

PERFORMANCES DE GNT ET CARACTERISTIQUES DE MACHEFERS ET DE BETONS CONCASSES

Sarah GOYER (CETE Ouest / DLRB)

Clôture de l'opération AGREGA

Ifsttar (centre de Nantes) - Mardi 10 décembre 2013



IFSTTAR

«**Cerema**»

Au 1^{er} janvier 2014,

les 8 CETE, le Certu, le Cetmef et le Sétra fusionnent pour donner naissance au Cerema

Le nouvel établissement en marche

PLAN DE LA PRÉSENTATION

1. Objectifs de l'étude
2. État de l'art
 - Principe de l'essai TCR
 - Facteurs d'influence
3. Plan d'expérience
 - Matériaux testées
 - Protocole d'essai
 - Principaux résultats
4. Conclusions et perspectives



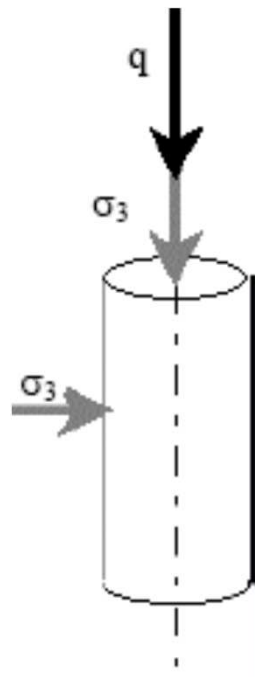
OBJECTIFS DE L'ETUDE

Évaluer le comportement mécanique de gisements de granulats alternatifs utilisés en Graves Non Traitées

- Granulats alternatifs : MIDND et bétons de démolition
- Observation du comportement de la GNT
 - ✓ Adaptation des méthodes d'essais des granulats naturels (proctor, TCR...)
 - ✓ Valider les ordres de grandeurs observés dans la bibliographie
- Évaluer la sensibilité du comportement mécanique des GNT aux variations des caractéristiques intrinsèques des granulats alternatifs

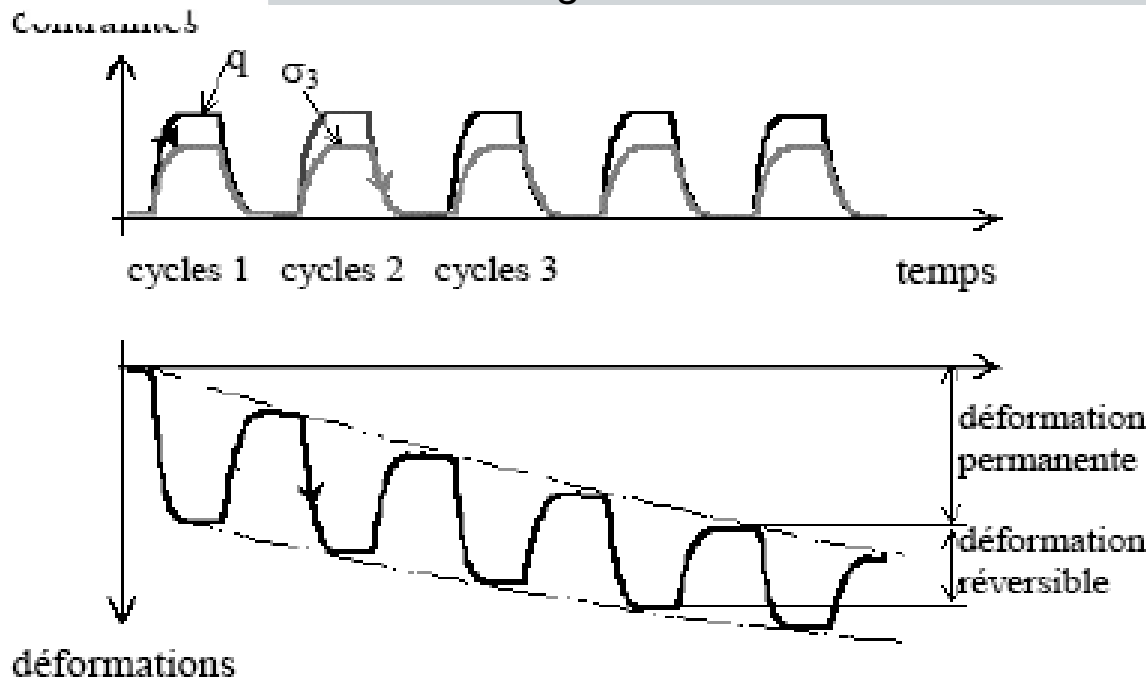


ETAT DE L'ART



Principe de l'essai TCR (NF EN 13286-7)

