racines ne doivent pas atteindre la couche réservoir
 - les racines ne doivent pas pénétrer au travers du GSB



(Fascicule n° 13 CFG)

Exhumation de GSB après plusieurs années de service

→ informations générales sur la durabilité des géosynthétiques placés en situation réelle dans des ouvrages

Entre 2010 et 2013: **prélèvement de GSB en couverture de 9 ouvrages**



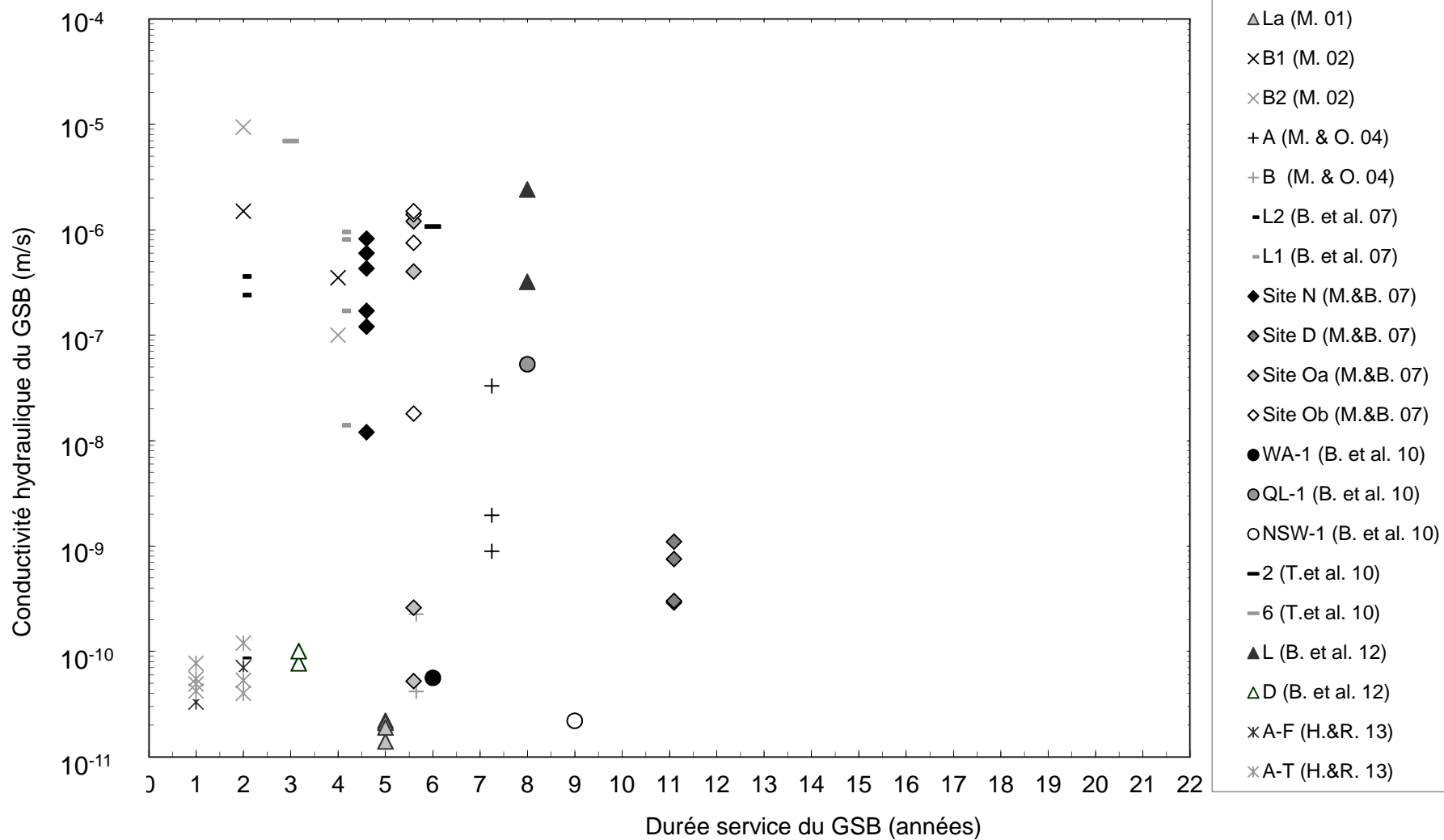
Essais de laboratoire sur les GSB exhumés

