

Amélioration et renforcement des sols

Caractérisation physique et mécanique des bétons de sol issus du chantier

Thèse en cours

Jacques Julius HESSOUH, Université de Cergy Pontoise (UCP)



L2MGC

FONDATION
UNIVERSITÉ DE CERGY-PONTOISE



26 AVRIL 2018



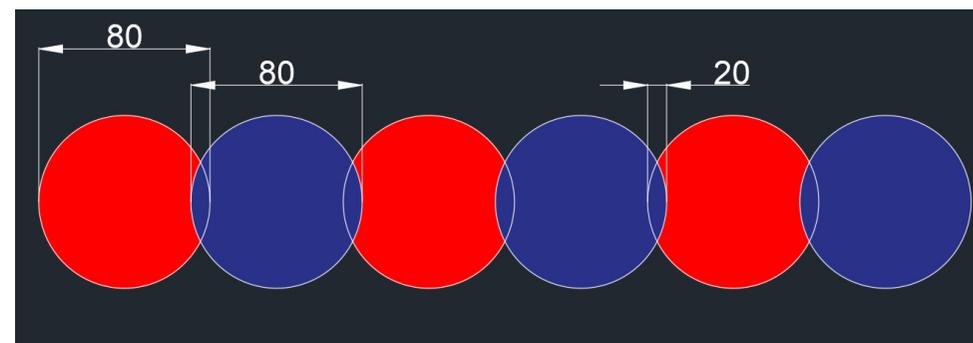
Contexte du chantier

Le chantier : Esbly (77)

Méthode	→	Soil Mixing
Application	→	Paroi étanche Provisoire
Entreprise	→	FRANKI FONDATION



Technique d'exécution pour assurer la continuité entre les colonnes →



Contexte du chantier

Caractéristiques des matériaux :

Ciment : CEM III/C 32,5 dosé à 150 kg/m³ de sol en place avec E/C = 1

Sol en place :

H	Teneur en eau (%)	Valeur au bleu	Limite de liquidité (%)	Limite de plasticité (%)	Indice de plasticité	Classification LCPC
-1 m	15.1	1.84	34.4	17.7	16.7	Sablo argileux Sol peu plastique
-2 m	28.2	3.03	35.9	19.1	16.8	Sol limoneux à plasticité moyenne
-3 m	33.1	3.45	38.5	18.0	20.5	Sol limoneux à plasticité moyenne