- Variation cyclique de σ_1 et σ_3 : *Mesure des déformations axiales et radiales*
- Comportement réversible : *comportement au cours d'un cycle*
- Déformations permanentes : *déformations cumulées, responsables de l'orniérage*



ETAT DE L'ART

- Observations in situ / en laboratoire
 - Comparaison avec des granulats naturels
 - ✓ Mesures de déflexion (FWD : calculs inverses des modules)
 - ✓ CBR, Proctor, TCR, Baume...
- Facteurs d'influence
 - Sollicitations mécaniques
 - Teneur en eau
 - Âge des matériaux
 - Type de four (MIDND)
 - Teneur en matière organique (MIDND)



ETAT DE L'ART

- Facteurs d'influence
 - Sollicitations mécaniques
 - ✓ Accroissement de module en fonction des contraintes
 - ✓ Moins sensibles que les matériaux naturels
 - Teneur en eau (MIDND)
 - ✓ portance très sensible à la teneur en eau
 - Âge des matériaux
 - ✓ Augmentation de la rigidité (labo et in-situ), mais contre-exemples
 - Type de four (MIDND)
 - ✓ Apparition de gonflements, fissures
 - Teneur en matière organique (MIDND)
 - ✓ Augmentation de la teneur en mat. org. ➡ diminution du module et augmentation des déformations permanentes



MATERIAUX TESTES

MIDND	Bétons de démolition
5 lots (2 installations) Maturation : env. 4 mois	1 campagne de concassage (2 prélèvements : 3+1 lots)
Granulo, MVR, absorption d'eau, LA, MDE, FD, Proctor Modifié, TCR	Granulo, MVR, absorption d'eau, MB, LA, MDE, FD, Proctor Modifié, TCR
17 épr. / 16 essais w (TCR) [$w_{OPM}-3\%$; $w_{OPM}+1\%$] ρ_d (TCR) [$95\% \rho_d OPM$; $99\% \rho_d OPM$] $+ \rho_d (TCR) = 86\% \rho_d OPM$	16 épr. / 13 essais w (TCR) [$w_{OPM}-3\%$; w_{OPM}] ρ_d (TCR) [$97\% \rho_d OPM$; $100\% \rho_d OPM$] $+ \% fines$



