

Journée du CFMS
« Géotechnique ferroviaire »
CNAM , Paris , 28 janvier 2009

Comportement d'un microballast sous sollicitations cycliques

K. Karraz^{1,2}, J. Canou¹, J.-C. Dupla¹, G. Bonnet²

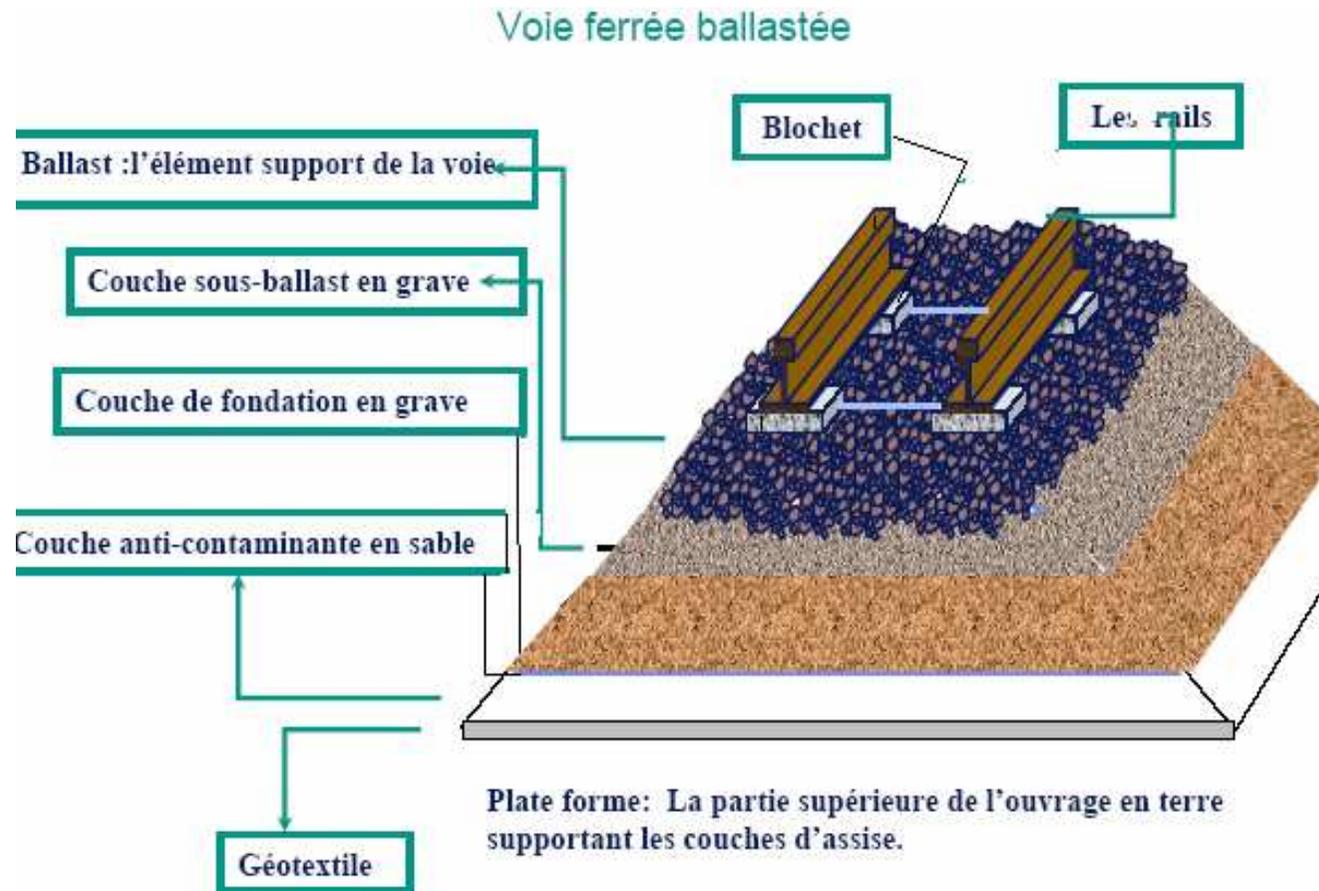
¹ UR Navier-CERMES (ENPC- Univ. Paris-Est)

² Labo MSME (Univ. Paris-Est)

Plan de la présentation

- **Contexte, objectifs**
- **Dispositif expérimental**
- **Matériau utilisé**
- **Comportement sous cisaillement monotone**
- **Comportement sous cisaillement cyclique**
- **Cas des grands nombres de cycles**
- **Conclusions**