Méthodologie de l'étude

Réalisation des colonnes



Tête de colonne

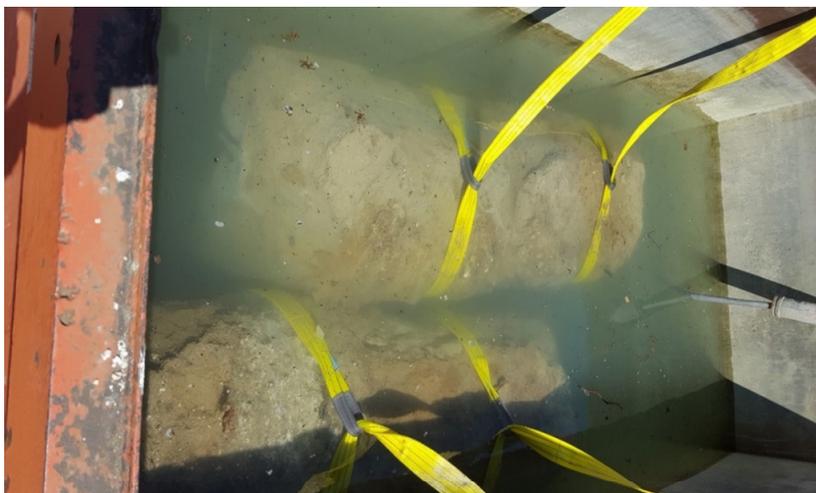
Excavation des colonnes à 21 jours



2 colonnes de diamètre 80 cm et
de hauteur 250 cm

Méthodologie de l'étude

Immersion des colonnes dans l'eau



Découpage en tronçons



Epaisseur de 25
cm



Méthodologie de l'étude