MATERIAUX TESTES

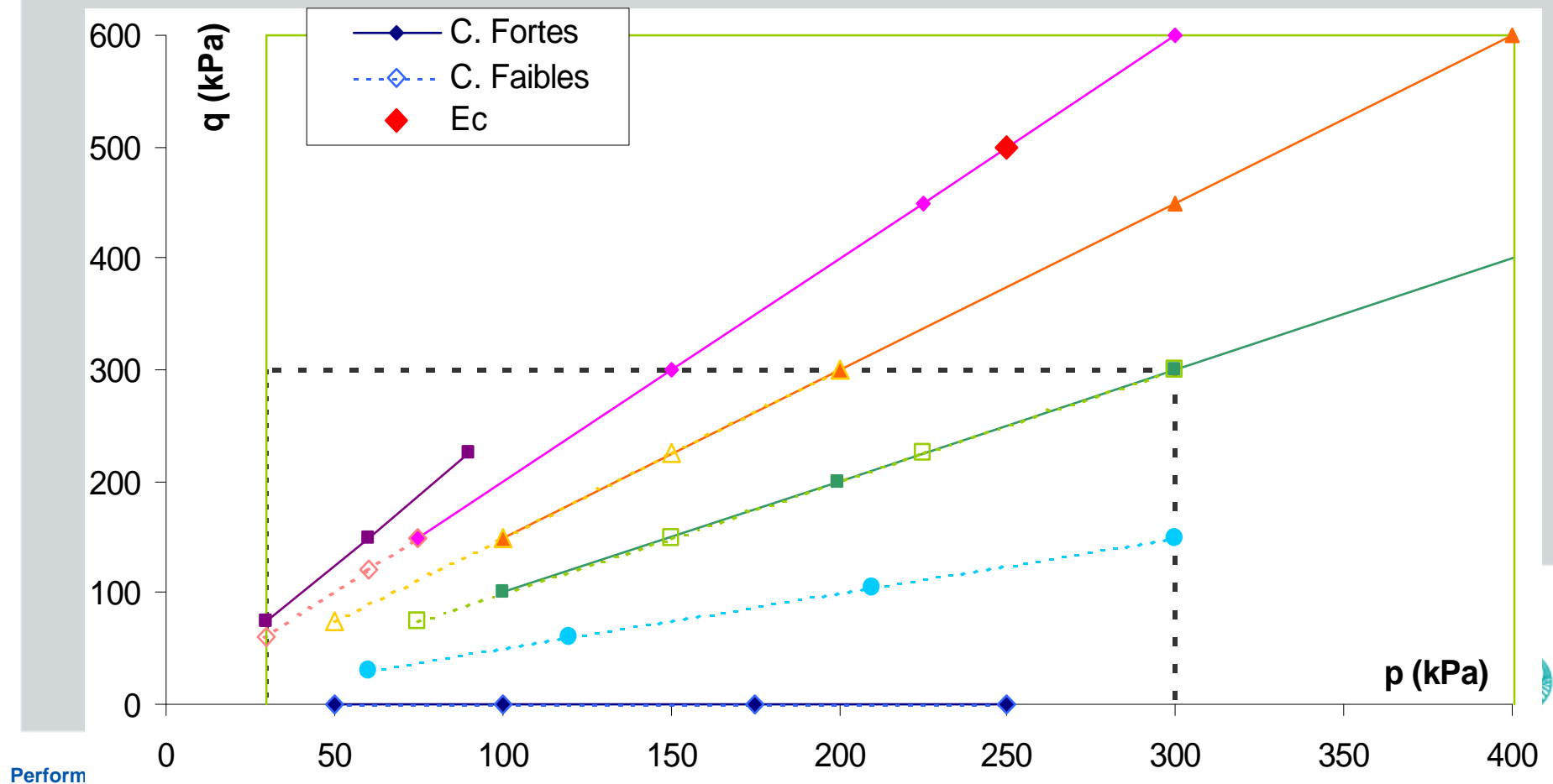
MIDND					Bétons de démolition				
MVR au pycnomètre (fraction 0/31,5) 2.27 - 2.63 t/m ³					Fraction 0/4		Fraction 4/31,5		
Lot 4	Fraction 0/4		Fraction 4/31,5		MVR (étuv.) 2,24 t/m ³	Absorp. d'eau 7%	MVR (étuv.) 2,30 – 2,33 t/m ³	Absorp. d'eau 5%	
	MVR (étuv.) 1,77 t/m ³	Absorp. d'eau 17%	MVR (étuv.) 2,21 t/m ³	Absorp d'eau 8%	MB (0/2) = 0.7 -1 g/kg MB (0/D) = 0.3 g/kg				
FD = 26-31					LA = 30- 34				
w OPM		15-17%			MDE = 24-27				
d OPM (Mg/m ³)		1,70 - 1,85 t/m ³			FD = 22				
					w OPM		10-11%		
					d OPM (Mg/m ³)		1,82 – 2,01 t/m ³		



PROTOCOLE D'ESSAI

Niveau de contraintes élevé : contraintes obtenues au sommet de la couche de base sous une couche de roulement bitumineuse mince (moins de 80 mm).