Contexte

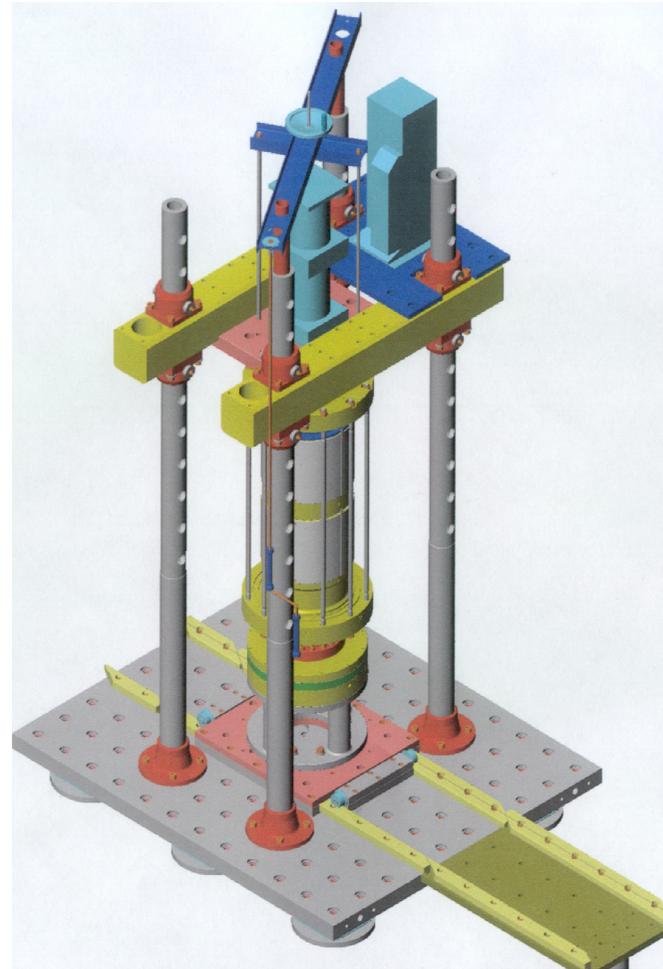
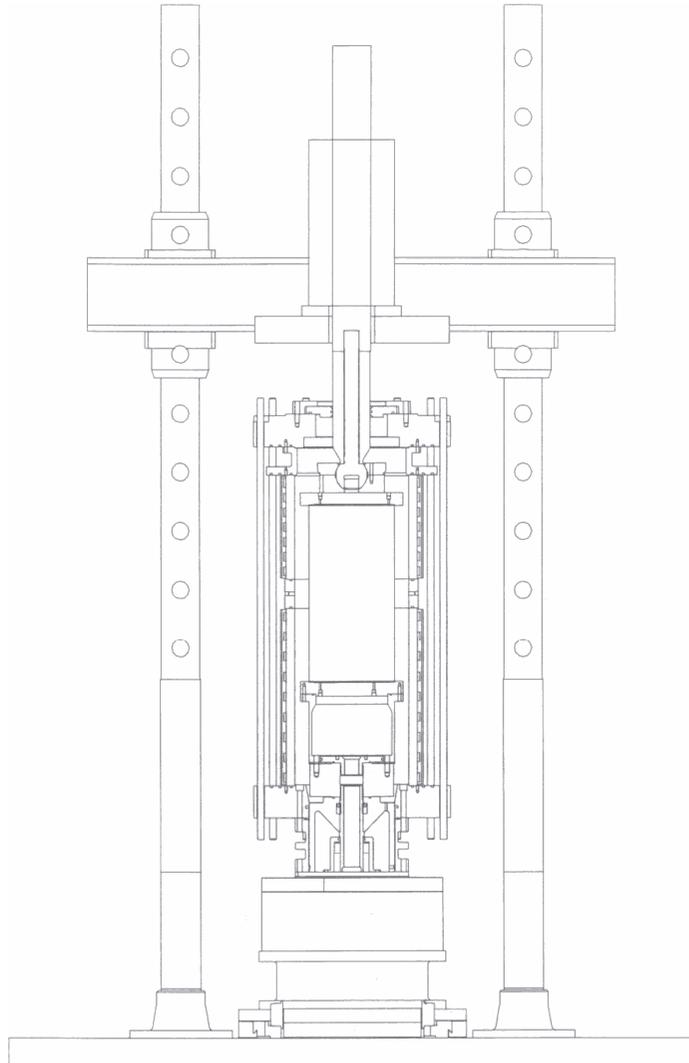


Objectifs

- Mieux comprendre le comportement du ballast à l'appareil triaxial : essai de comportement élémentaire
- Identifier les mécanismes de déformation et de « vieillissement » du matériau
- Mettre en évidence les paramètres importants. Quantifier leur influence
- Développer un modèle de comportement approprié pour le ballast
- Valider ce modèle sur des expérimentations simplifiées du type modélisation physique
- Incorporer le modèle de comportement du ballast dans un modèle de calcul de la voie
- Valider le modèle de calcul de la voie. En faire, si possible, un outil prédictif

Dispositif expérimental :

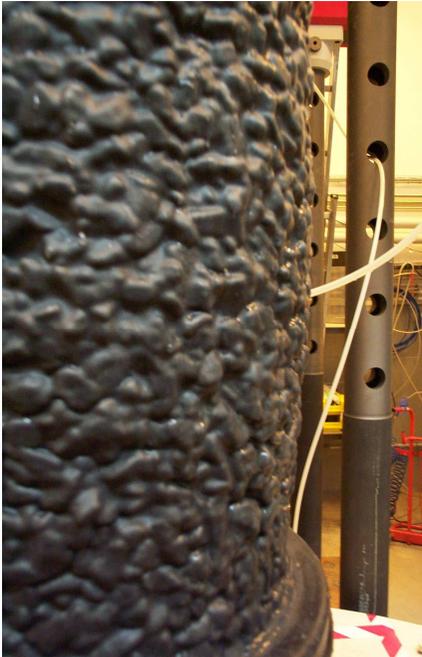
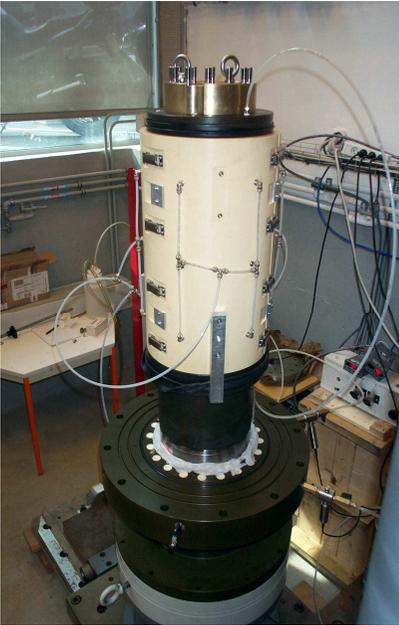
Dispositif triaxial dynamique pour grosses éprouvettes ($\Phi 300$ mm)



Dispositif expérimental :
Dispositif triaxial dynamique pour grosses éprouvettes ($\Phi 300$ mm)



Procédure expérimentale



Paramètres a priori intéressants

- **Caractéristiques du matériau :**

matériau constitutif, granulométrie, angularité, rugosité, dureté ...