Sciage



Quart de cylindre



Carottage

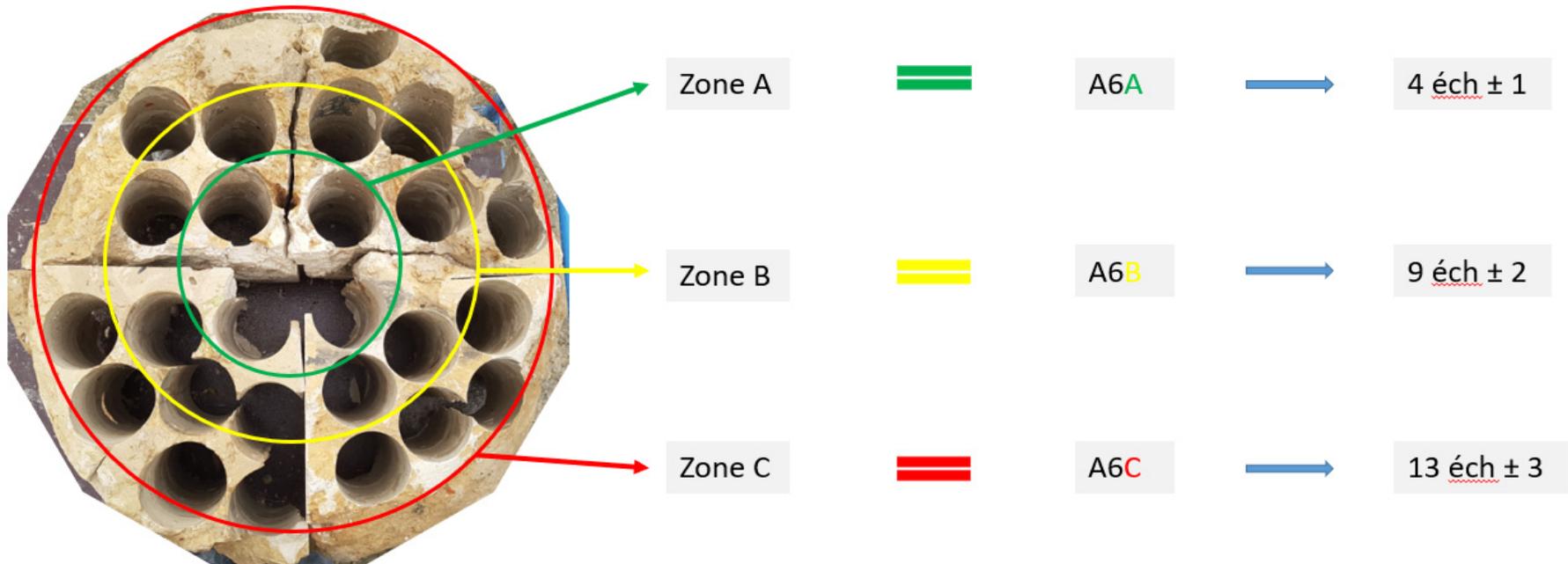


Eprouvettes
10/20 cm et 5/10
cm



Méthodologie de l'étude

Numérotation des éprouvettes selon leur position dans la colonne



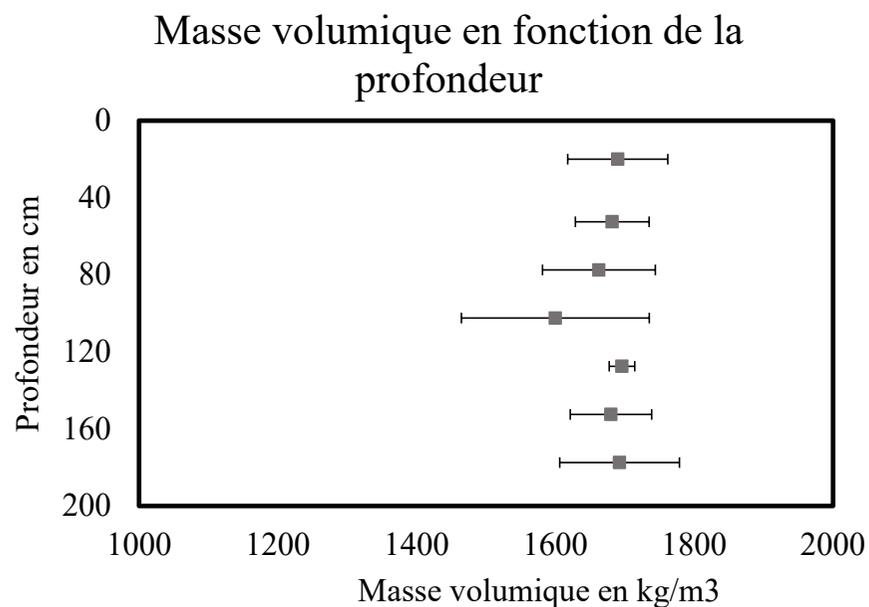
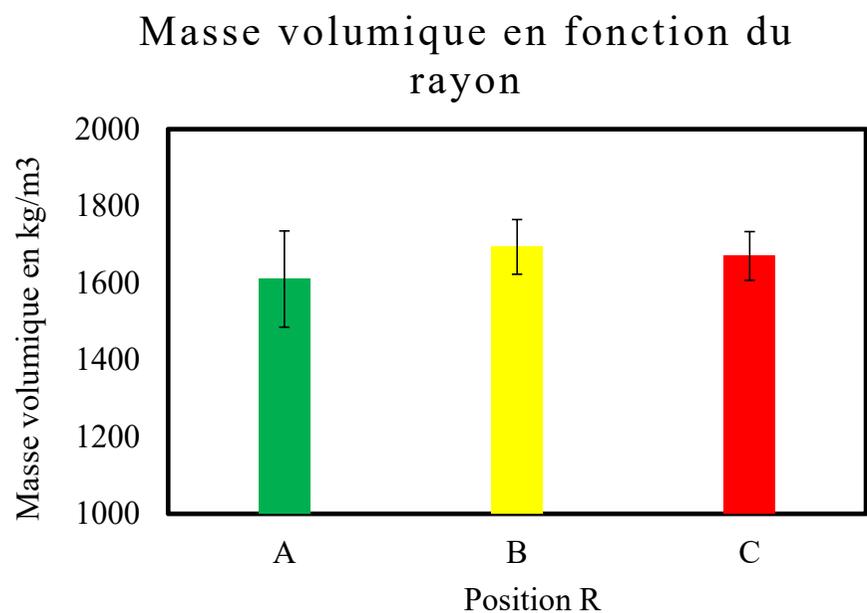
Méthodologie de l'étude

