



Laboratoire Central
des Ponts et Chaussées



Valorisation des
sols médiocres

La physico-chimie des sols traités

Dimitri DENELE

Paris, le 3 décembre 2008

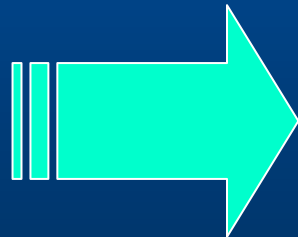
L'esprit de recherche au cœur des réseaux

Traitement des sols à la chaux

Chaux = vive CaO , hydratée Ca(OH)_2 , lait de chaux



Interaction chaux/minéraux du sol



Echange cationique
Floculation/Agglomération
Réaction pouzzolanique &
Carbonatation

Mécanismes de base (1)

→ Actions à court terme

- Echange cationique

Echange Cations compensateurs → Ca^{2+}

- Floculation/Agglomération

(1) → Modification propriétés de surface+[électrolytes]
= Réduction de la taille de la double couche des argiles
& Réduction des forces de répulsion

(2) → Formation de phases secondaires
= Réaction en surface des feuillets argileux + Chaux

Mécanismes de base (2)

→ Actions à moyen et long terme

- Réactions pouzzolaniques

Addition de chaux = forte augmentation du pH du sol

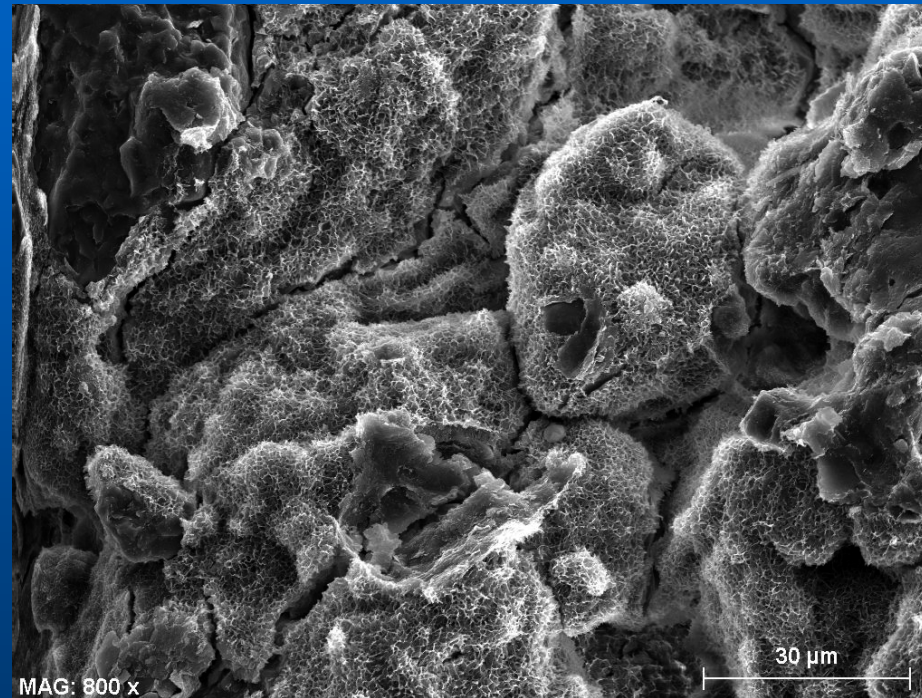
Mise en solution de Si et Al des minéraux