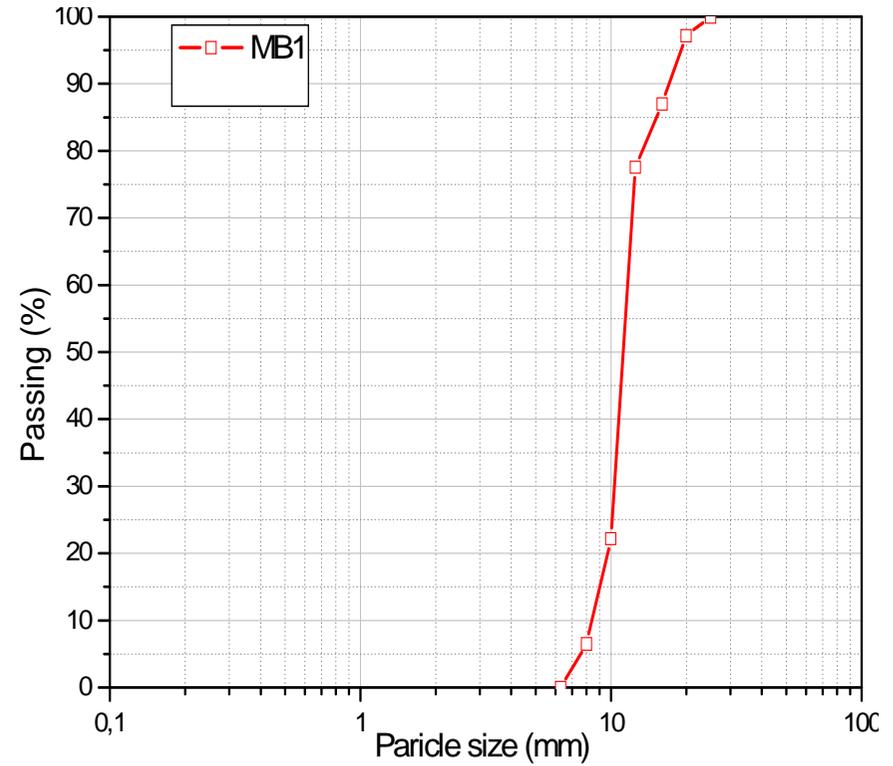
- **Etat initial :**

Etat de compacité, niveau de confinement, teneur en eau, température, gel - dégel...

- **Caractéristiques de la sollicitation cyclique :**

Amplitude, fréquence, trajet de chargement, nombre de cycles, chargements séquentiels ...

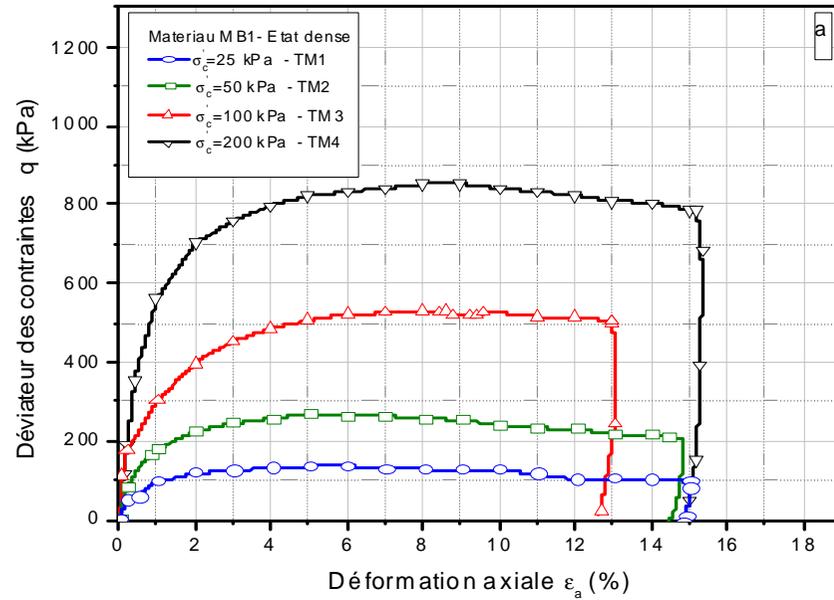
Matériau testé



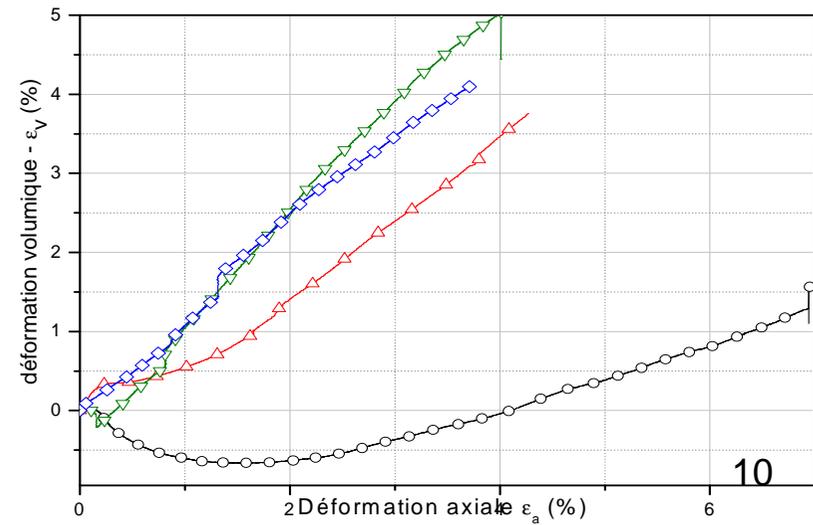
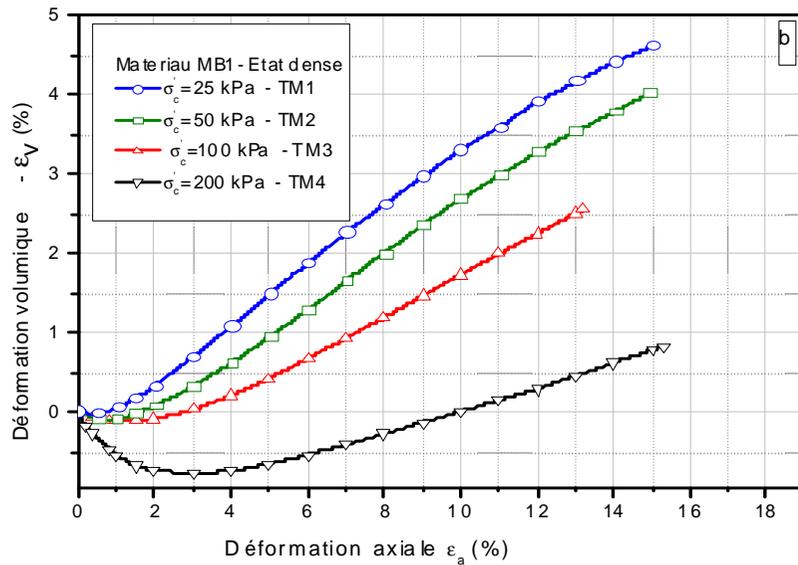
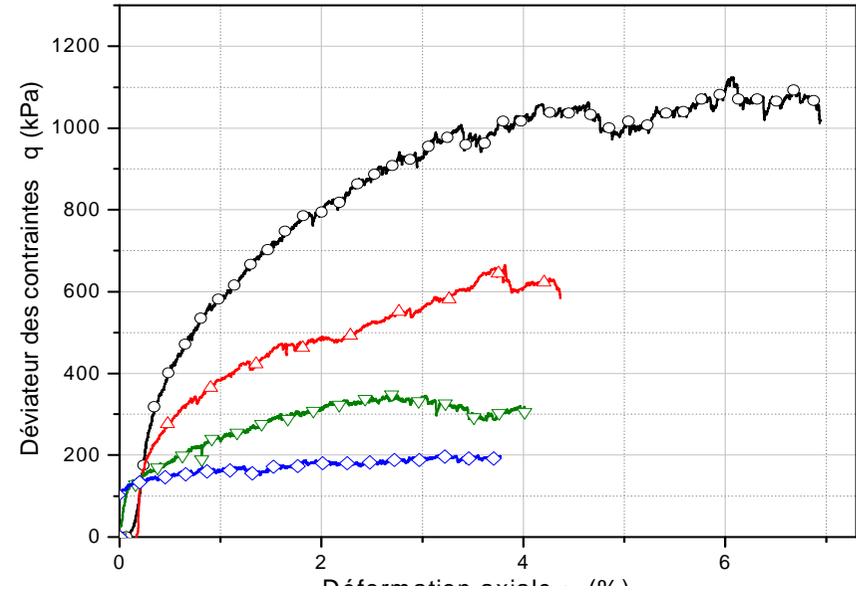
Ballast à l'échelle 1/3 (microballast) : diorite 7-22 mm

