

# **Petits grains et gros grains – Continuité du comportement de matériaux granulaires, de l'échelle millimétrique à l'échelle décimétrique**

Comportement des matériaux granulaires  
essentiellement régi par (cf travaux J. BIAREZ):

- Nature et forme des grains
- Granularité
- Densité relative
- Etat de contrainte

# Petits grains et gros grains

Sur la base :

- d'essais d'identification
- d'essais triaxiaux statiques et cycliques (diamètres 250mm à 625mm)
- d'essais à la colonne résonante de diamètre 1m (Prange, 1981)

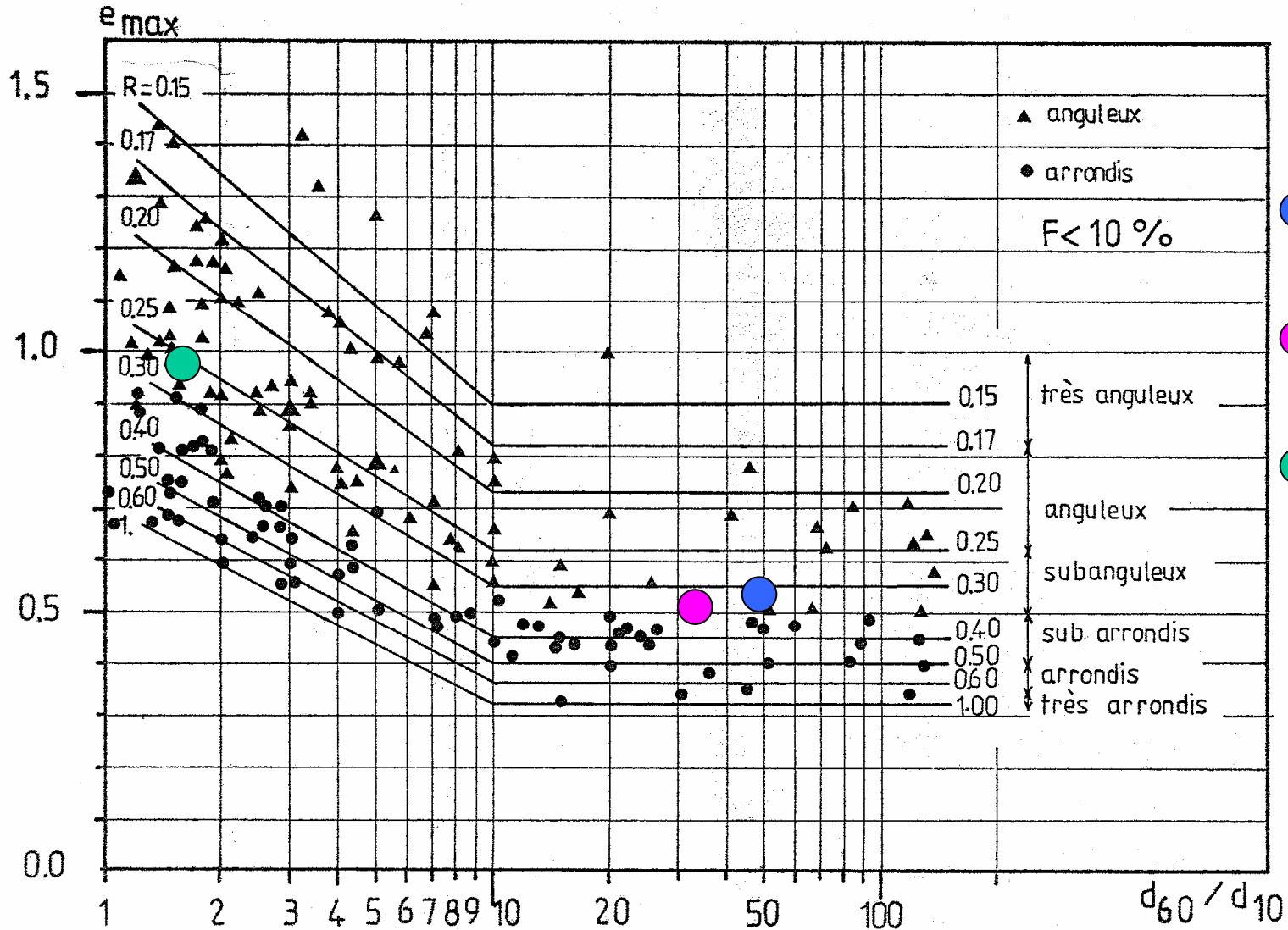
les lois et corrélations développées pour les sables s'appliquent aussi aux graves et ballasts.

# Petits grains et gros grains

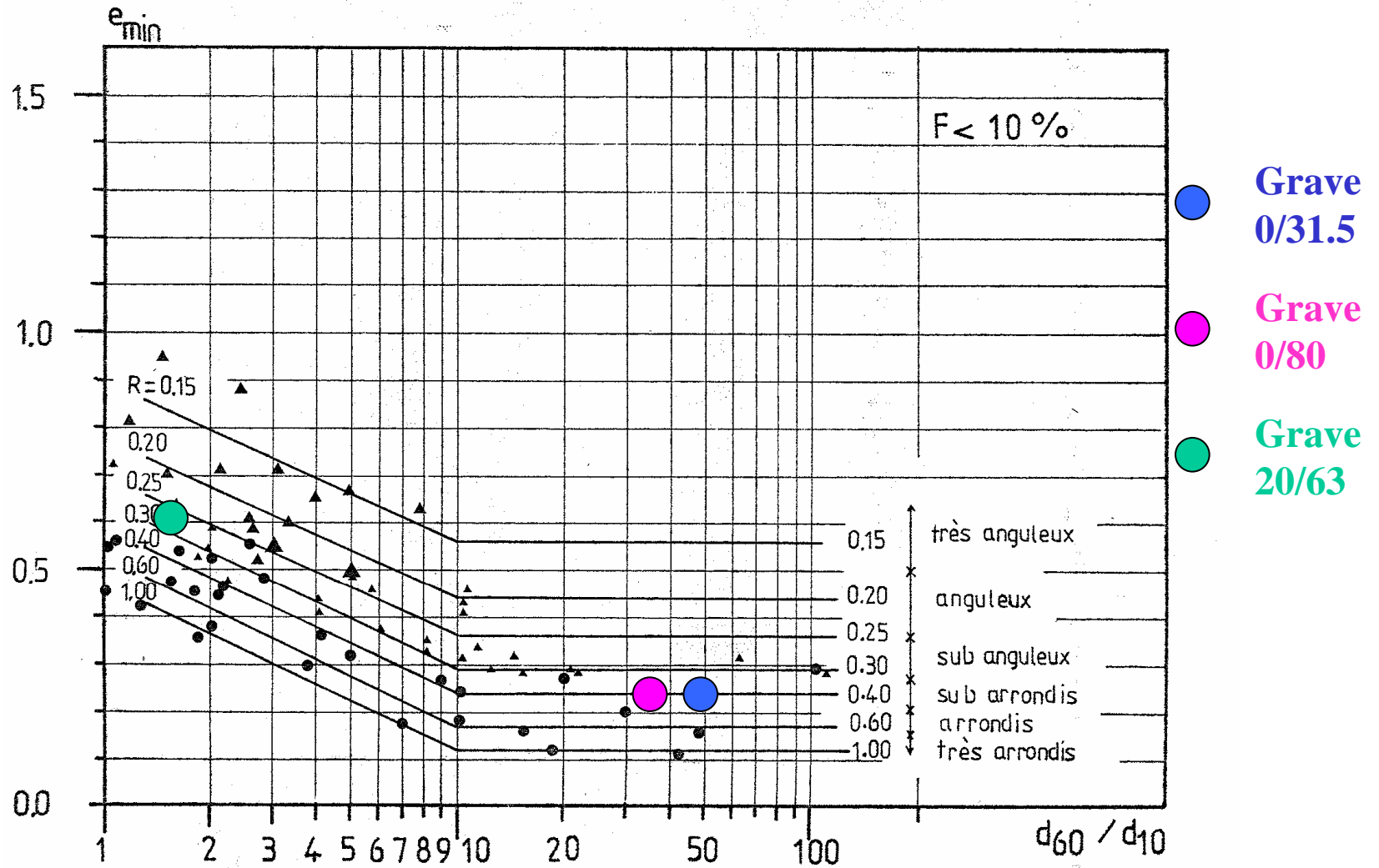
Densités minimales et maximales :