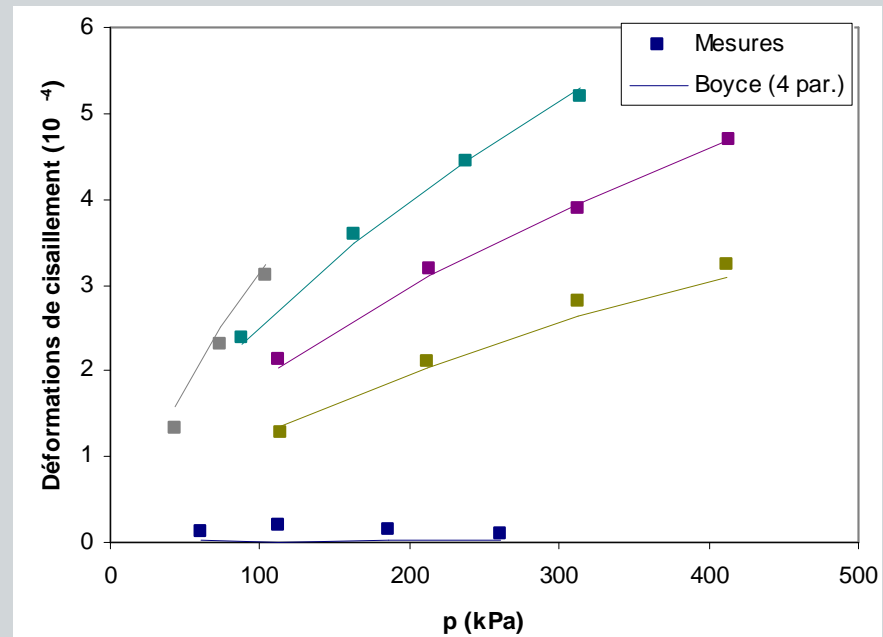
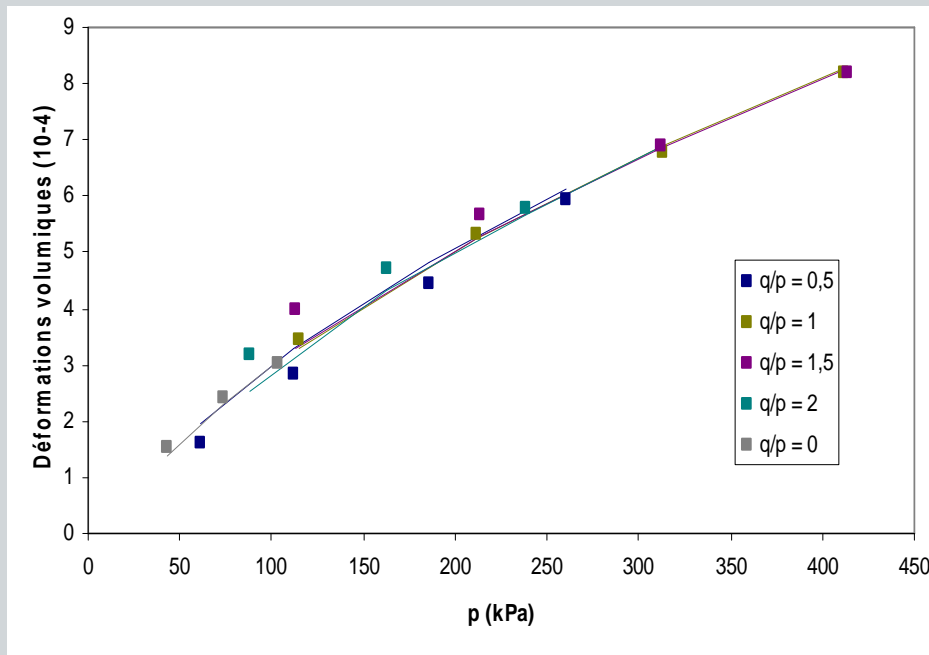
Conditionnement ($p = 300$ kPa, $q = 600$ kPa) + chemins de contraintes (100 cycles / chemin)



PRINCIPAUX RESULTATS

MIDND et bétons de démolition :

- Comportement élastique, non linéaire, pas ou peu d'anisotropie ($\varepsilon_q > 0$)