Comportement sous cisaillement monotone

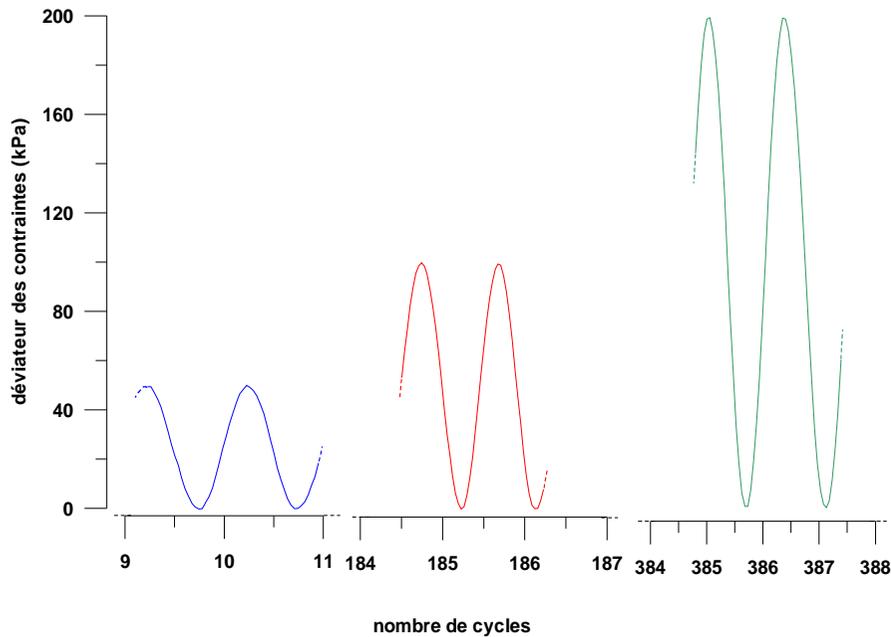
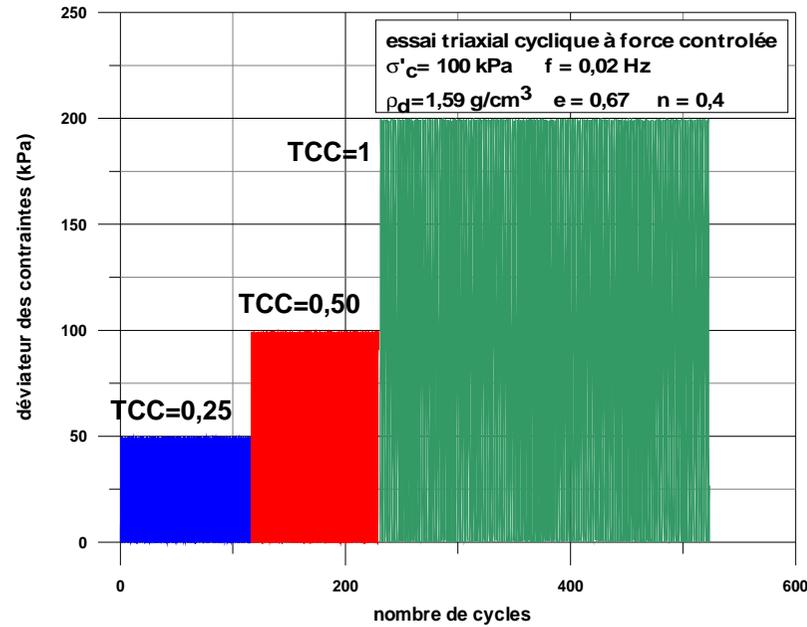
Eprouvettes $\Phi 300$ mm



Eprouvettes $\Phi 100$ mm



Cisaillement cyclique : résultats typiques



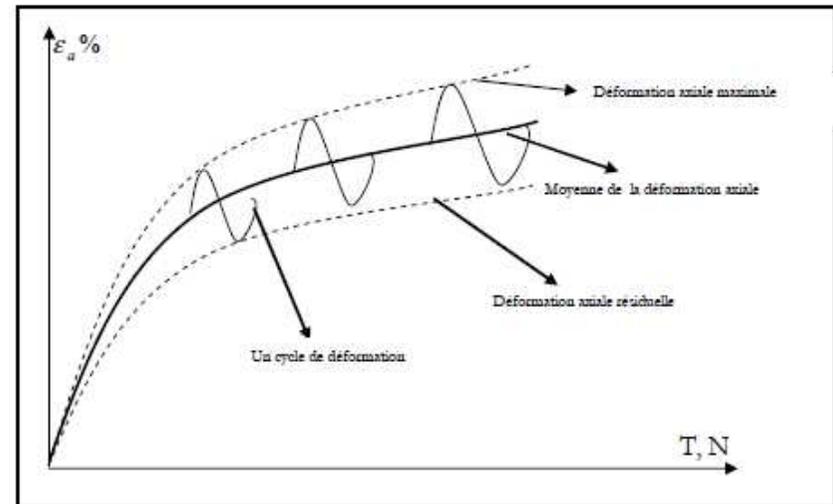
σ'_c : contrainte de consolidation isotrope