Conservation des éprouvettes



230 éprouvettes 10/20 et 130 éprouvettes 5/10

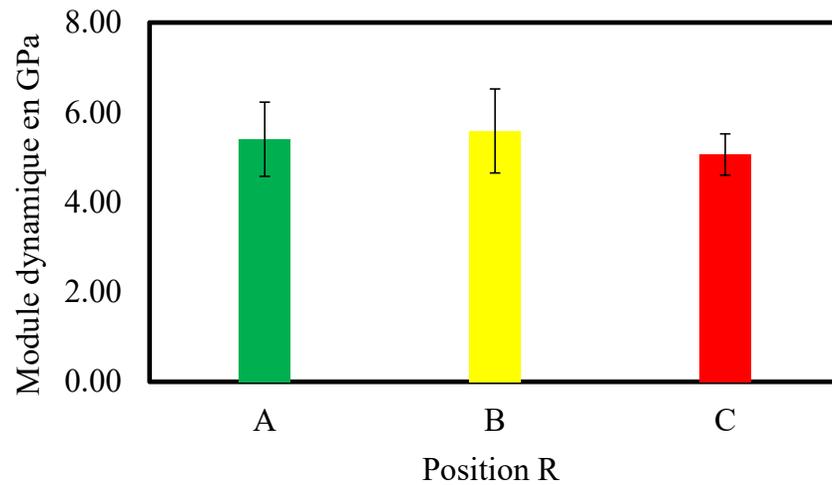
Résultats des essais



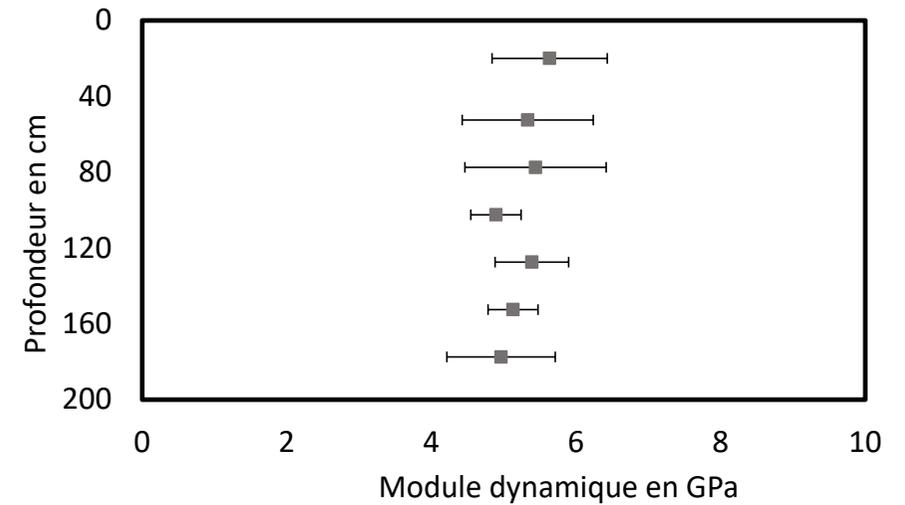
Il n'y a pas de variation significative selon le rayon ou la profondeur compte tenu de l'écart type important des valeurs mesurées

Résultats des essais

Module dynamique en fonction du rayon

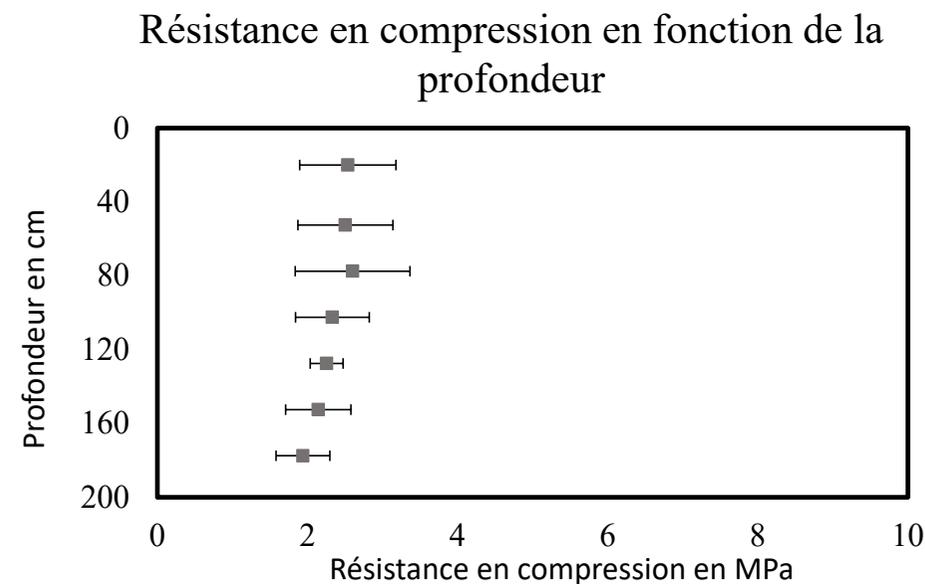
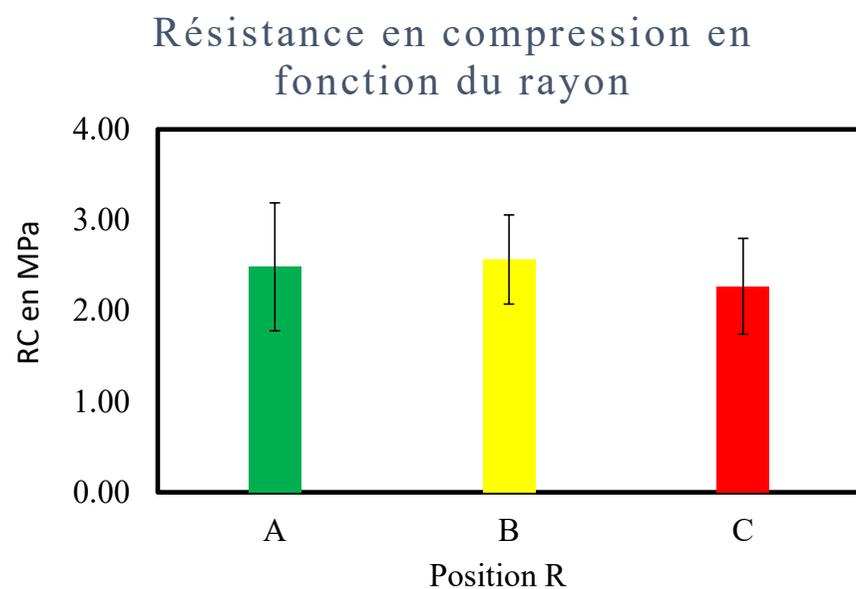