Précipitation de silicates et aluminates de calcium hydratés

- Carbonatation

Carbonatation de la chaux non consommée

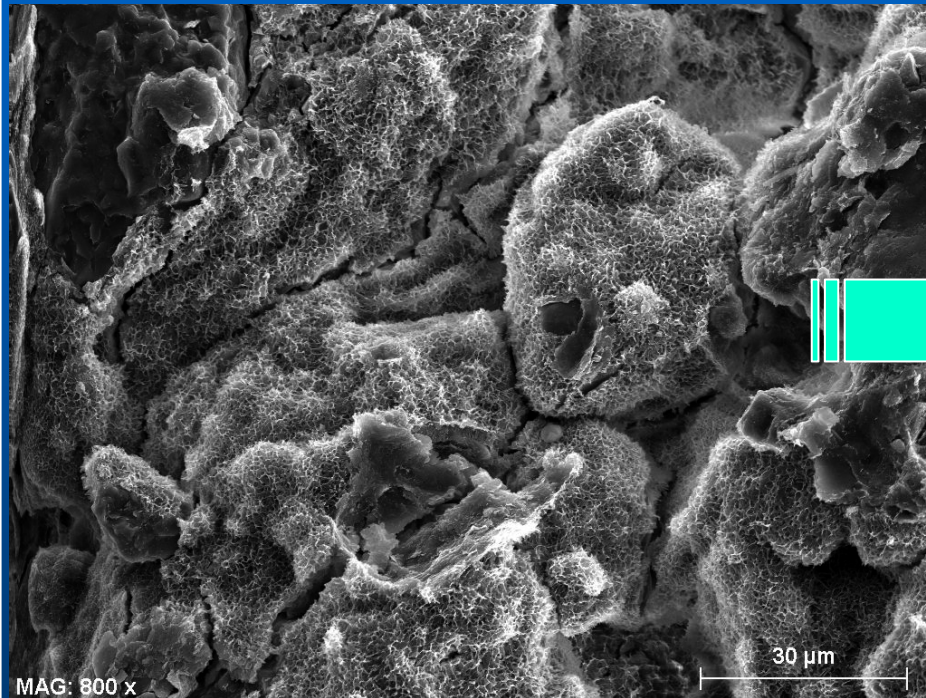
Court terme



Formation des
phases cimentaires ?

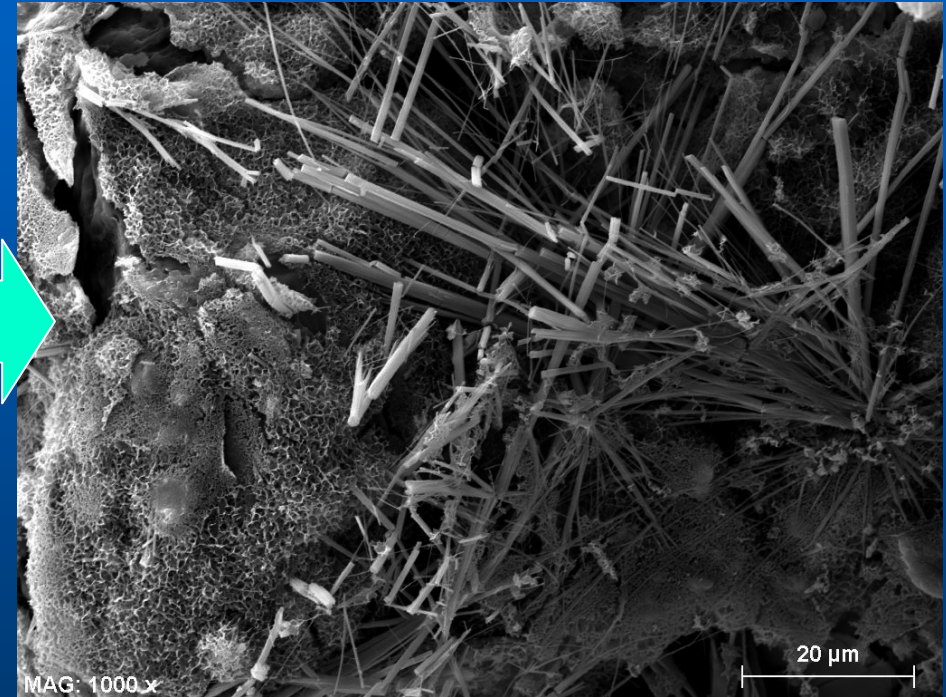
Couplage physico-chimie/géotechnique

Court terme



Formation des
phases cimentaires ?