- Teneur en eau et masse surfacique du GSB (*EN 14 196*)
- La mesure de l'épaisseur du GSB (*EN 9863-1*)
- Détermination de l'indice de gonflement de l'argile (*XP P84-703*)
- Capacité d'échange cationique (*NF X 31.130*)
fraction molaire des cations (sodium, calcium, potassium, magnésium) de la bentonite (*NF X 31.130*)

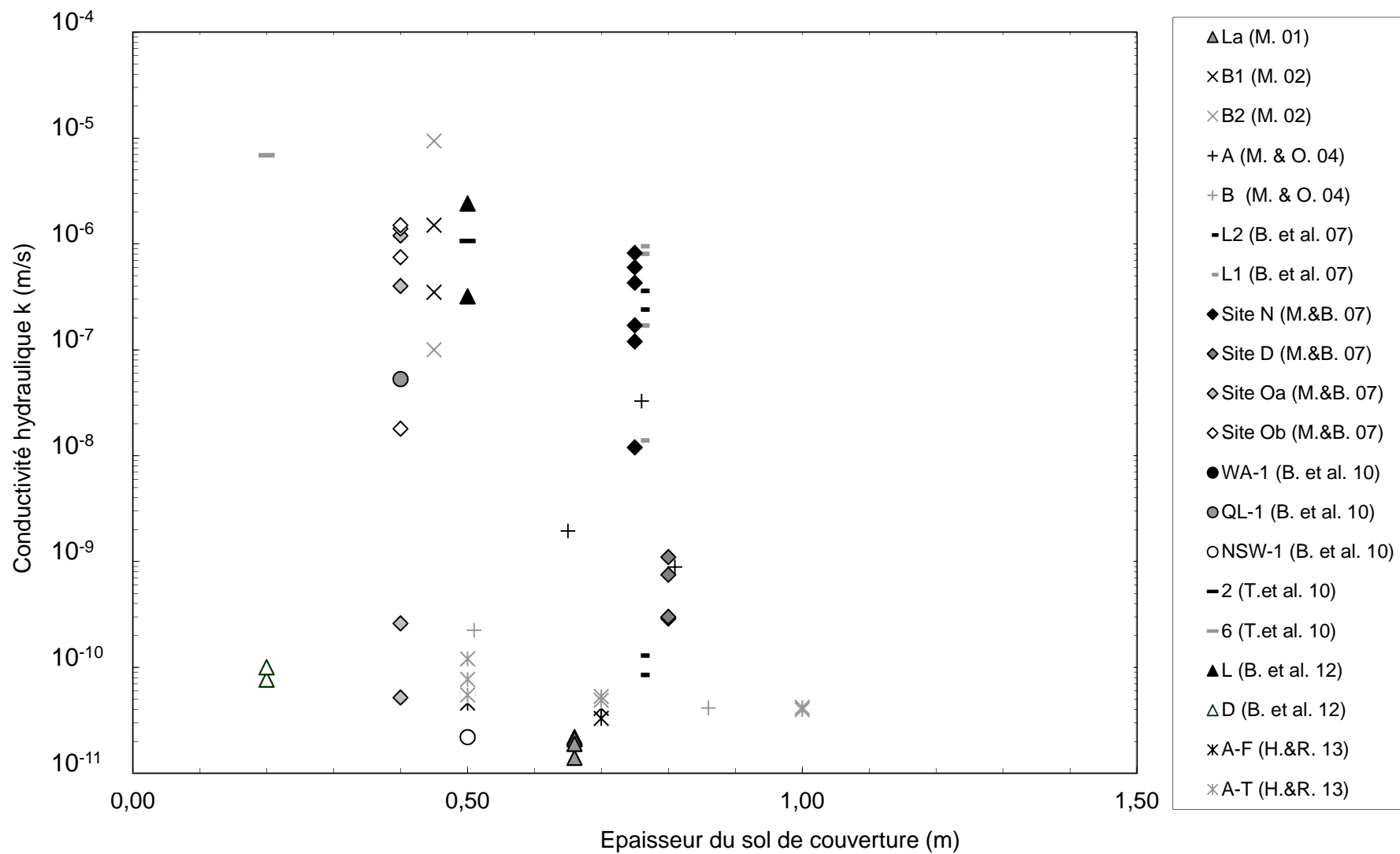


- Détermination à l'oedoperméamètre des caractéristiques de gonflement – perméabilité à l'eau sous contrainte (*XP P84-705*)