Module dynamique en fonction de la profondeur



Légère diminution du module lorsqu'on s'éloigne du centre (zone C)
et lorsqu'on va plus en profondeur

Résultats des essais



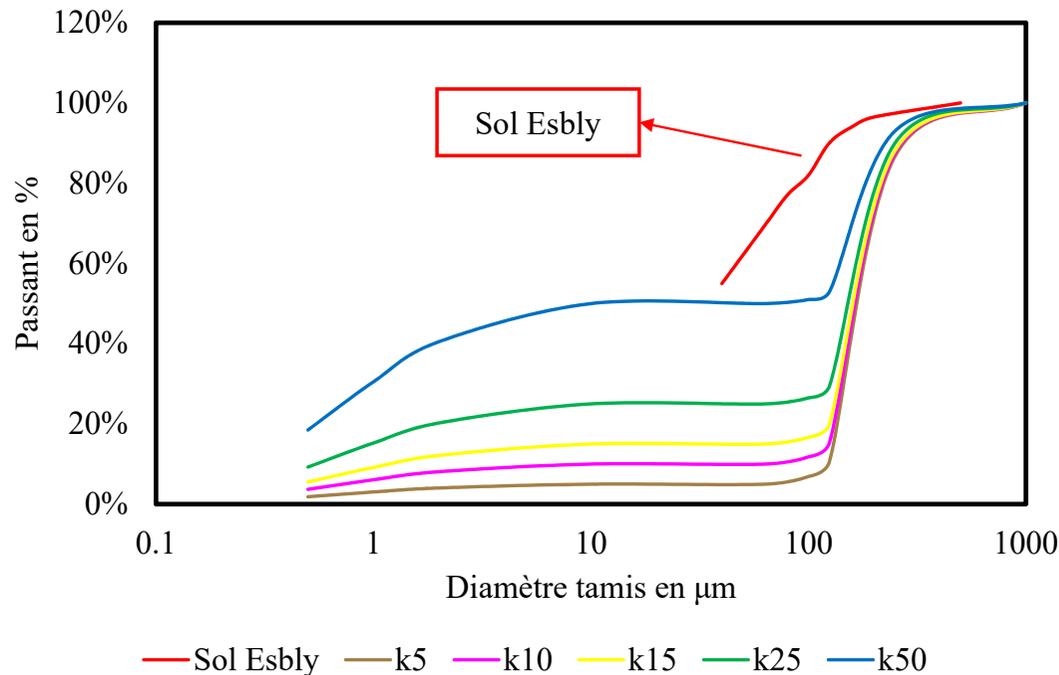
Légère diminution de la résistance en compression lorsqu'on s'éloigne du centre (zone C) et lorsqu'on va plus en profondeur

Résultats des essais

Synthèse des résultats des essais

Propriétés mécaniques	Masse volumique (kg/m ³)	Module dynamique (GPa)	Résistance en compression (MPa)	Résistance en traction (MPa)	Perméabilité (m/s)
Nombre d'échantillons testés	117	117	117	14	20
Valeur moyenne	1671	5,29	2,40	0,32	6,27 E-9
Valeur maximal	1903	9,15	4,09	0,50	
Valeur minimal	1298	3,48	1,23	0,17	
Ecart type	80	0,75	0,55	0,09	

Comparaison des résultats du chantier avec ceux obtenus en laboratoire



Courbes granulométriques des sols synthétiques réalisés en laboratoire (Helson : thèse 2017)