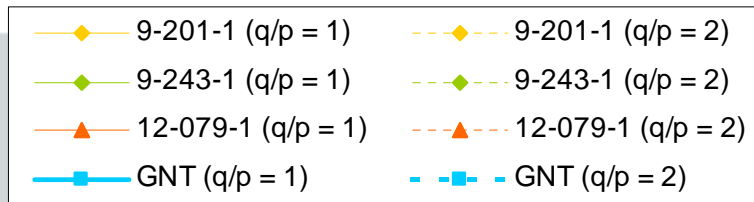


Essai sur Mâchefer (UIOM Pluzunet) $d/dOPM = 97\%$, $w = wOPM - 1\%$

$E_c = 769 \text{ MPa}$

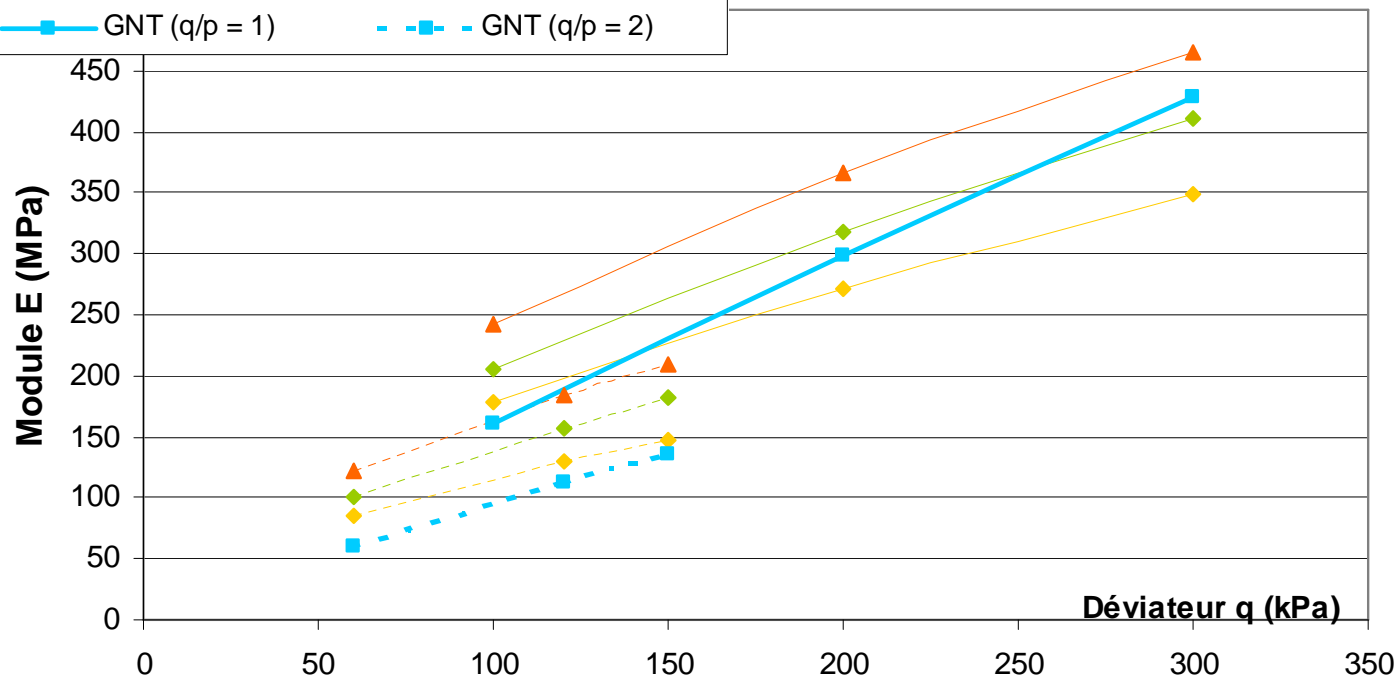


PRINCIPAUX RESULTATS



Essai sur bétons de démolition

$$d/d_{OPM} = 97\%, W = W_{OPM} - 2\%$$



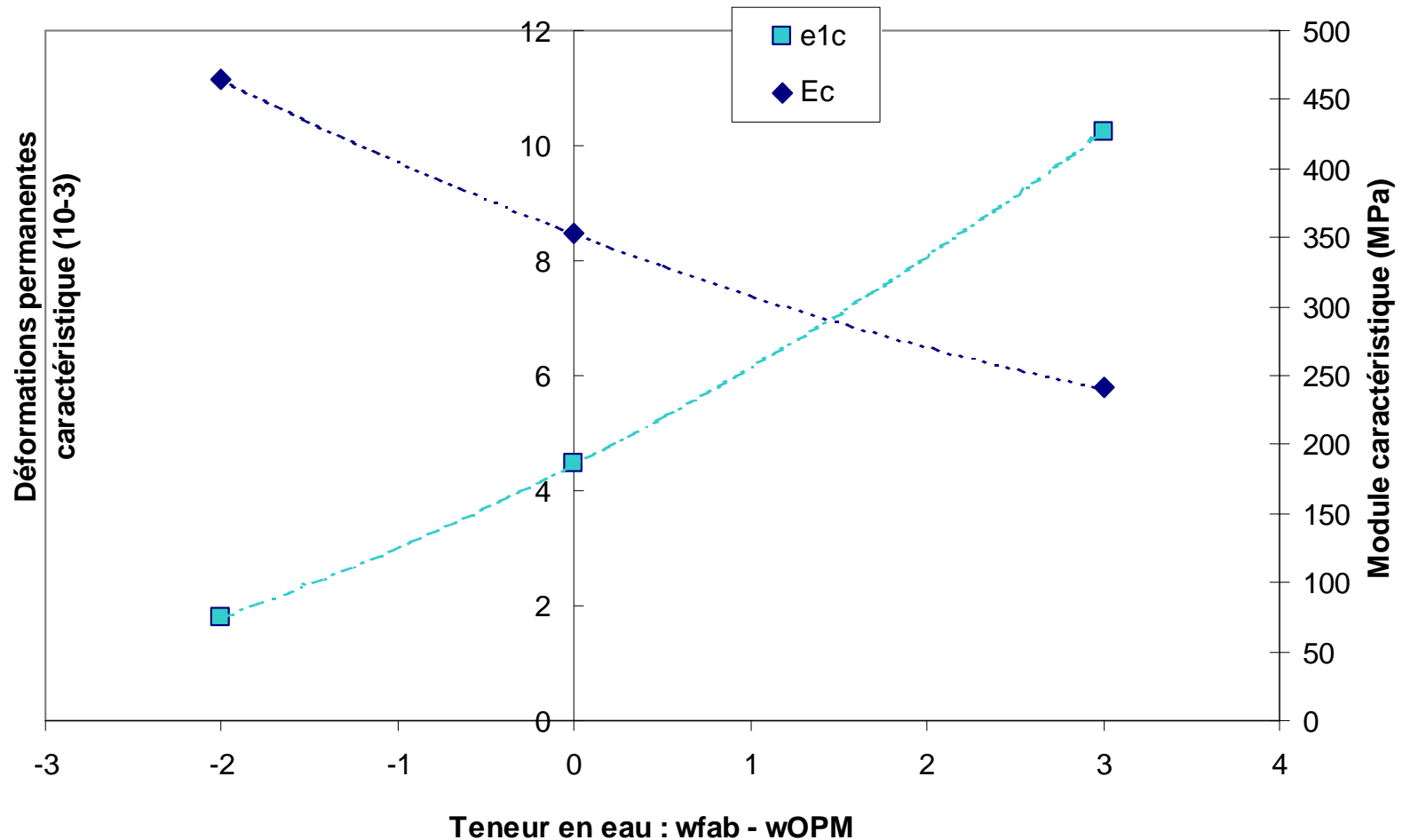
MIDND et bétons de démolition : moins sensibles aux contraintes (q élevé)