- Pour les sables,  $e_{\max}$  et  $e_{\min}$  sont fonction essentiellement de l'angularité et du coefficient d'uniformité  $d_{60}/d_{10}$
- Les graves vérifient les mêmes lois

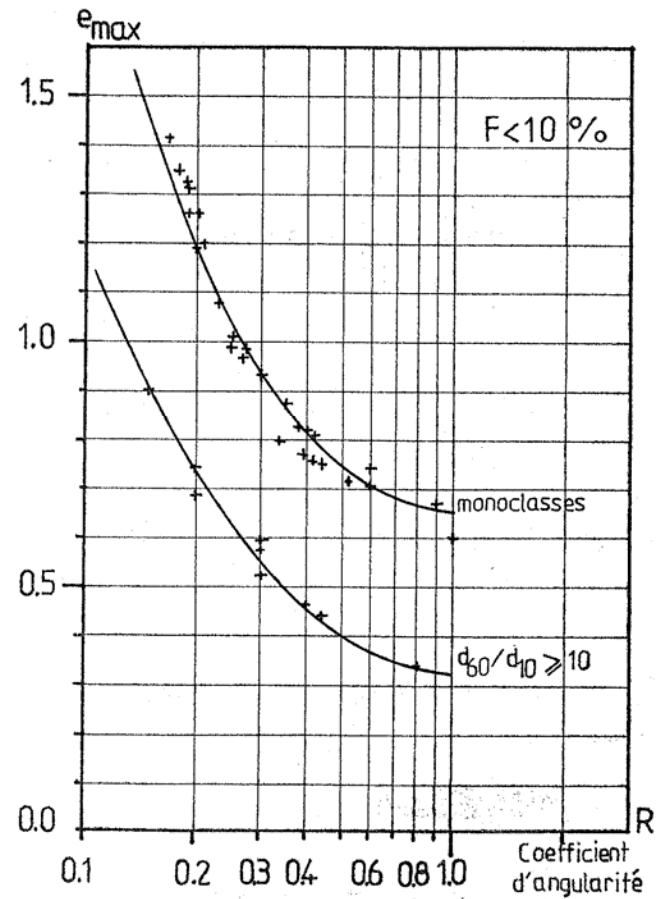
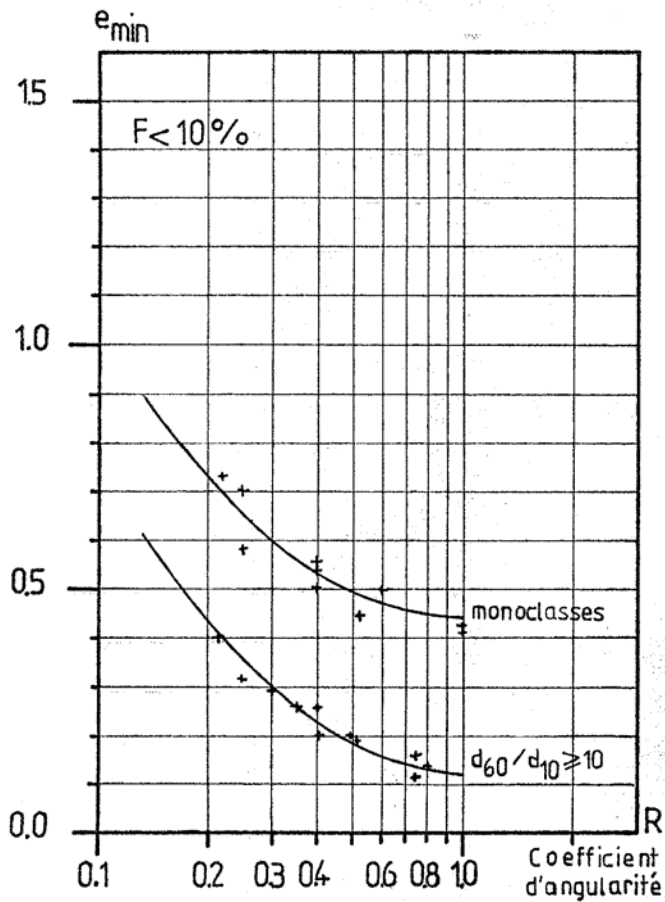
# Petits grains et gros grains



# Petits grains et gros grains



# Petits grains et gros grains

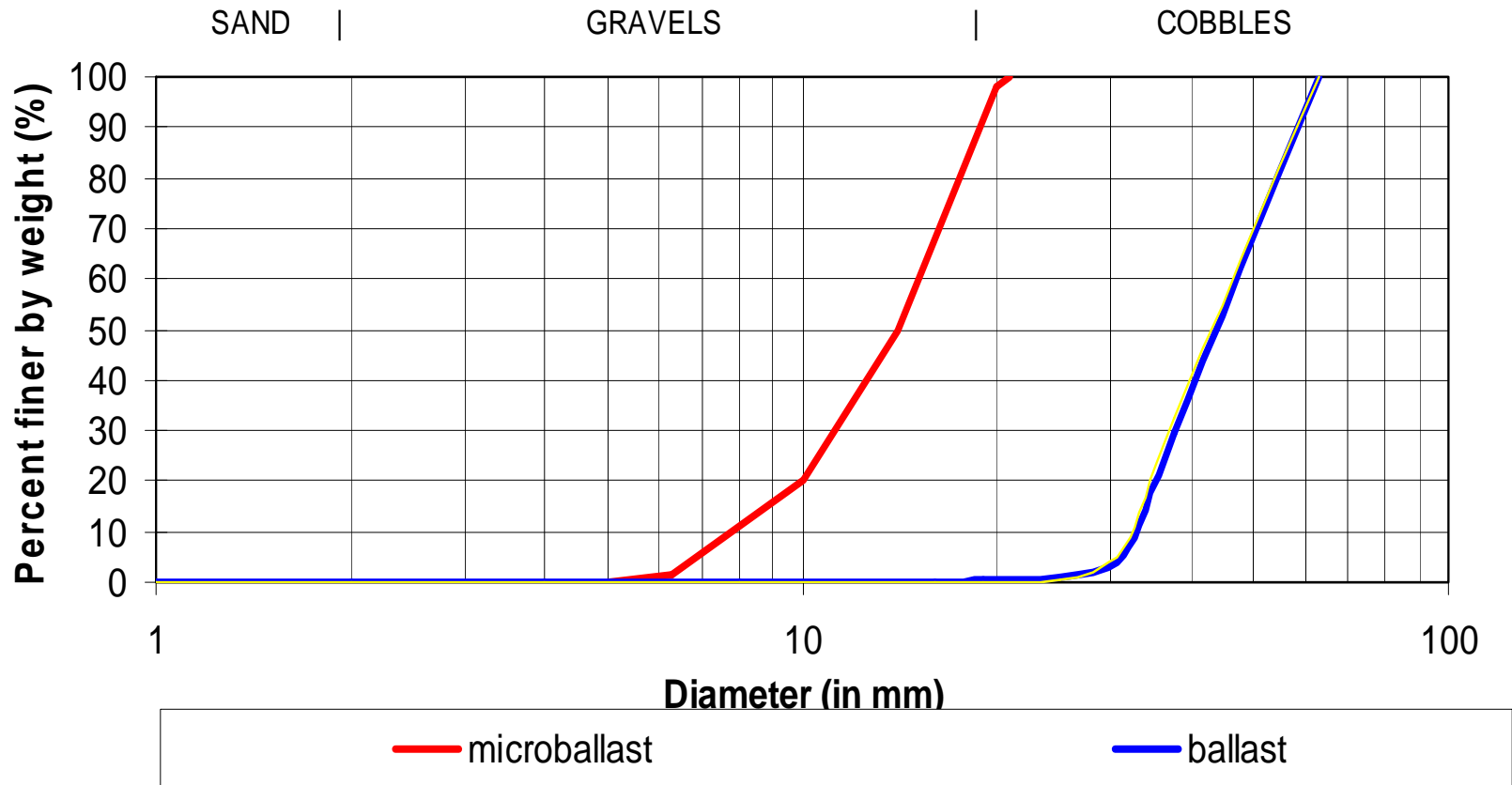


# Petits grains et gros grains

- A même indice des vides consolidé et sous le même état de contrainte, ballast 20/63mm et microballast 5/20mm (rapport 1/3) ont des courbes effort déformation similaires (essais triaxiaux NGI et CEDEX, 2003)
- Mais le module initial est 2 fois plus faible sur le microballast que sur le ballast de même que les modules sécants cycliques (déjà observé sur d'autres matériaux graveleux: le module croît avec la taille des grains)