Δq_{cyc} : amplitude du chargement cyclique

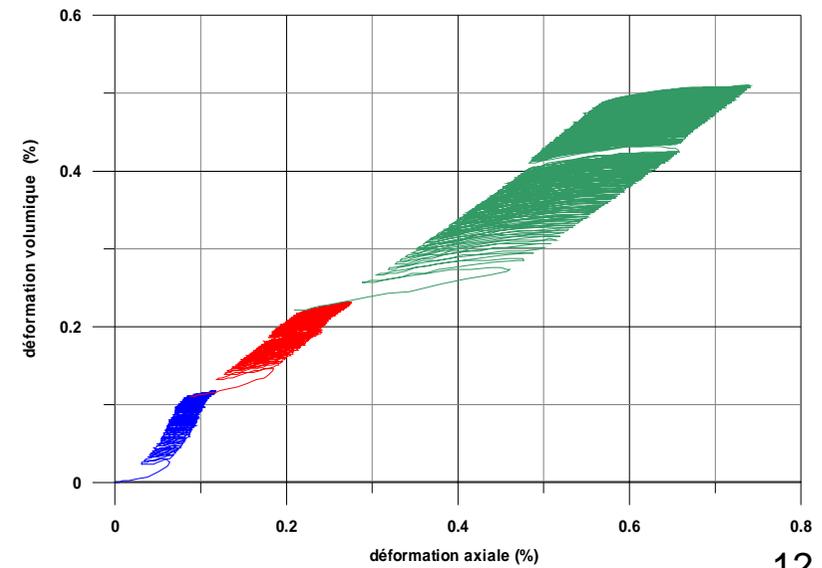
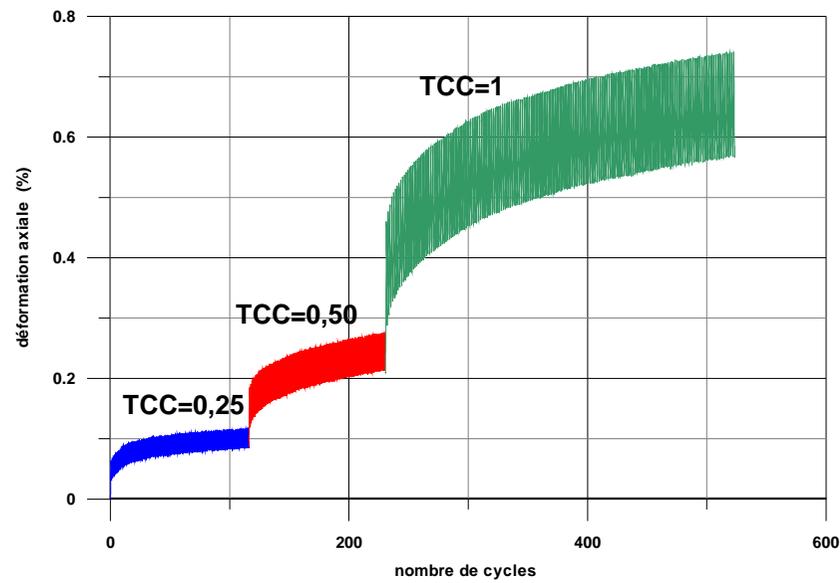
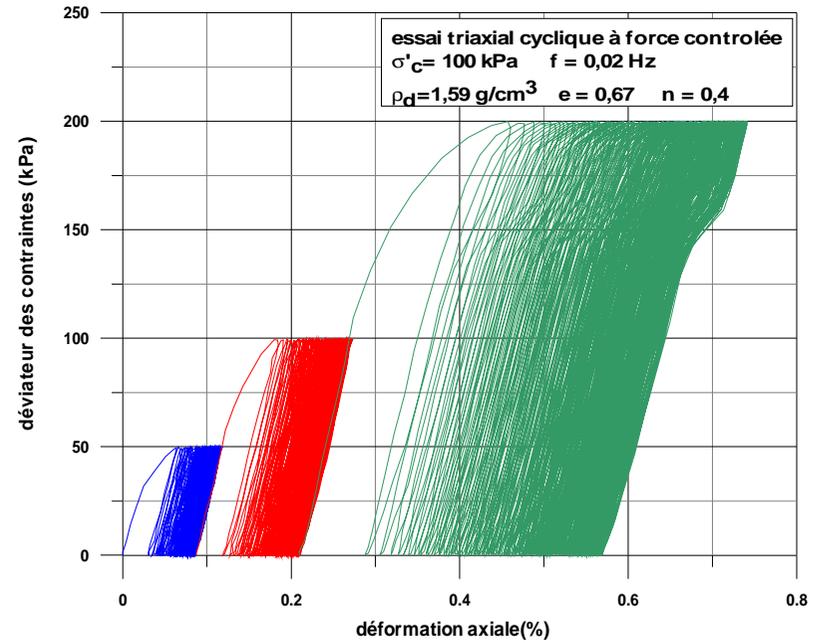
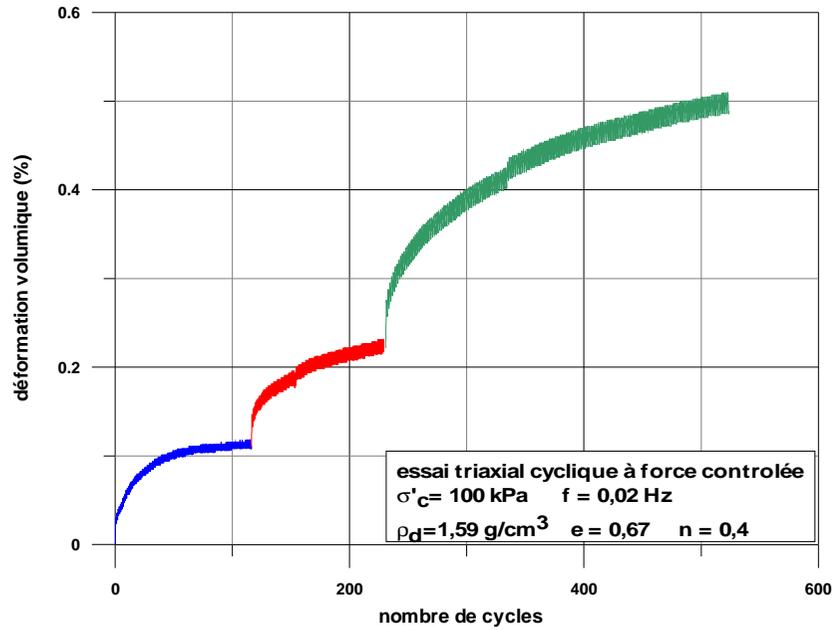
Type de chargement : non alterné