➔ comparaison GNT (calcaire dur)

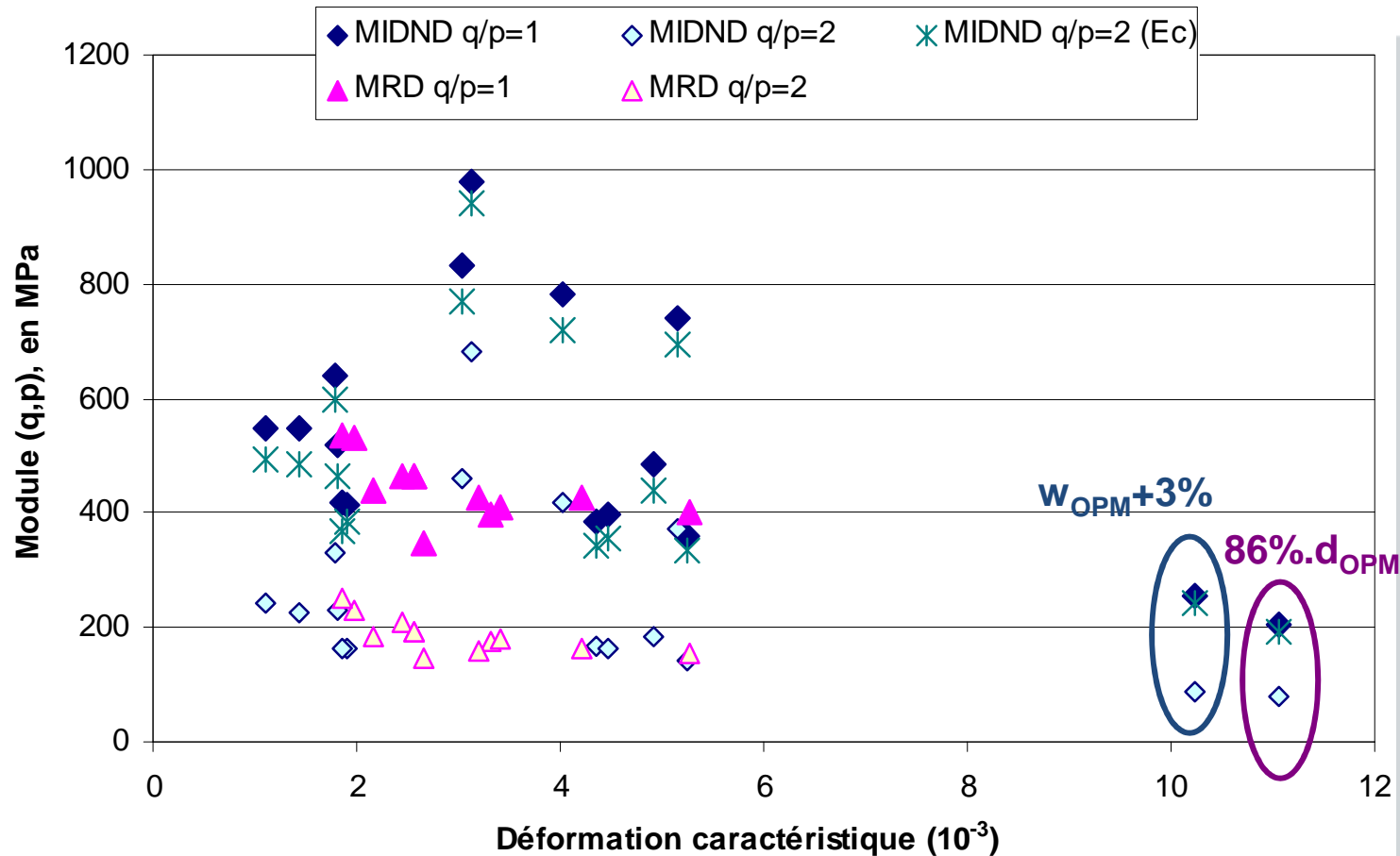


PRINCIPAUX RESULTATS

MIDND : Influence de la teneur en eau de fabrication (lot 5, 1 j, $d/d_{OPM} = 98\%$)