# Petits grains et gros grains

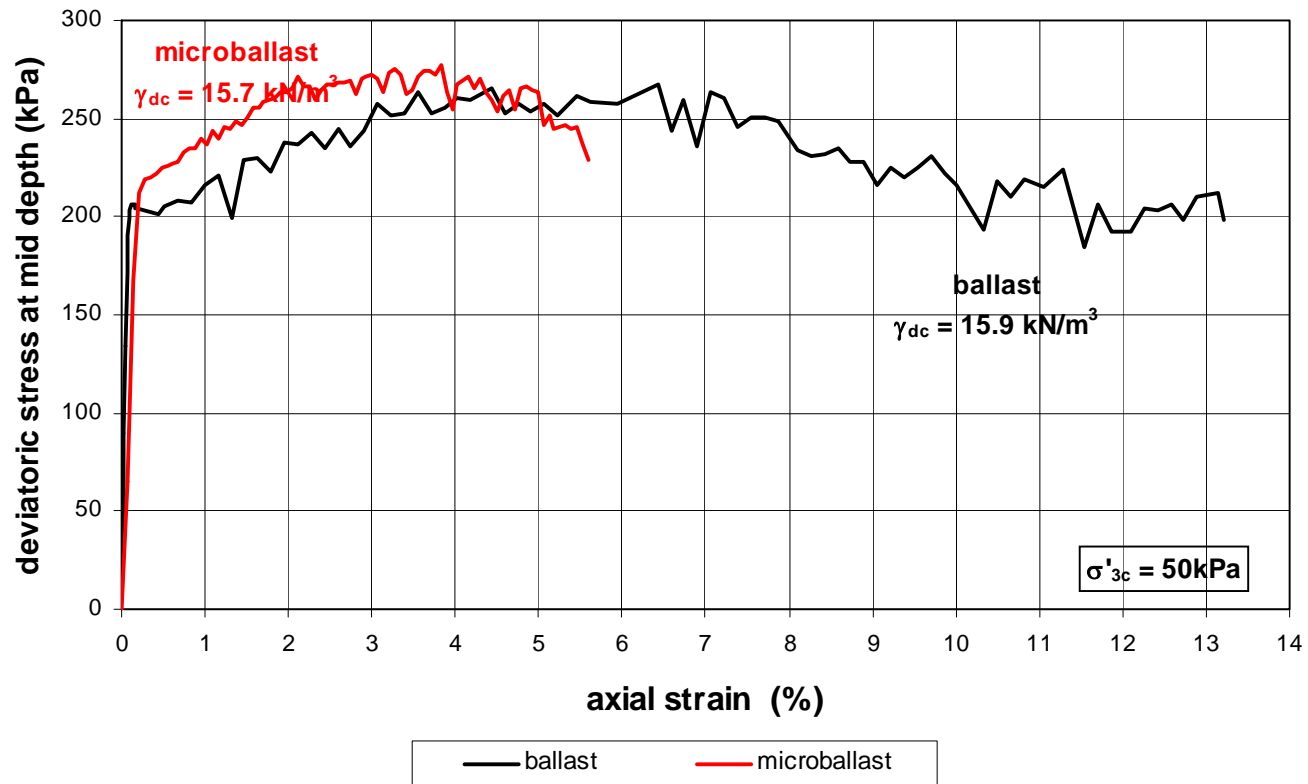
## GRAIN SIZE ANALYSIS BALLAST AND MICRO-BALLAST





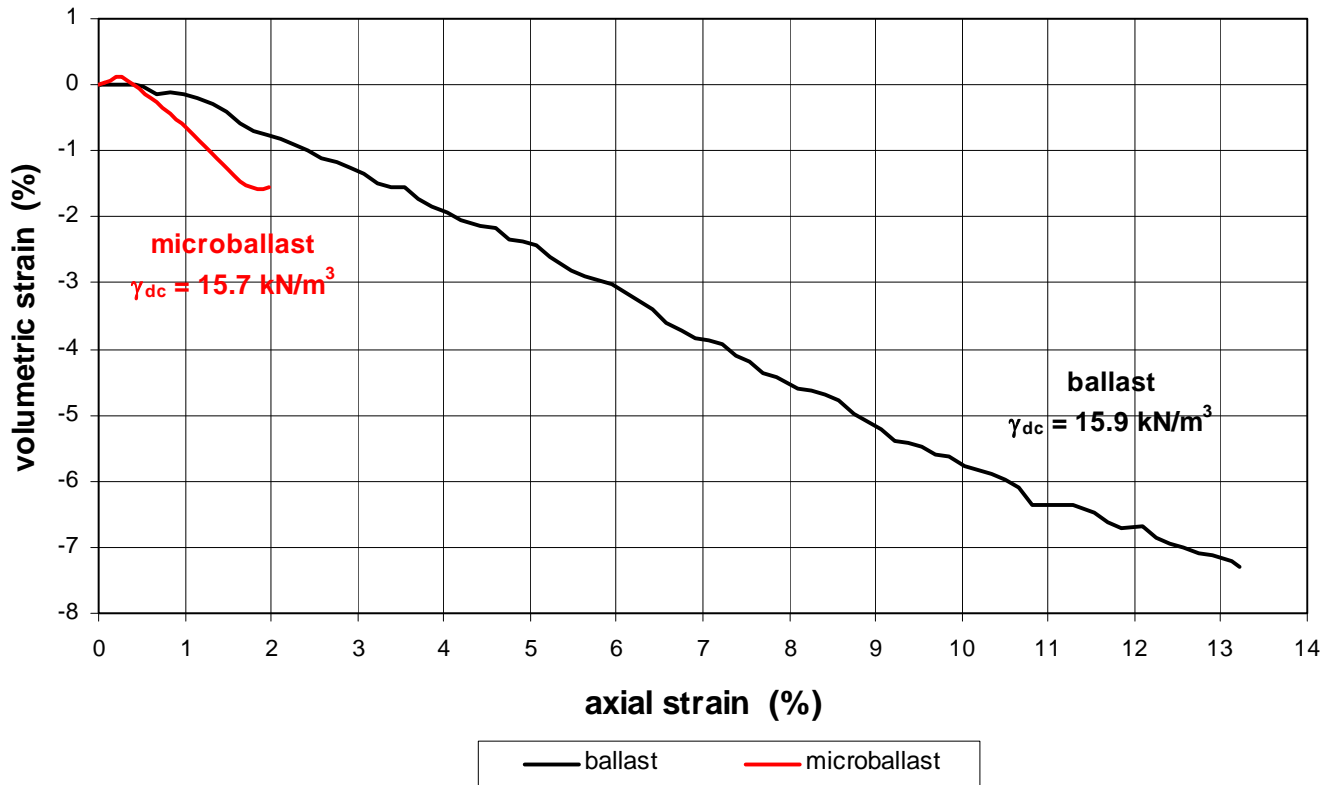
# Petits grains et gros grains

Triaxial tests on ballast and microballast n°1  
Static compression



# Petits grains et gros grains

Triaxial tests on ballast and microballast n°1  
Static compression



# Petits grains et gros grains

- Comme pour les sables, à très petites déformations ( $10^{-5}$ ), le module de cisaillement  $G_{\max}$  des graves peut s'écrire sous la forme

$$G_{\max} = K p_a (\sigma'_m / p_a)^n$$

avec  $K$  paramètre dépendant de la densité

- $\sigma'_m$  contrainte moyenne effective
- $p_a$  pression atmosphérique
- $n \approx 0.4$  à  $0.6$