$$TCC = \Delta q_{cyc} / 2\sigma'_c = \zeta_{cyc} / \sigma'_c :$$

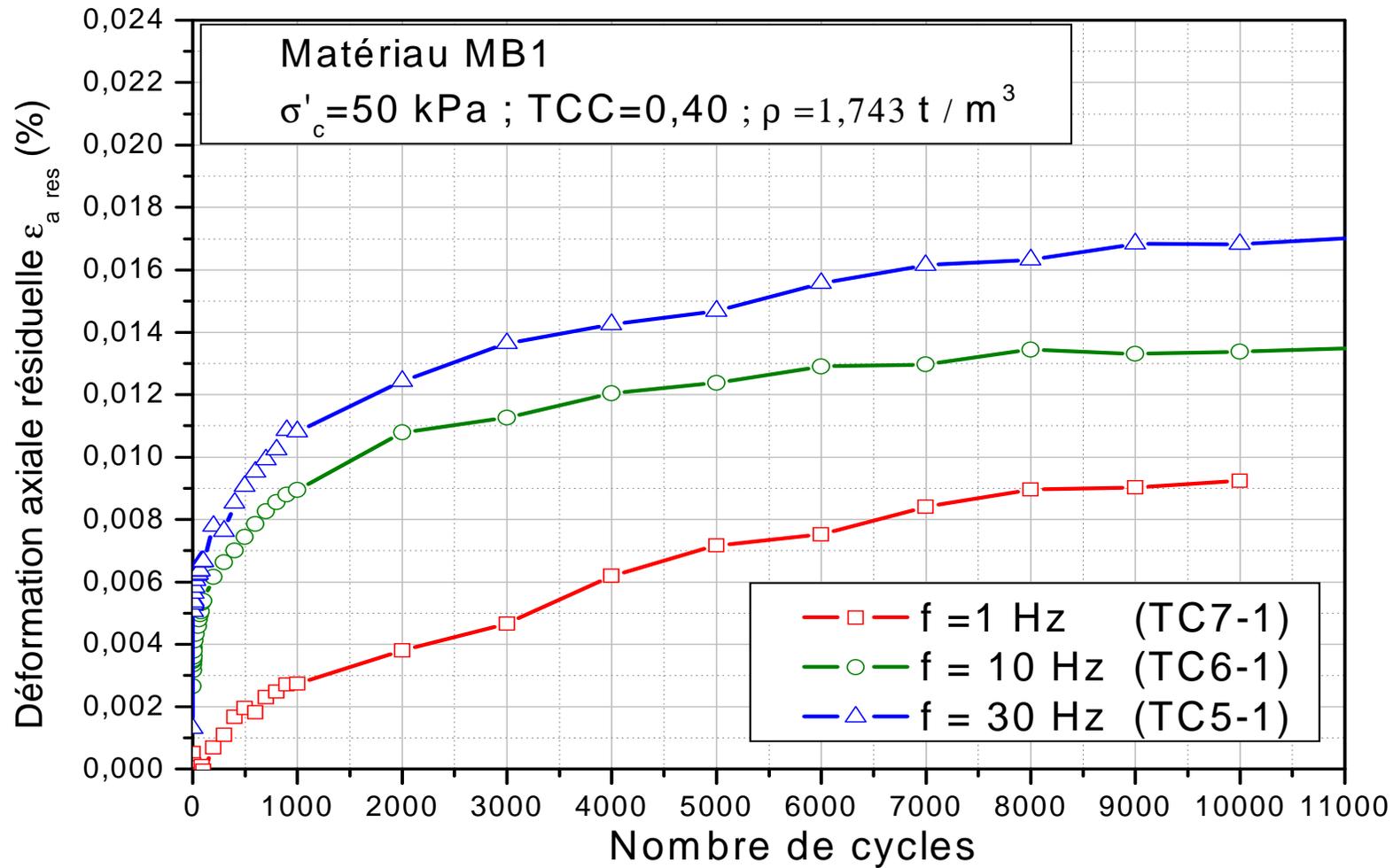
taux de cisaillement cyclique



Cisaillement cyclique : résultats typiques

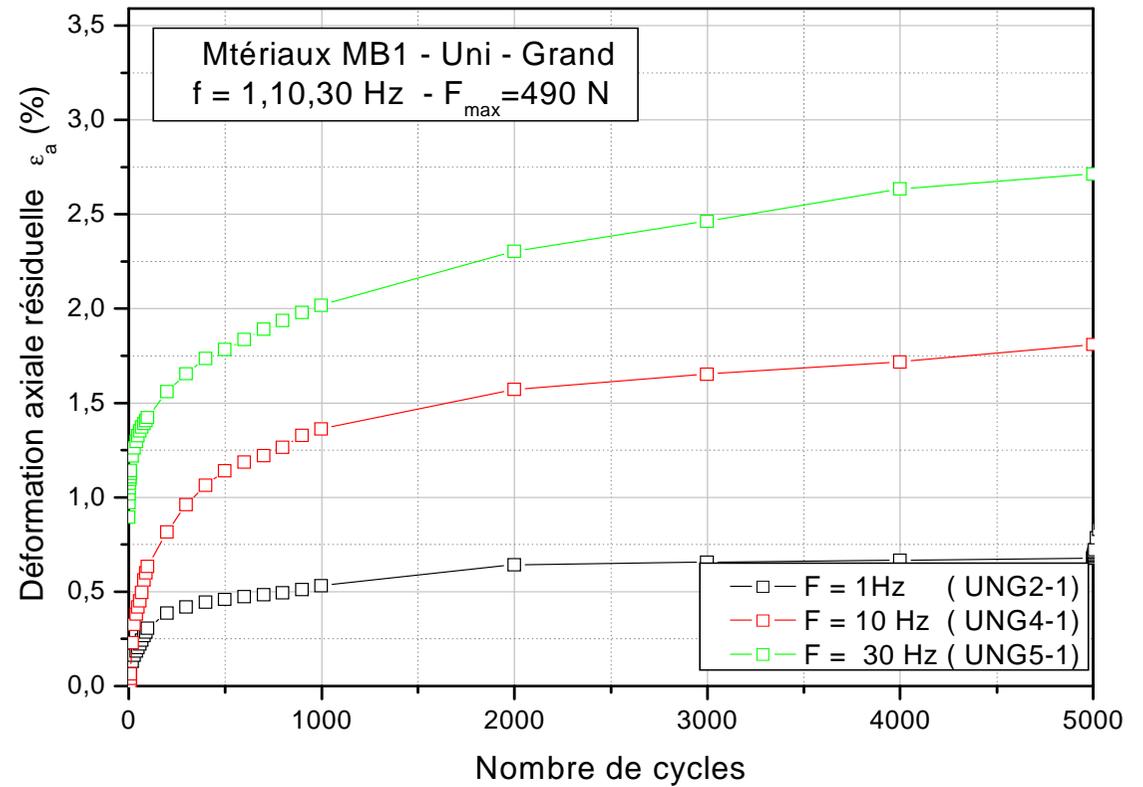
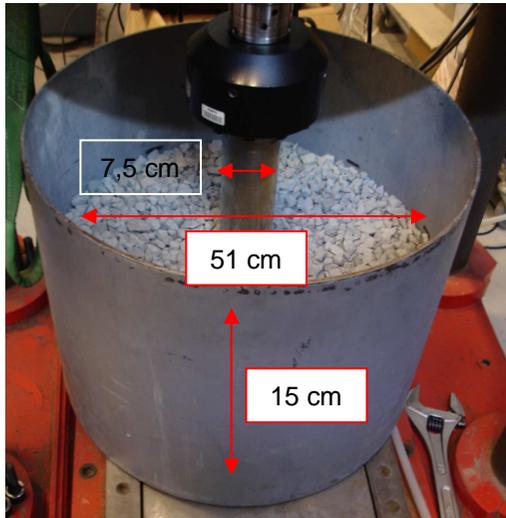