K50 signifie **50%** de **kaolinite** et **50%** de sable de fontainebleau

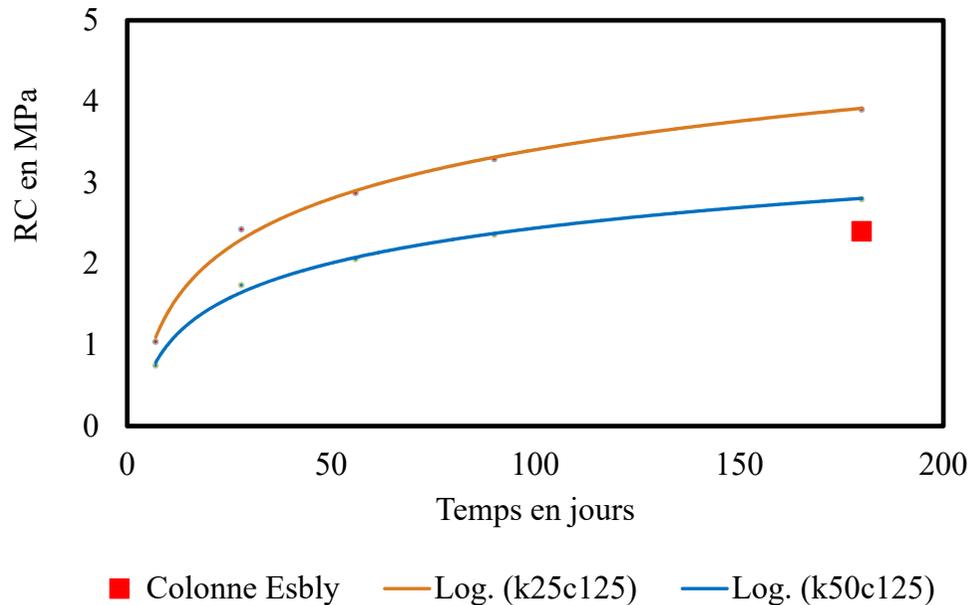
K50 : $W_l = 31\%$; $W_p = 18\%$;
 $I_p = 13\%$

K50 et K25 : **Argile peu plastique**
(classification LCPC)

La granulométrie du sol d'Esblly est proche de celles des sols k25 et k50 réalisés en laboratoire

Comparaison des résultats du chantier avec ceux obtenus en laboratoire

Evolution de la résistance en compression en fonction du temps pour les bétons de sol réalisé en laboratoire avec du sol synthétique

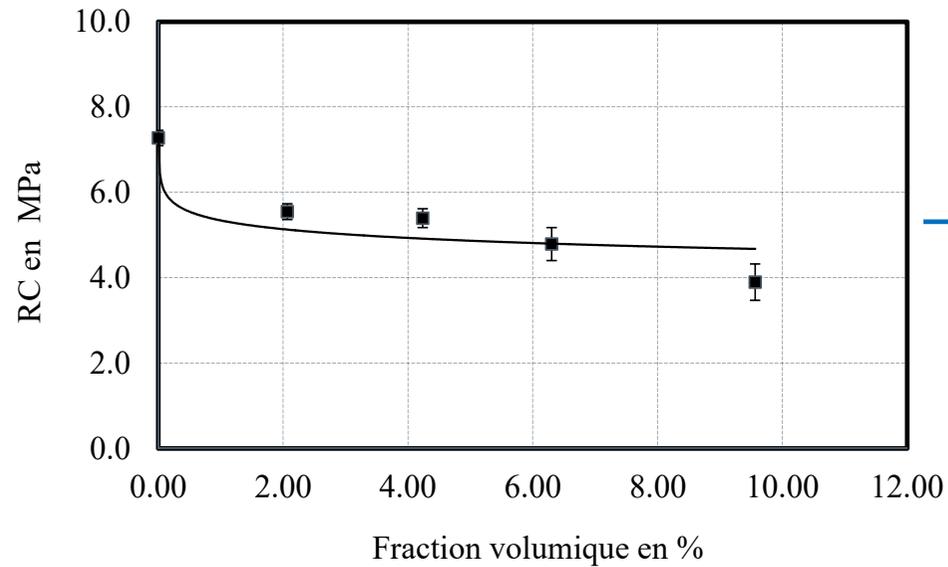


K25C125 : 25% de kaolinite et 75% de sable de fontainebleau, mélangé avec 125 kg/m³ de béton de dosage en ciment

Les résistances en compression issues du chantier sont **38 à 15 %** inférieures aux résistances respectives des k25C125 et le K50C125