# Petits grains et gros grains

- Typiquement K varie entre 2000 et 5000, à partir d'essais triaxiaux cycliques ou d'essais de plaque cycliques (sur planche d'essai ou in situ) sur graves rapportées ou en place
- Pour le ballast 20/63 on a (NGI, 2003), avec  $n = 0.55$ :

| Test | Dr (%) | K     |
|------|--------|-------|
| 1    | 88     | 3 500 |
| 2    | 68     | 2 990 |

# Petits grains et gros grains

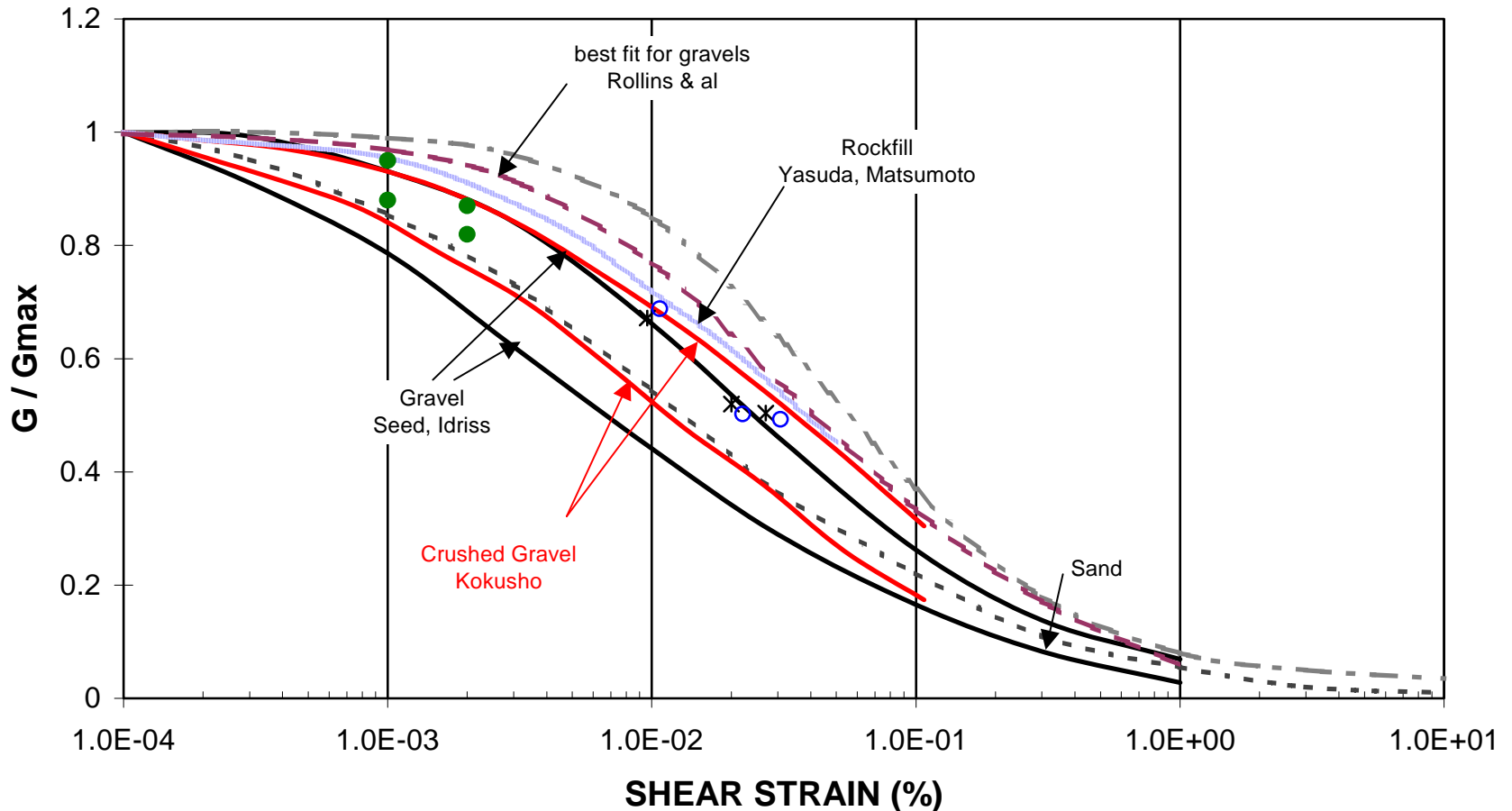
## **Essais triaxiaux cycliques sur ballast (NGI, 2003)**

Specimen: diamètre 625mm

- Le ballast jeune (grave uniforme 20/63mm) se comporte comme le sable ou d'autres graves sous chargement cyclique
- Les modules de cisaillement sécants et les taux d'amortissements déduits des boucles d'hystérésis sont compatibles avec les valeurs mesurées sur les graviers (étude bibliographique)

# Petits grains et gros grains

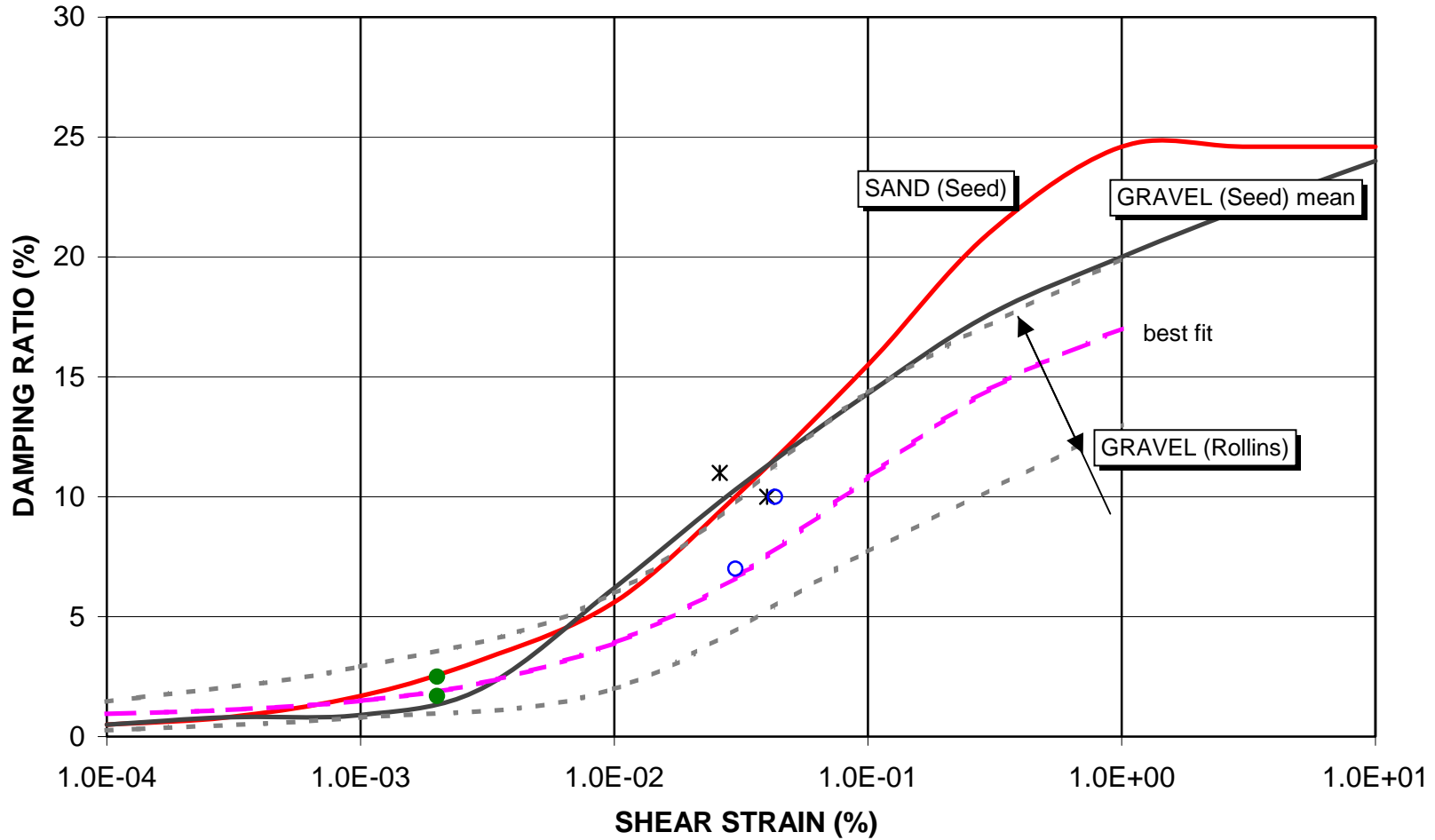
## SHEAR MODULUS CURVES Gravelly materials and ballast