Influence de la fréquence de sollicitation



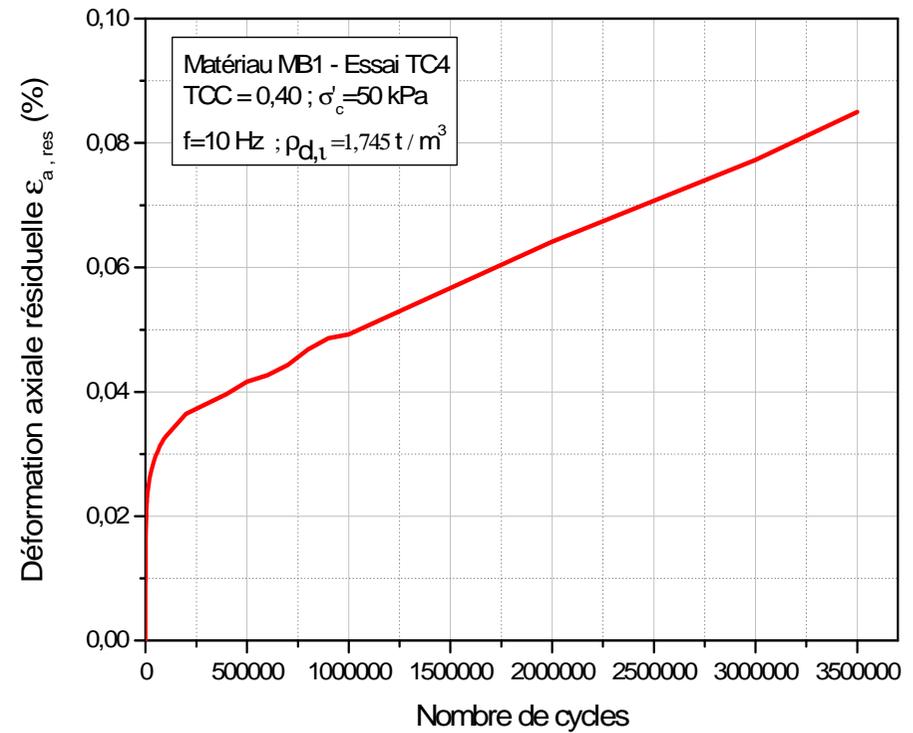
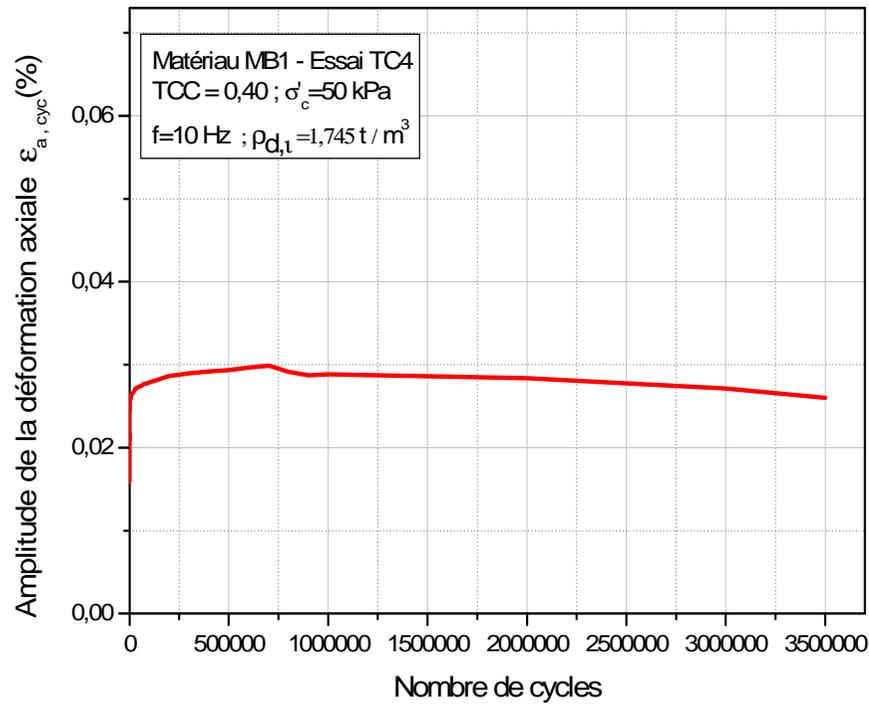
Modèle physique de poinçonnement cyclique