Long terme



Stabilité des
composés cimentaires ?

Aspects physico-chimiques

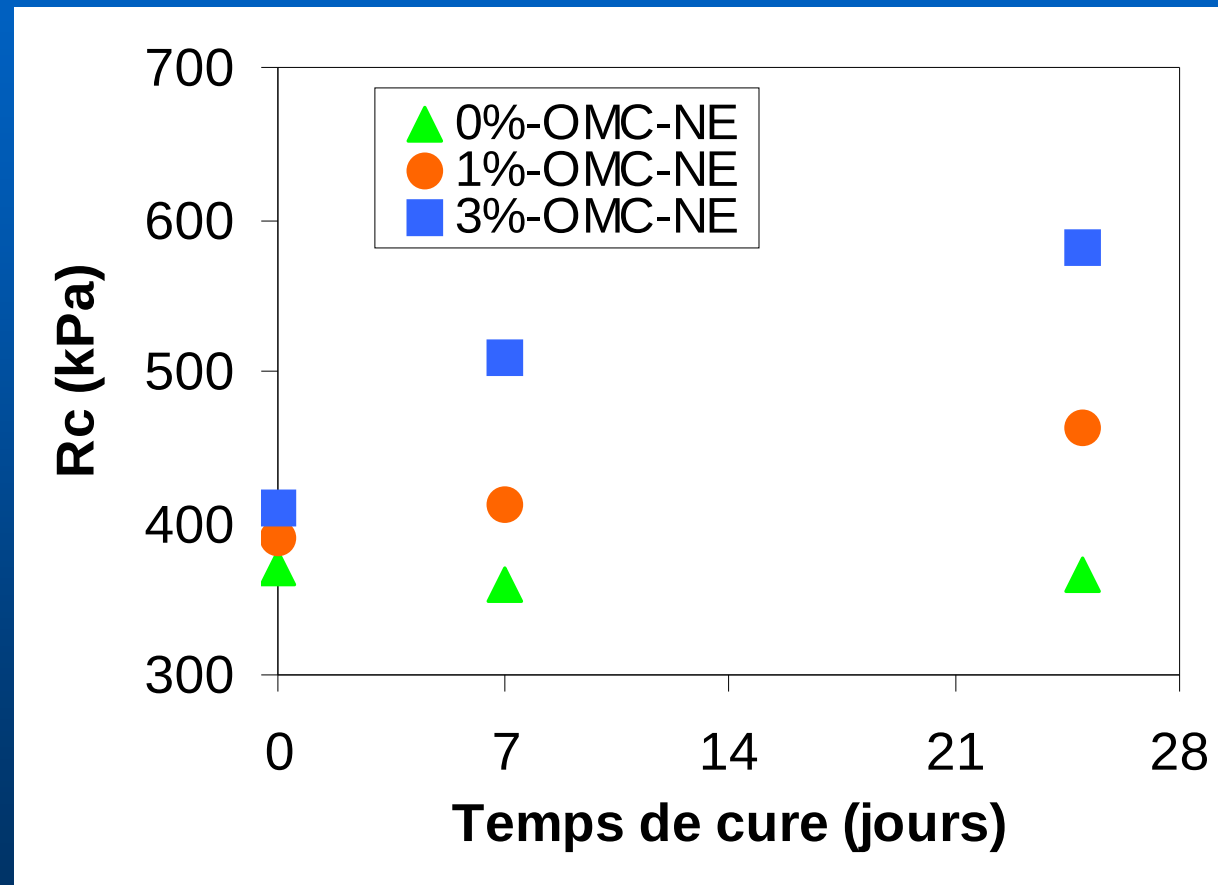
- ◆ Limon de Jossigny
[Quart/Feldspaths/Minéraux argileux (Kaol/Sm)]
- ◆ Traitement à 1% et 3% de CaO
- ◆ Cure de 25 jours à 20°C et w constante