● Prange      ✕ NGI test 1      ○ NGI test 2

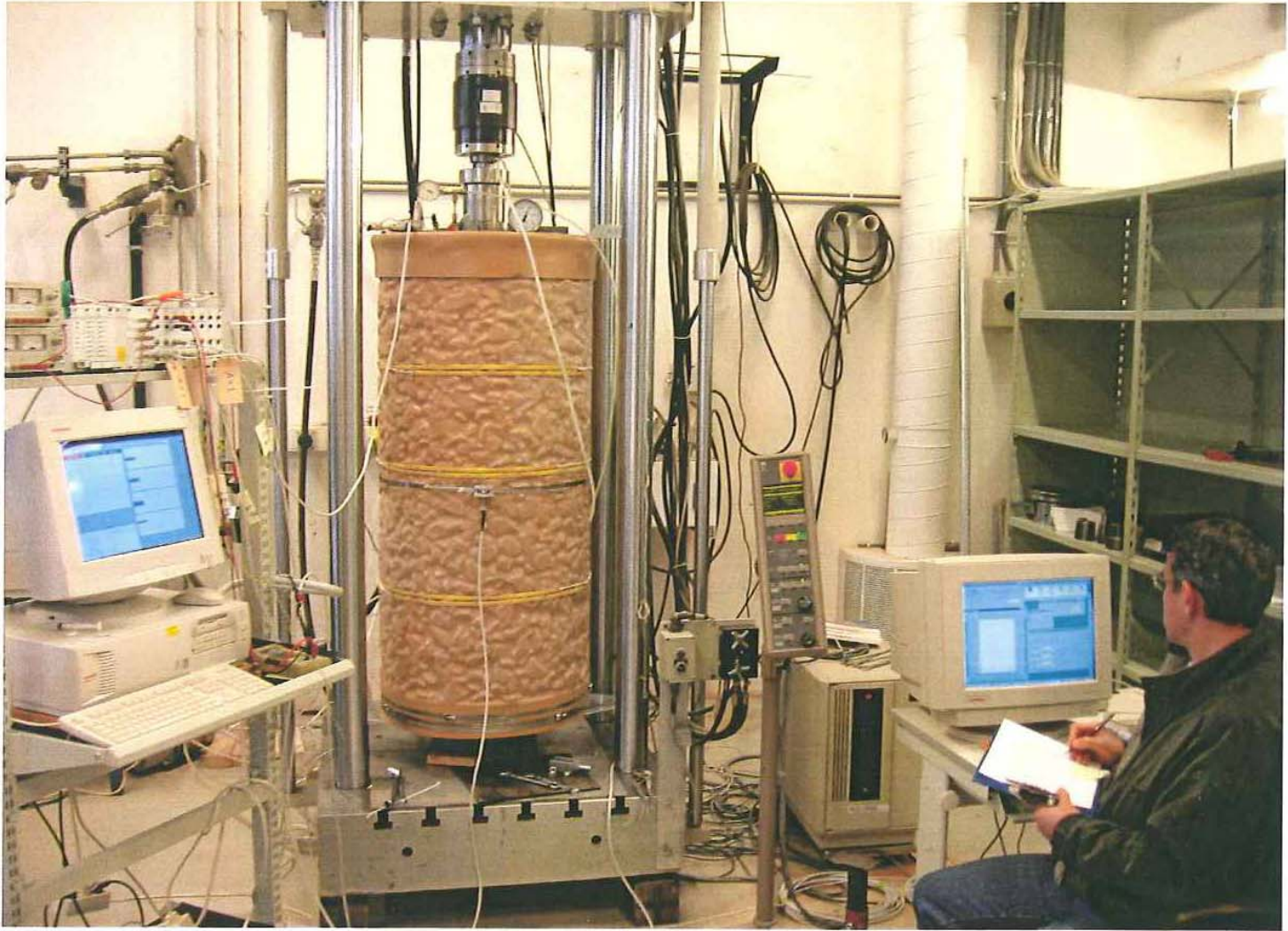
# Petits grains et gros grains

## DAMPING RATIO CURVES FOR GRAVELS Triaxial tests on ballast (NGI, 2003)



✱ test1    ○ test2    ● Prange

# Petits grains et gros grains

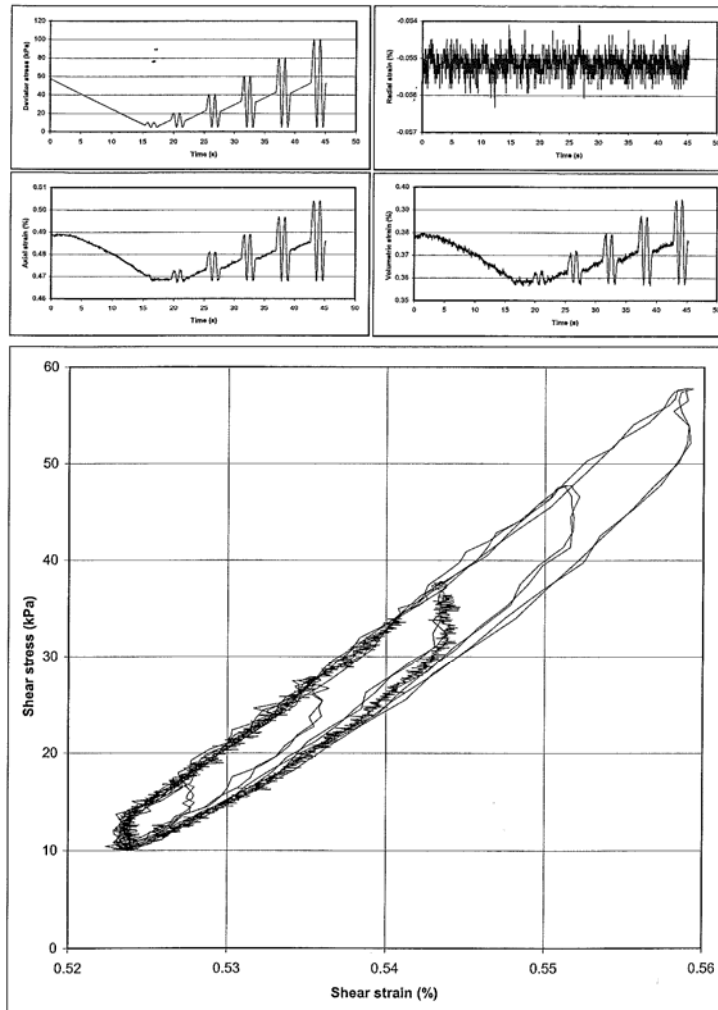


Journée Jean BIAREZ - 12/03/2008