Influence d'hétérogénéités molles

Etude **expérimentale** de l'influence des **inclusions de sol**



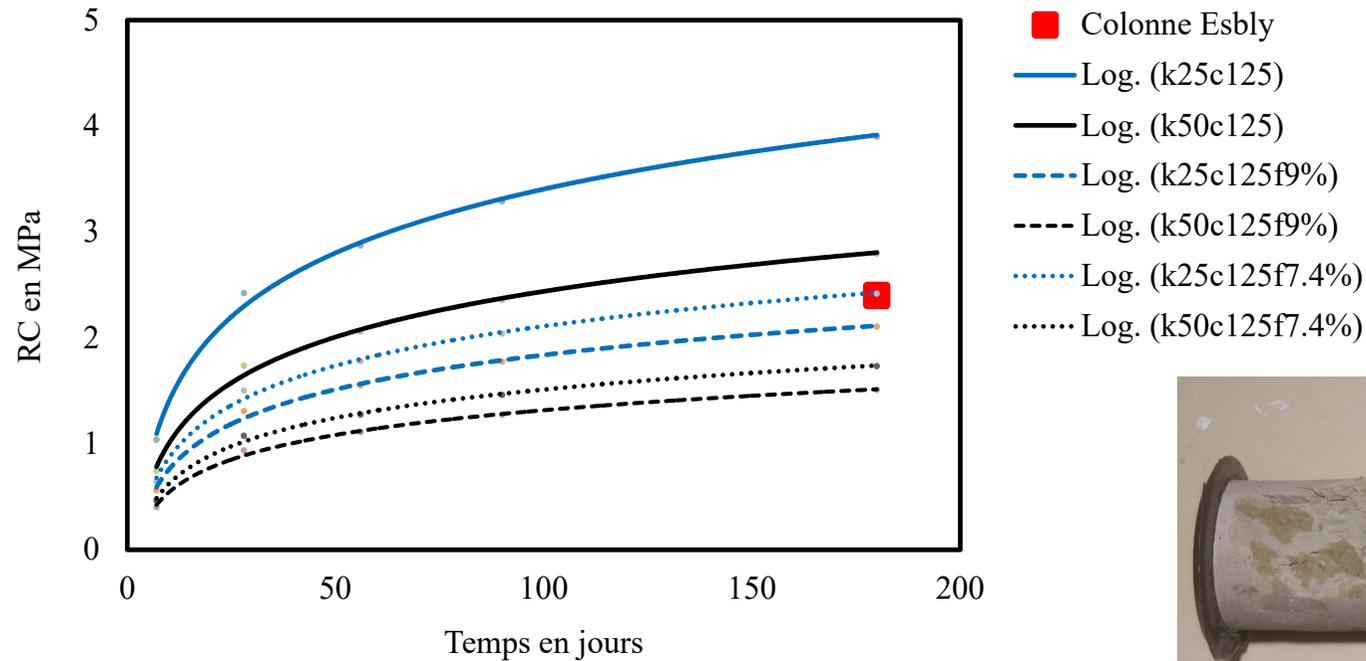
Perte de **46%** de résistance en compression

Etude **numérique** sur l'influence de la **position** et la **forme** des inclusions

Variation des caractéristiques physiques et mécaniques selon les fractions volumiques et les dosages en ciment

Influence d'hétérogénéités molles

Influence de la fraction volumique d'inclusion molle sur la résistance en compression



Conclusions et perspectives

- Conclusions :
 - Caractérisations physiques et mécaniques des propriétés de bétons de sol issus du chantier
 - La présence d'inclusion de sol dans le béton de sol issu du chantier pourrait expliquer la différence entre les propriétés obtenues sur chantier et au laboratoire

- Perspectives : sol prélevé sur chantier
 - Etude de formulation : influence du dosage en ciment sur les propriétés mécaniques et physiques du béton de sol réalisé avec le sol prélevé sur chantier. Comparaison avec les résultats obtenus sur les colonnes.

 - Etude de durabilité : menée d'une part sur des mélanges réalisés en laboratoire à partir du sol prélevé sur chantier et d'autre part sur les échantillons issus des colonnes

- Perspectives : inclusions de sol
 - Etudier numériquement l'effet de la position, de la forme et de la fraction volumique des inclusions de sol sur les performances du béton de sol