Thèse B. Le Runigo (2008)

Durabilité d'un limon traité à la chaux et soumis à différentes sollicitations hydrauliques : étude des comportements physico-chimique, hydraulique, microstructural et mécanique

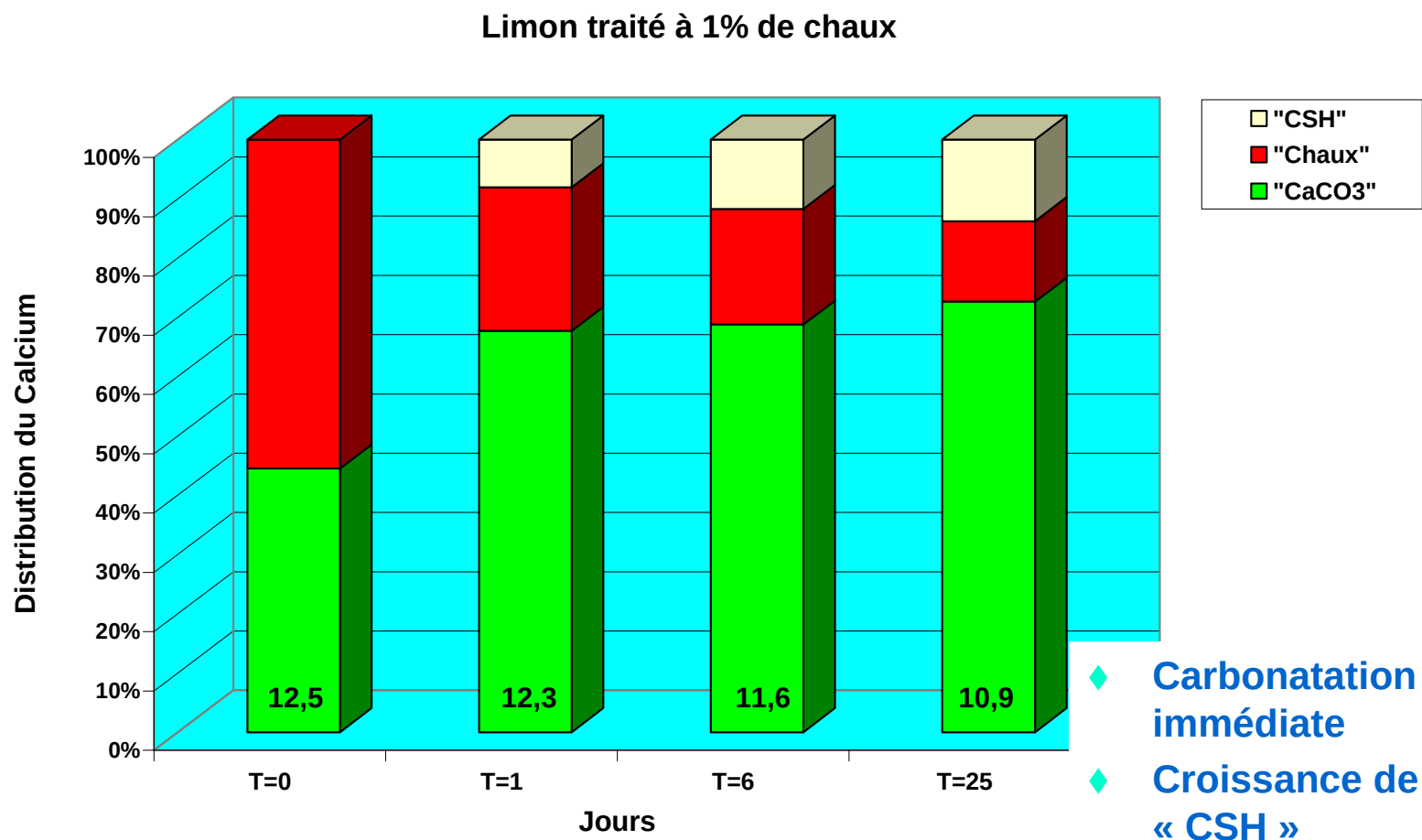
Traitement à la chaux – Effet de la cure