# Petits grains et gros grains

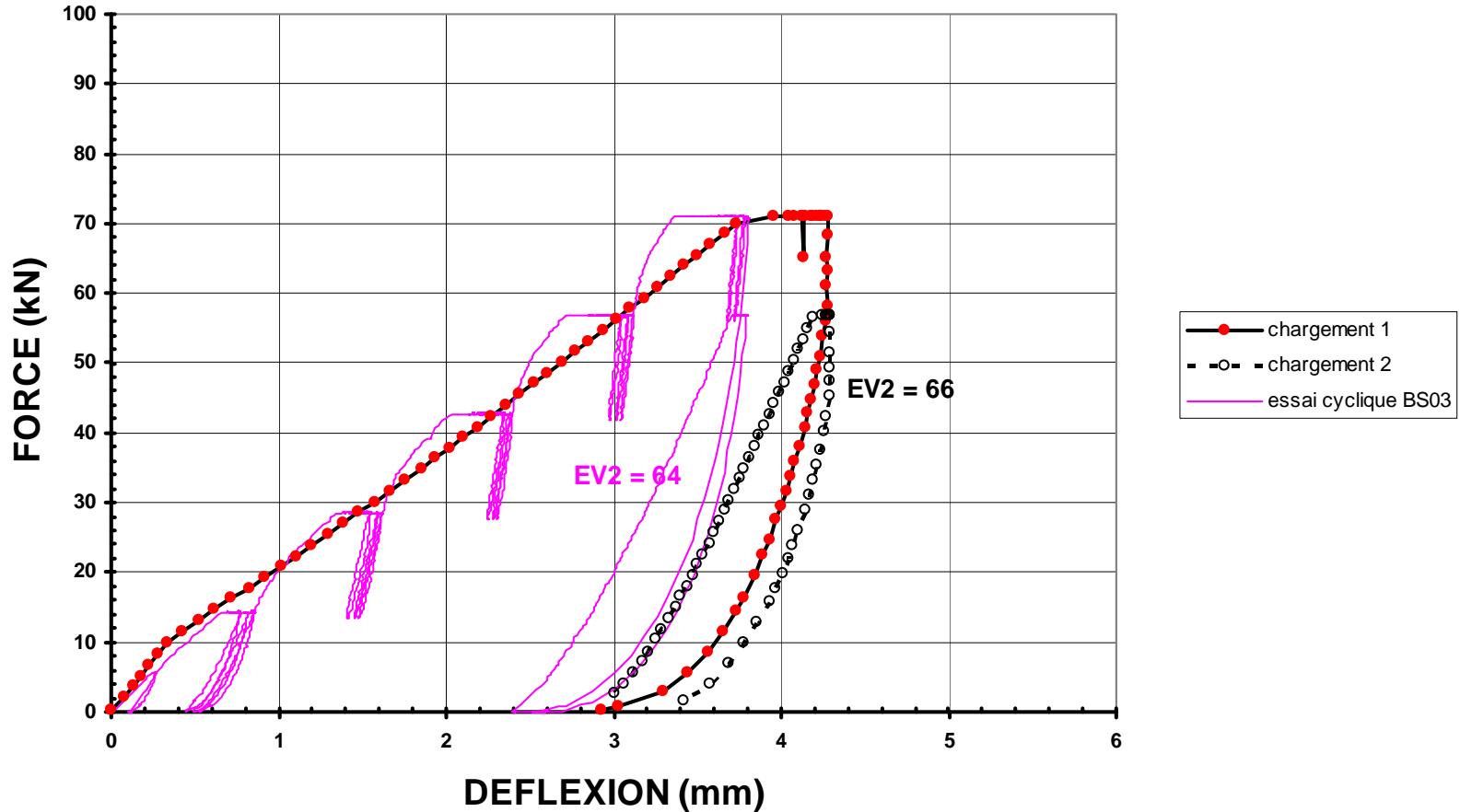
FIGURE A5. CYCLIC VACUUM TRIAXIAL TEST 1 - STAGES 17 THROUGH 22



Essai triaxial  
cyclique sur  
ballast 20/63

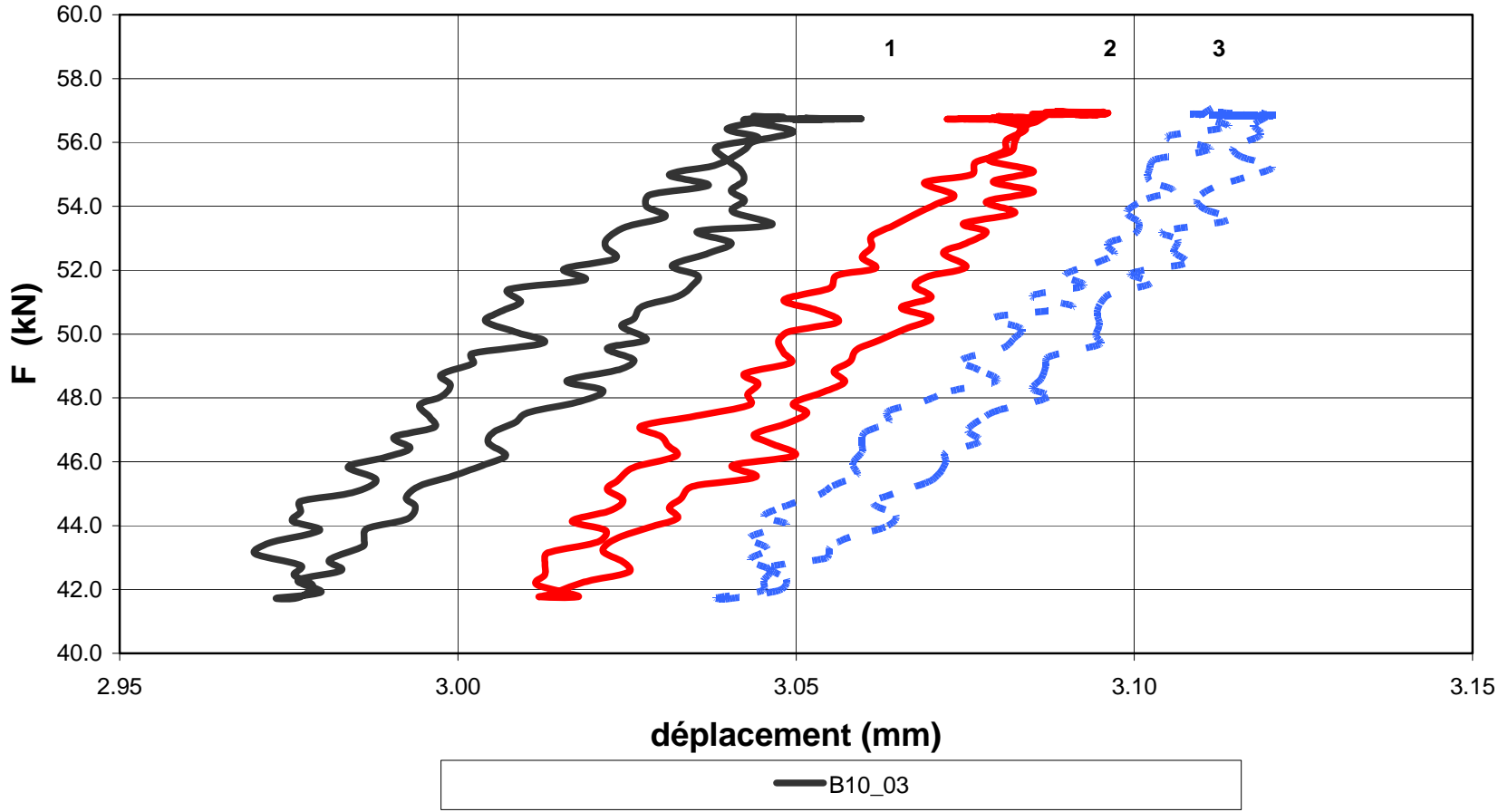
# Petits grains et gros grains

ESSAI A LA PLAQUE STATIQUE EV1/EV2 (NF P 94-117-1)  
Limon - Planche n°1 - sous-couche 0/31.5 (essai du 16/02/2001)