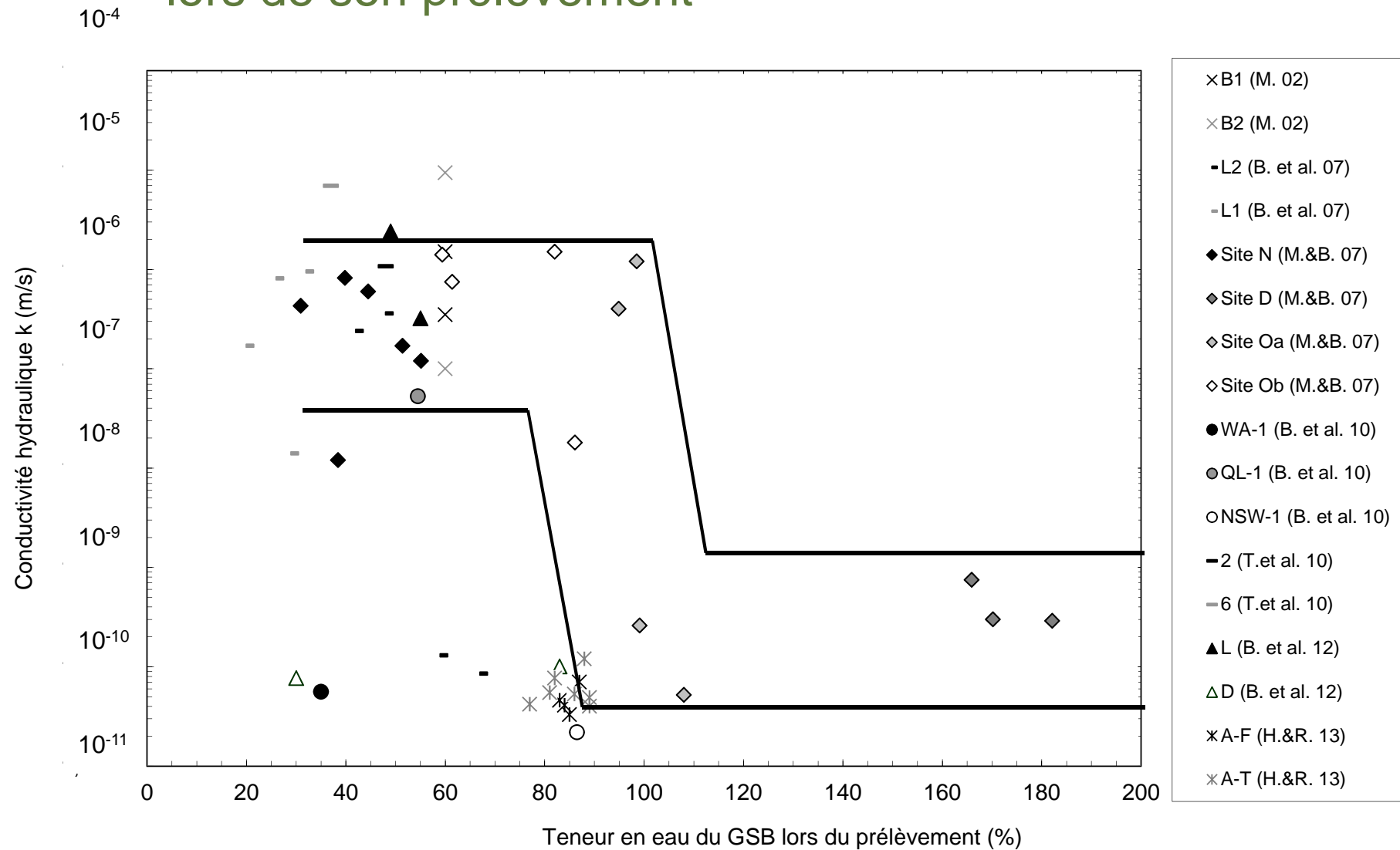
Influence de la durée de service du GSB



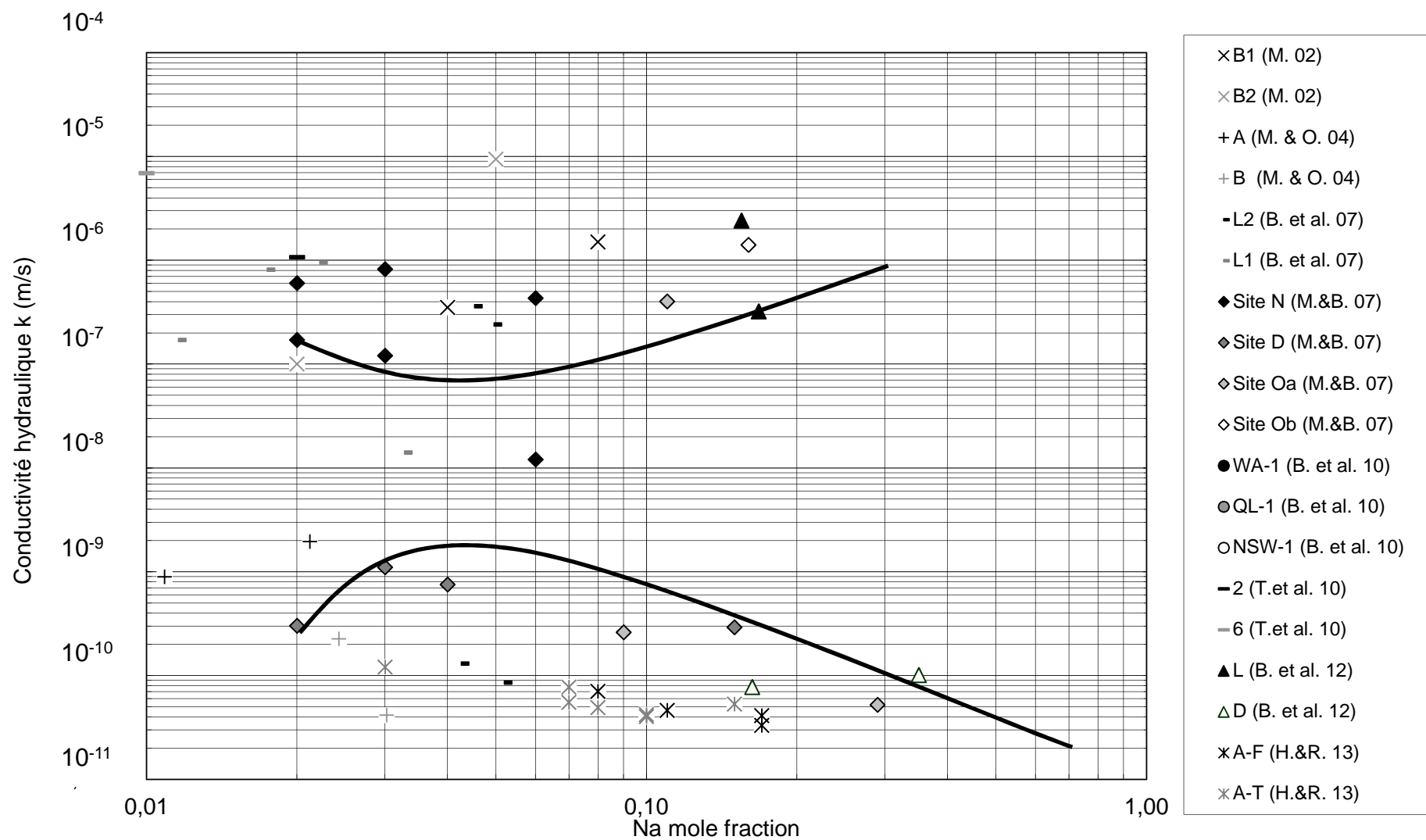
Influence de l'épaisseur du sol de couverture



Influence de la teneur en eau du GSB lors de son prélèvement



Influence de la teneur en Na





Conclusion et perspectives



Importance de l'absorption de l'humidité par le GSB au contact des sols des couvertures

Cette absorption est influencée:

- **par les variations de température (cycle journalier, saisons) et par la contrainte appliquée sur le GSB**
 - *épaisseur minimale de la couverture*
- **par le type de liaison du GSB et par la forme de la bentonite**
 - *courbe de rétention d'eau des GSB*
- **par le type de sol de couverture**
 - *lien avec la courbe de rétention d'eau du sol*



Influence de la masse surfacique du GSB



Influence de la première hydratation du GSB



Merci de votre attention