PRINCIPAUX RESULTATS



Toutes conditions d'essais confondues - MIDND et bétons de démolition :

E calculé pour (q=p=300 kPa, et p=75 kPa, q=150 kPa)

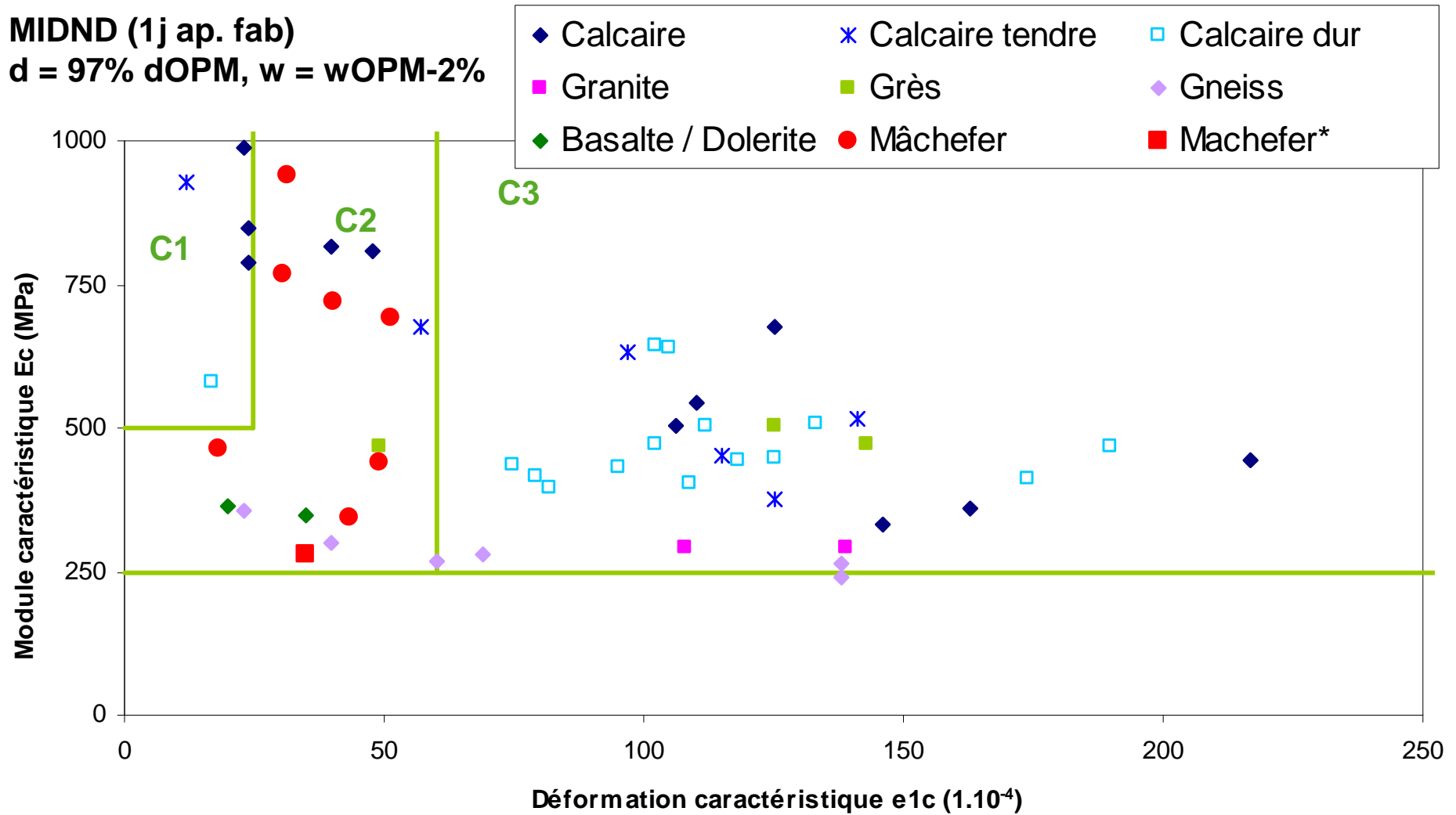
Ec calculé pour p=250 kPa, q=500 kPa (MIDND uniquement)