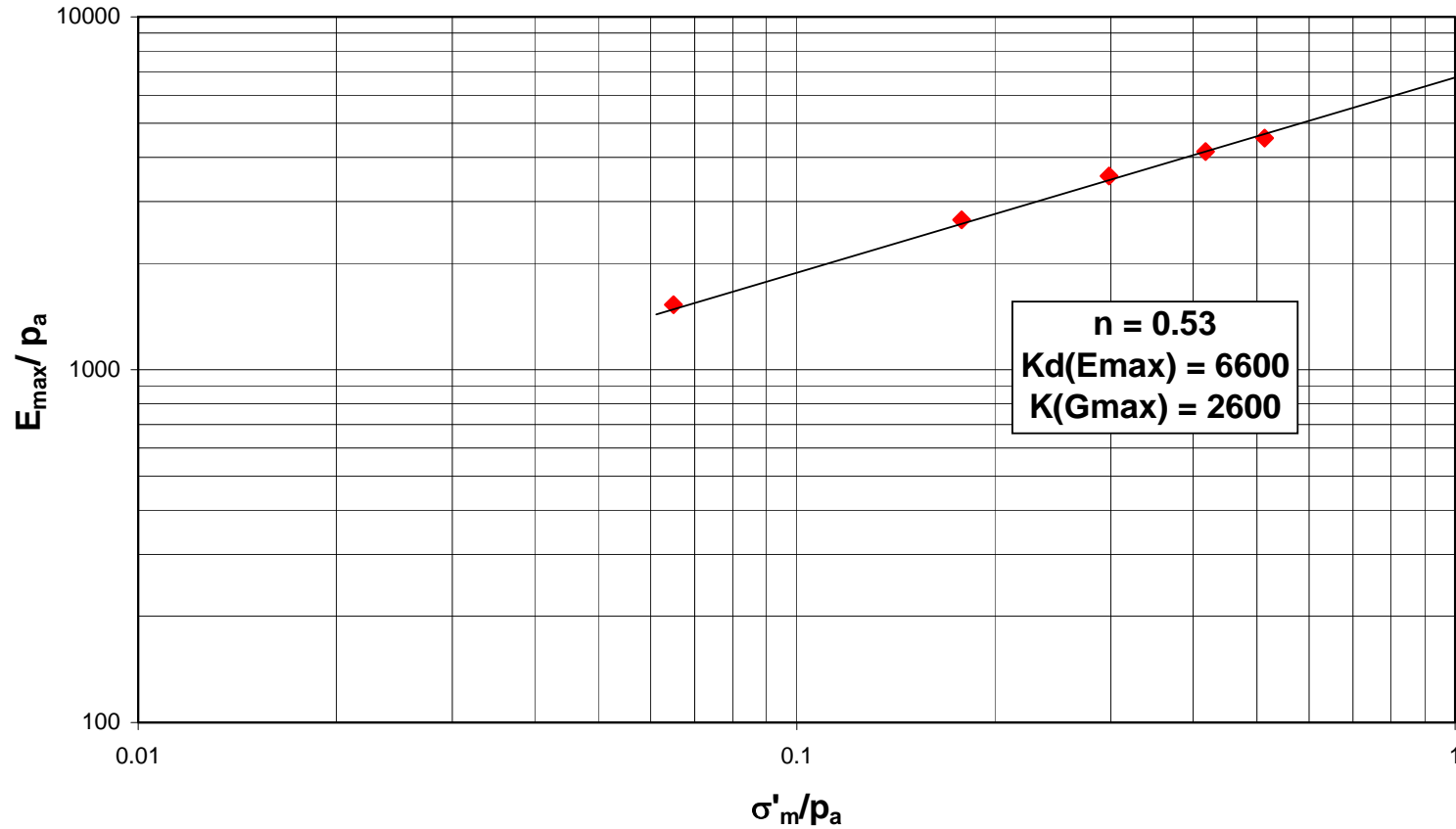
# Petits grains et gros grains

Plates-formes en limon - LPL1  
Essai de plaque n° 18, sur sous-couche en grave 0/31.5  
Quatrième palier de chargement cyclique (3 cycles)



# Petits grains et gros grains

Essai de plaque n° 18, sur sous-couche en grave 0/31.5



# Petits grains et gros grains

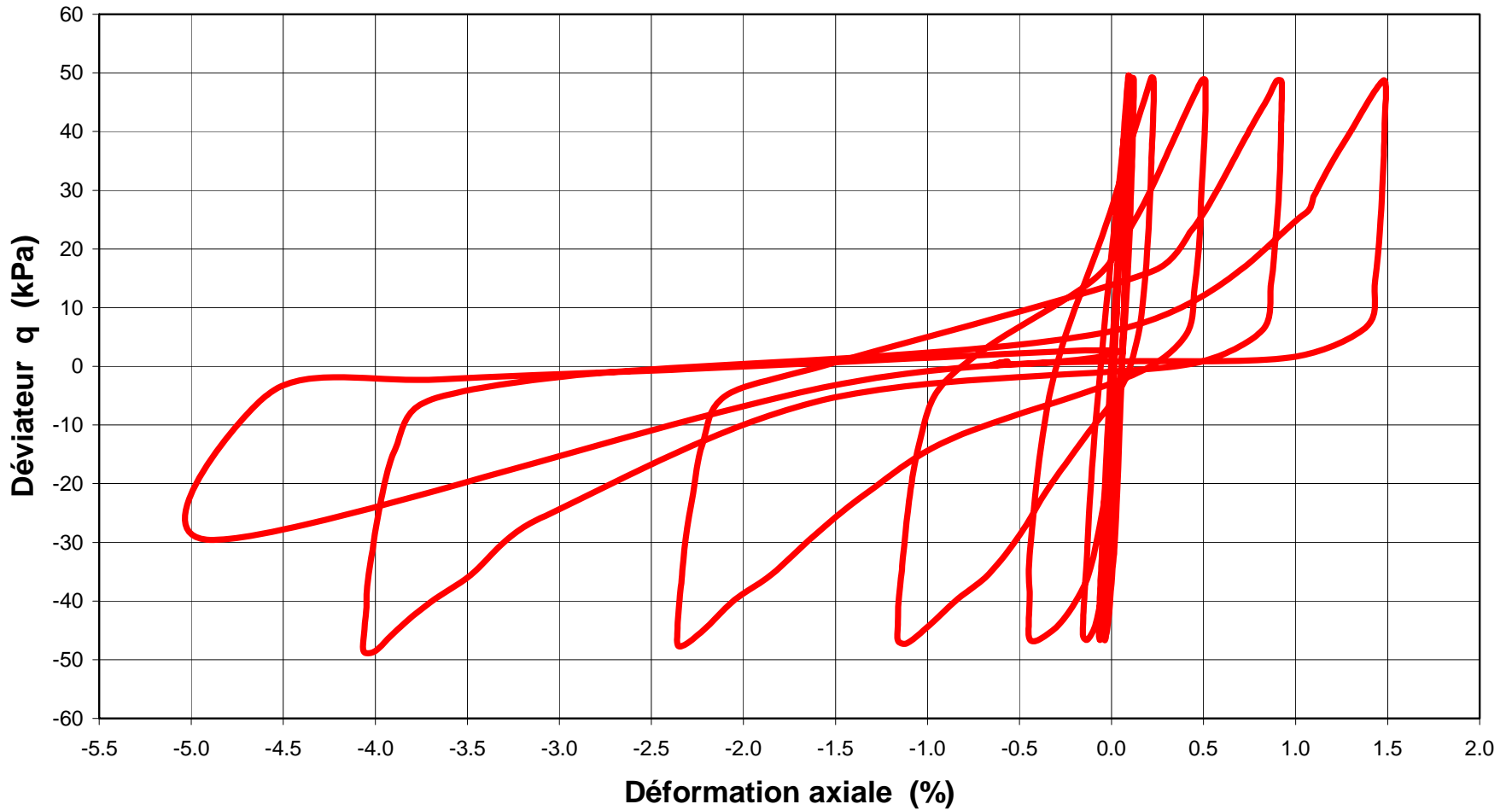
## **Essais triaxiaux de liquéfaction sur filtre 20/50 (MECASOL, 2000)**

Specimen diamètre 300mm

Le comportement de la grave 20/50 au triaxial cyclique non drainé (sollicitation alternée) est tout à fait similaire à celui du sable; pour  $\tau/\sigma'_{mc} = +/- 0.25$ , la liquéfaction est atteinte en 7 cycles.