Evolution de la résistance en compression



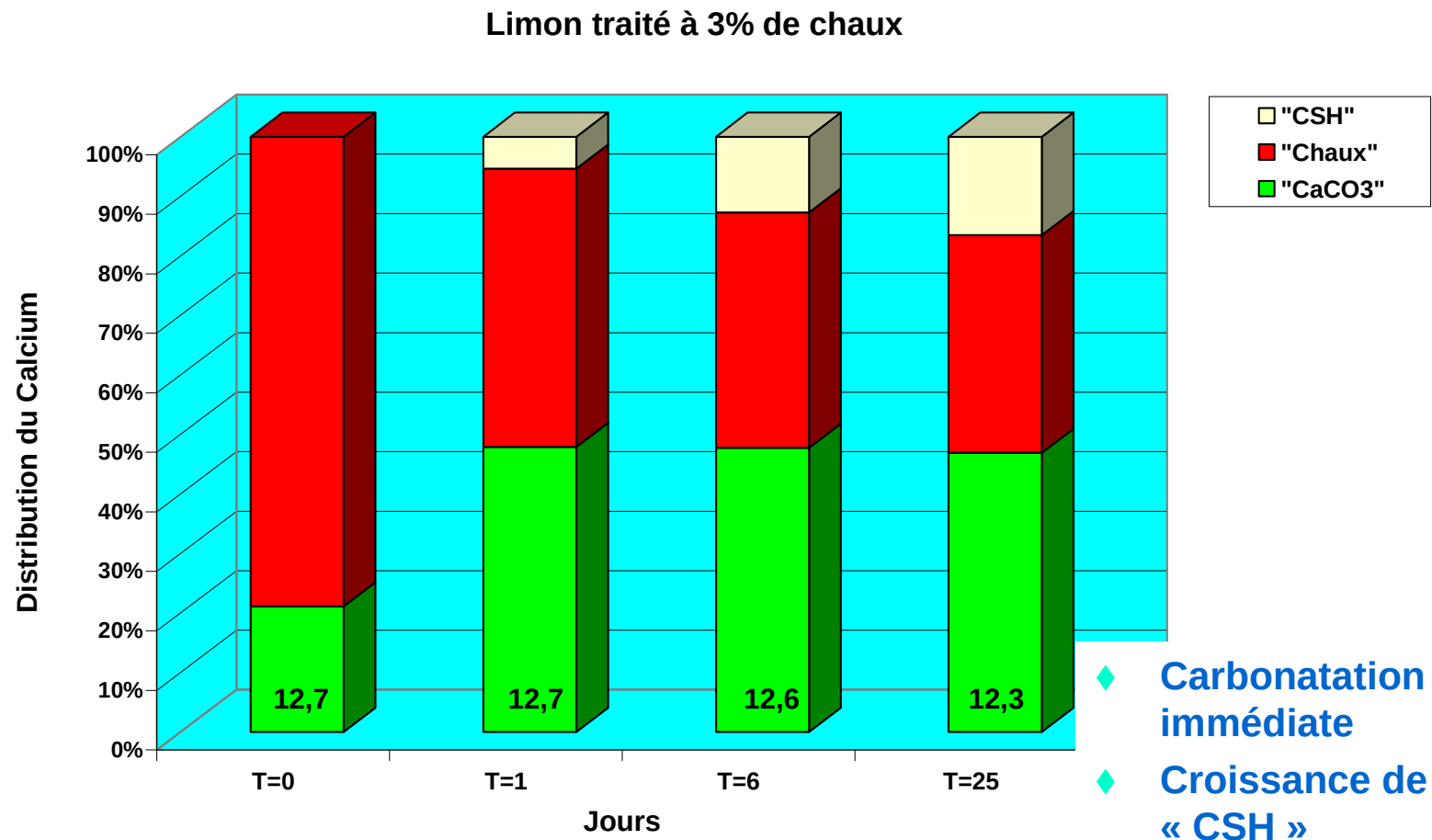
Physico-chimie-Effet de la cure

Bilan en calcium – 1% chaux



Physico-chimie-Effet de la cure

Bilan en calcium – 3% chaux