PRINCIPAUX RESULTATS



MIDND (1j ap. fab)
 d = 97% dOPM, w = wOPM-2%

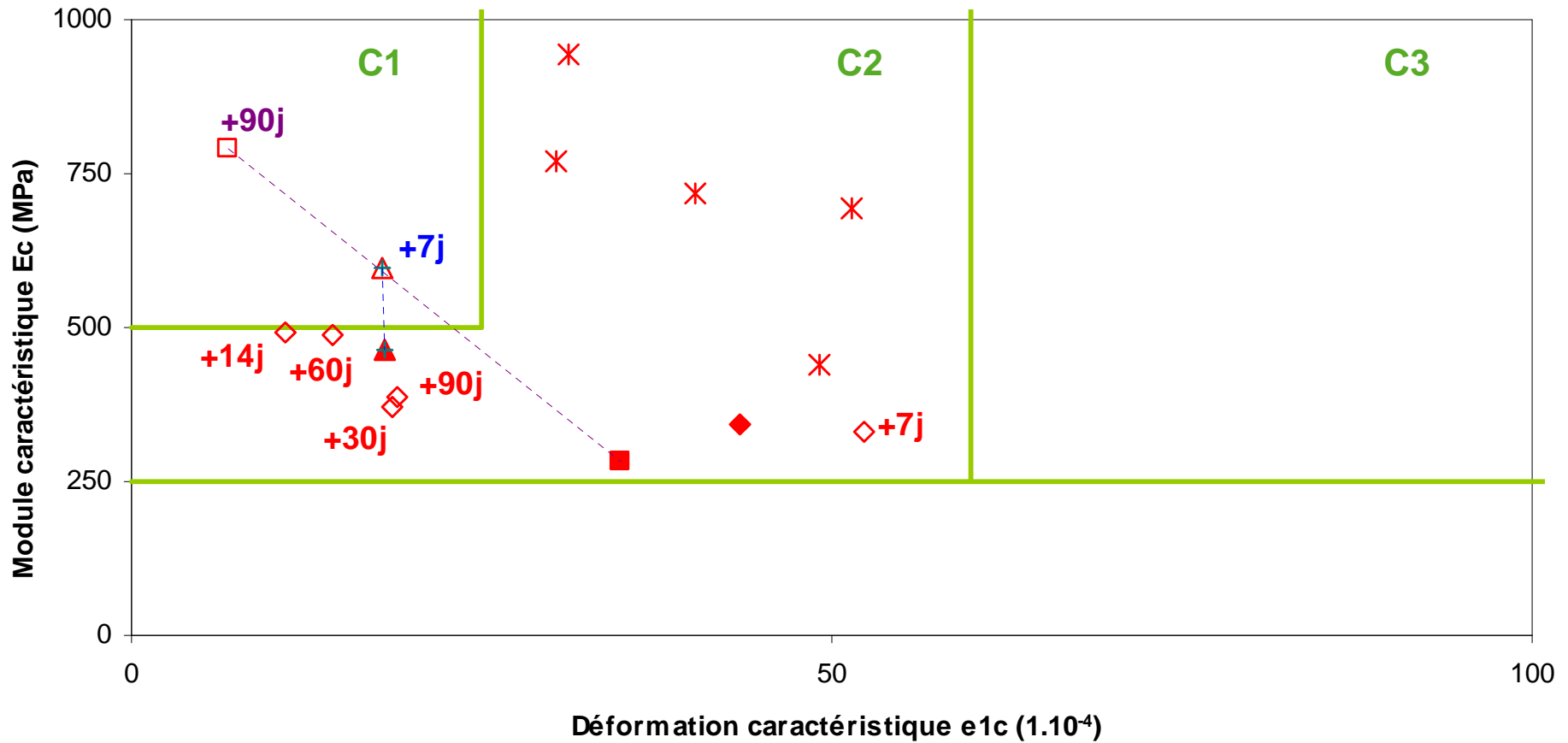


Classification des matériaux (NF EN 13286-7) : C1-C2-C3

PRINCIPAUX RESULTATS

MIDND

d = 97% dOPM, w = wOPM-2%



Classification des matériaux (NF EN 13286-7) : C1-C2-C3



CONCLUSIONS & PERSPECTIVES

- Principaux résultats
 - Méthodologie : granulats naturels
 - Validation des résultats : ordres de grandeur
 - Classification des matériaux (NF EN 13286-7)
 - Phénomène de prise ?
- Valorisation : article (en cours de rédaction)
- Perspectives : travail sur le MIDND frais
 - Optimisation du protocole de mûrissement
 - Suivi de l'état de contraintes (gonflements?)