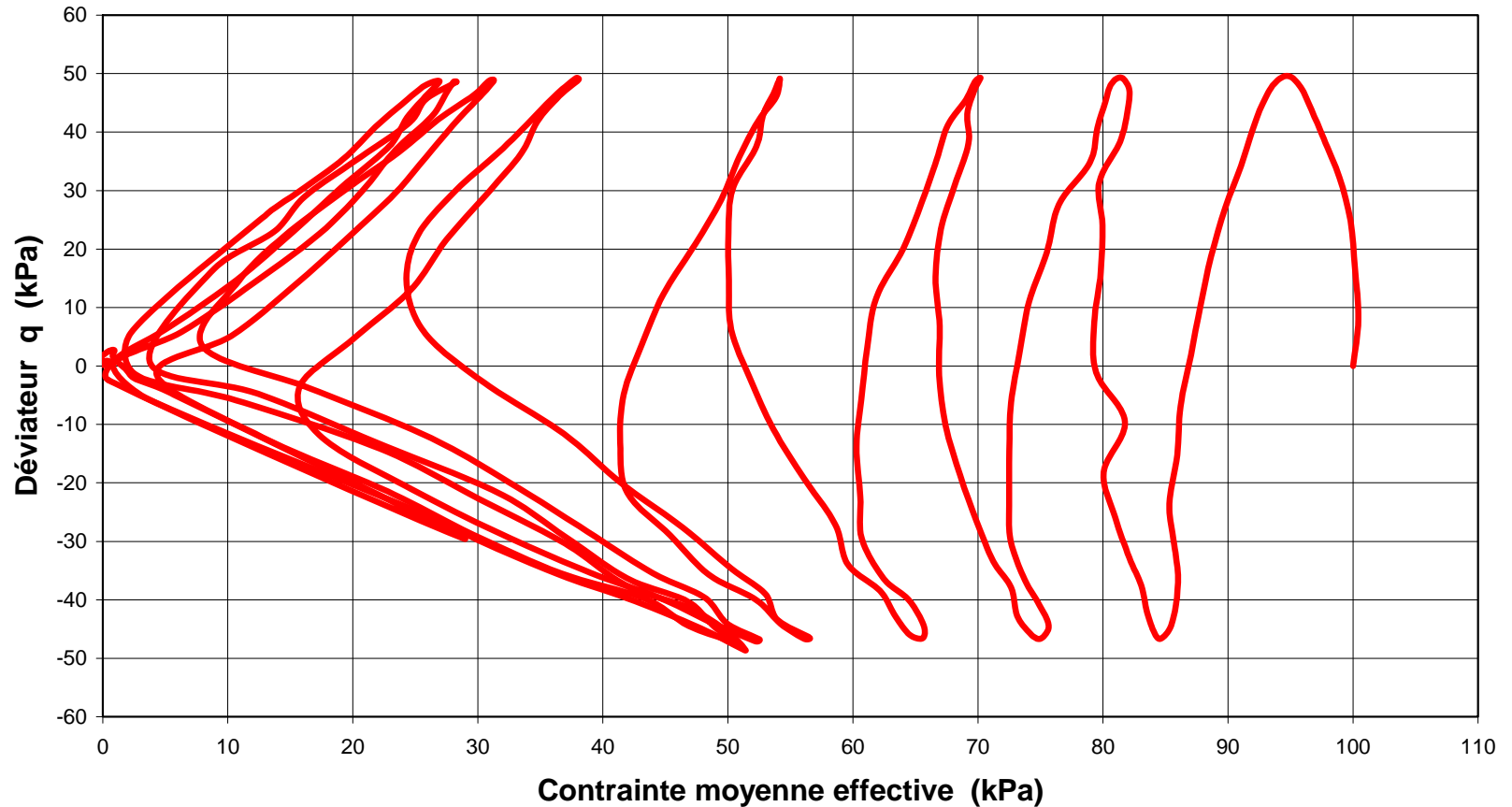
# Petits grains et gros grains

ESSAI DE LIQUEFACTION N°2 - FILTRE 20/50 -  $\tau/\sigma'_c = \pm 0.25$



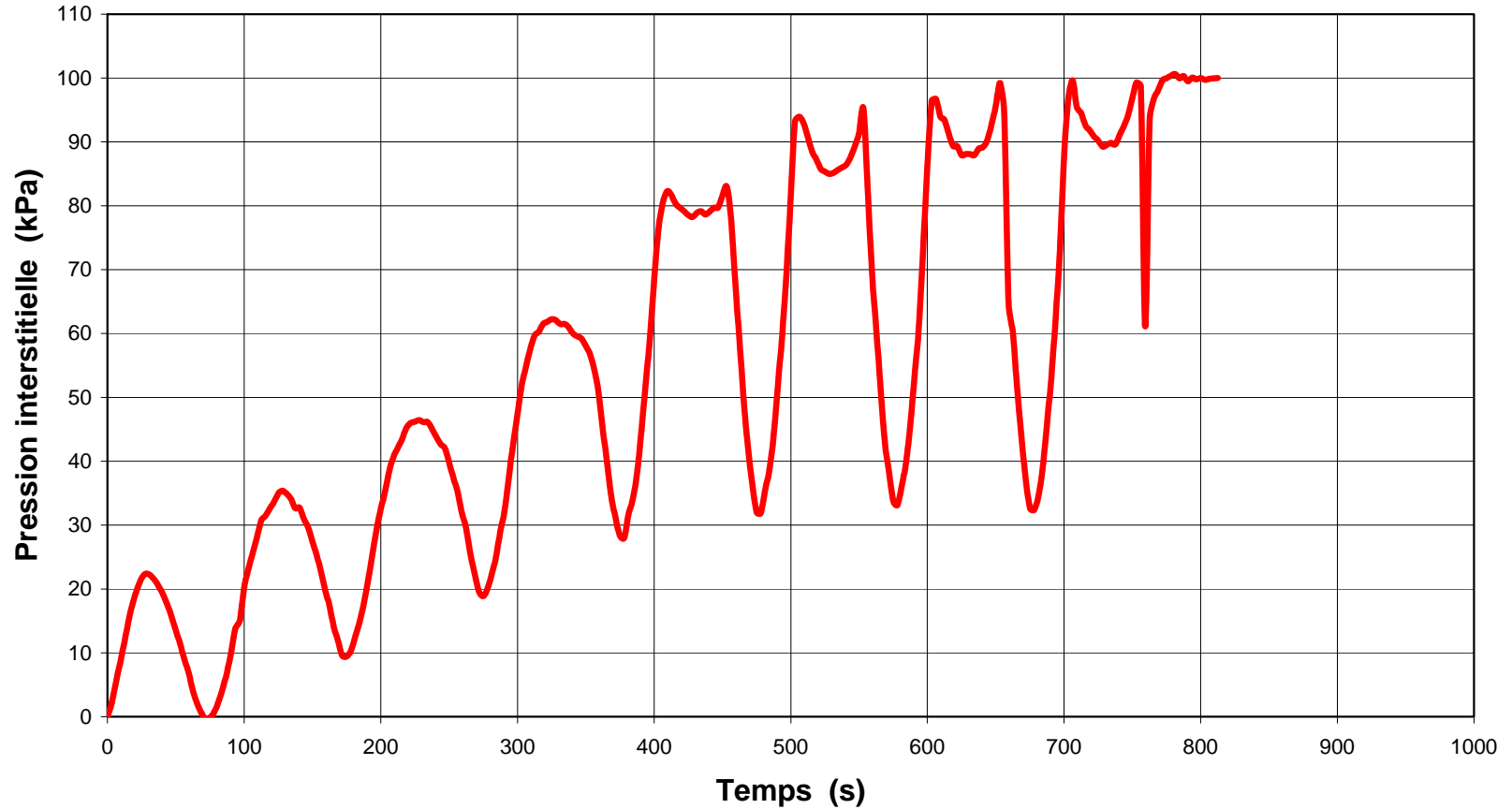
# Petits grains et gros grains

ESSAI DE LIQUEFACTION N°2 - FILTRE 20/50 -  $t/\sigma'_c = \pm 0.25$



# Petits grains et gros grains

ESSAI DE LIQUEFACTION N°2 - FILTRE 20/50 -  $\tau/\sigma'_c = \pm 0.25$





# Petits grains et gros grains

ESSAI DE LIQUEFACTION N°2 - FILTRE 20/50 -  $\tau/\sigma'_c = \pm 0.25$