Influence de la fréquence de sollicitation



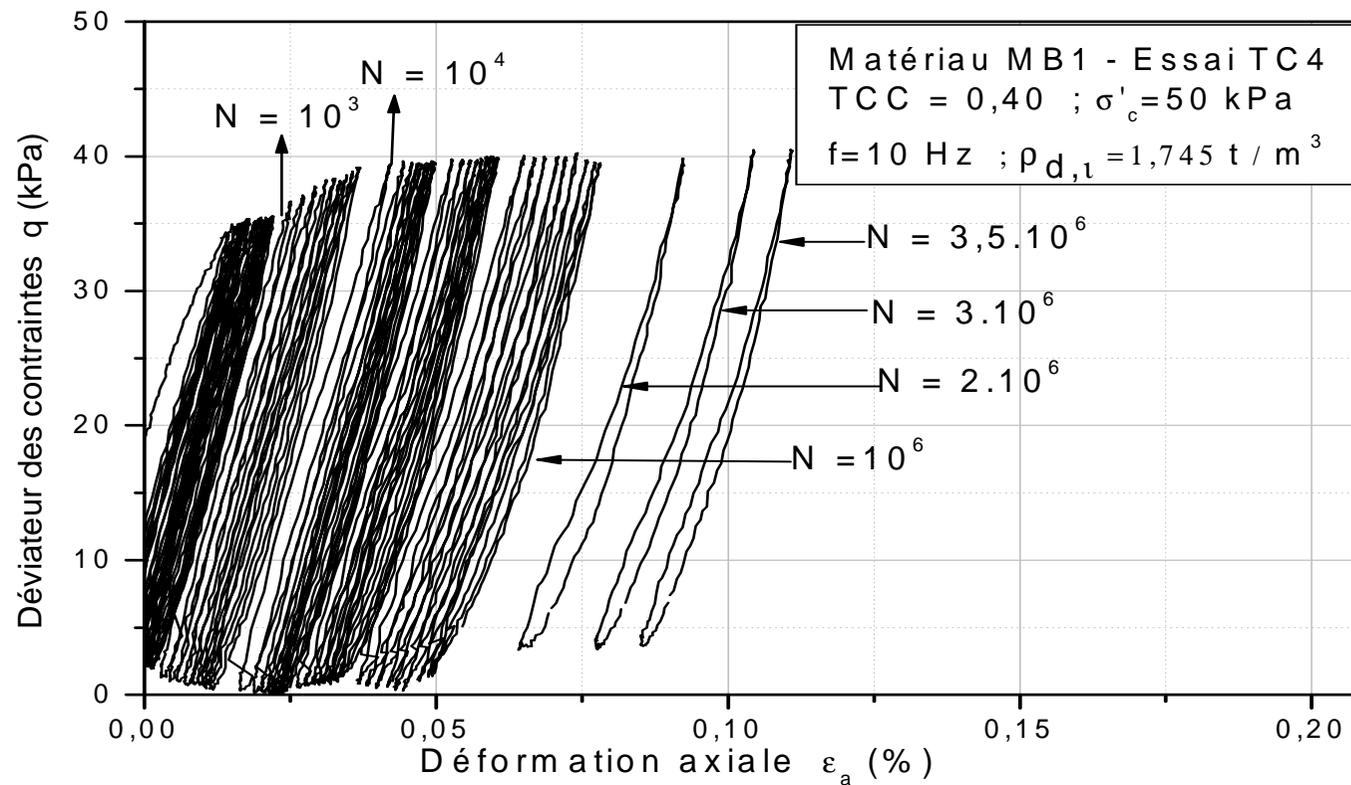
Essai triaxial à grand nombre de cycles

$\rho_d = 1,75 \text{ t/m}^3$ $\sigma'_c = 50 \text{ kPa}$ $\Delta q_{cyc} = 40 \text{ kPa}$ $TCC = 0,40$ $f = 10 \text{ Hz}$ $N_{max} = 3\,500\,000$



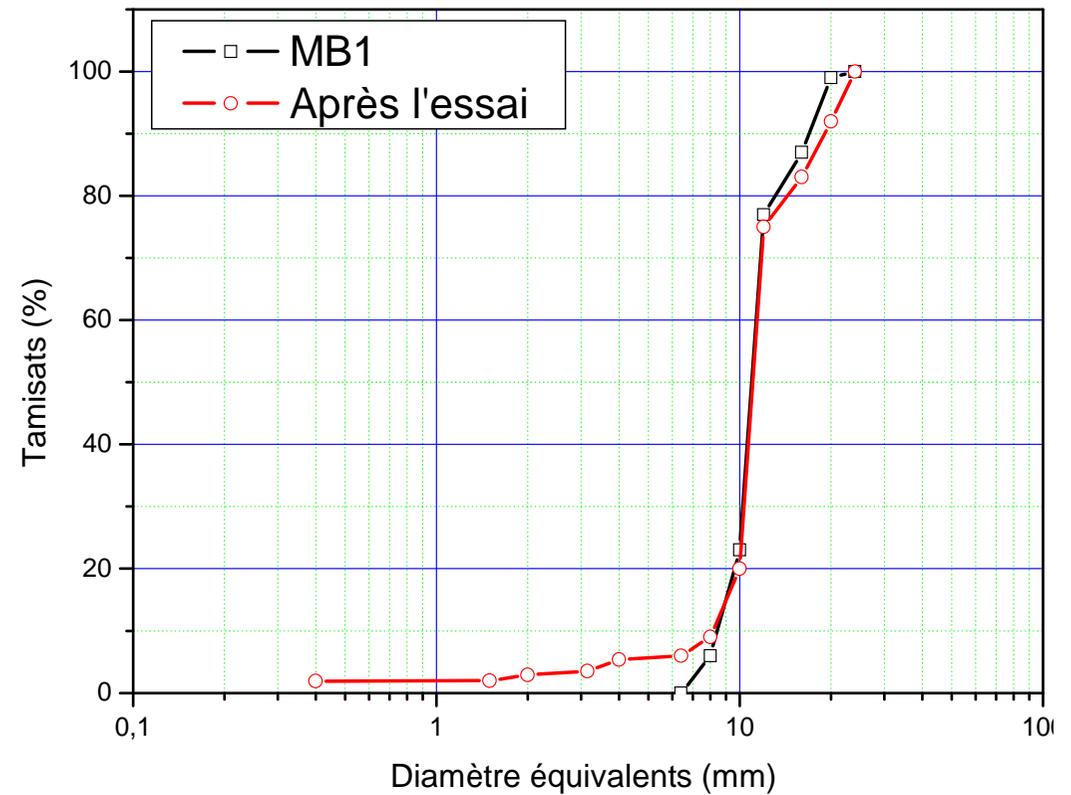
Essai à grand nombre de cycles

Evolution des cycles contrainte-déformation



« Vieillissement » du microballast

Phénomène d'attrition des grains avec production de fines



Conclusions

- *Intérêt du dispositif triaxial cyclique pour étudier le comportement du microballast*
- *Mise en évidence et quantification de l'influence de paramètres significatifs*
- *Mise en évidence des mécanismes de « vieillissement »*

- *Poursuivre et approfondir l'étude paramétrique : influence du trajet de chargement, teneur en eau...*
- *Lien entre microballast et ballast à l'échelle 1 (loi d'échelle)*
- *Développement d'une loi de comportement complète (base des travaux de Gidel (2001), Abdelkrim (2004), Karraz (2008)*
- *Validation de la loi sur des essais de modélisation physique (poinçonnement de semelle)*
- *Incorporation de la loi dans un modèle de calcul global de réponse de voie*