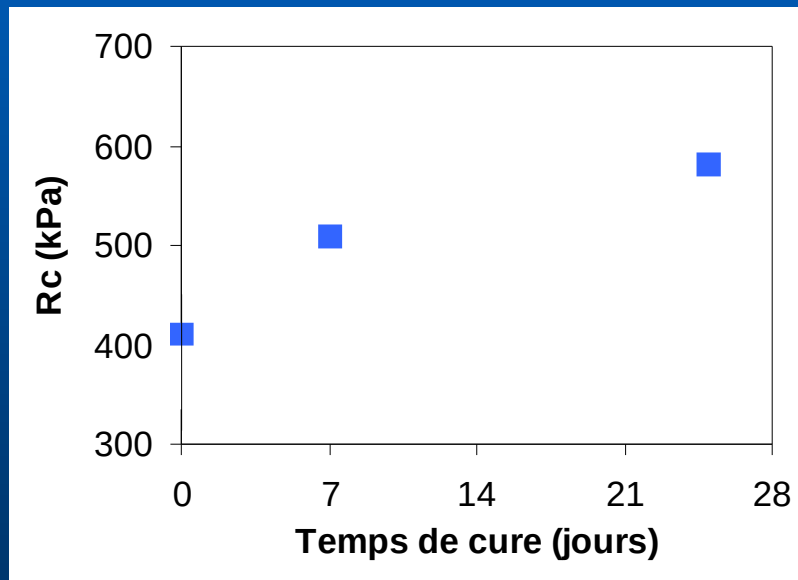


Circulation & comport. mécanique

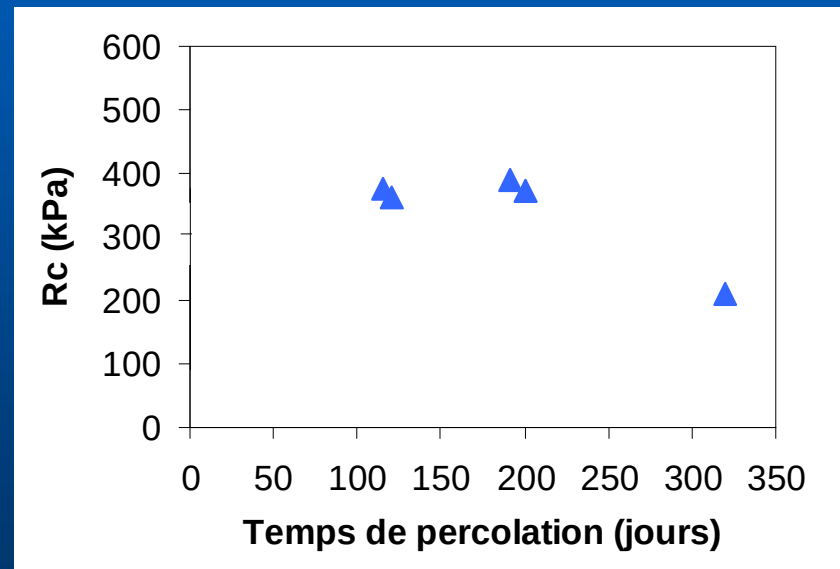
Limon traité à 3% de CaO

Circulation 200 jours, pas de modifications

Avant circulation



Après circulation

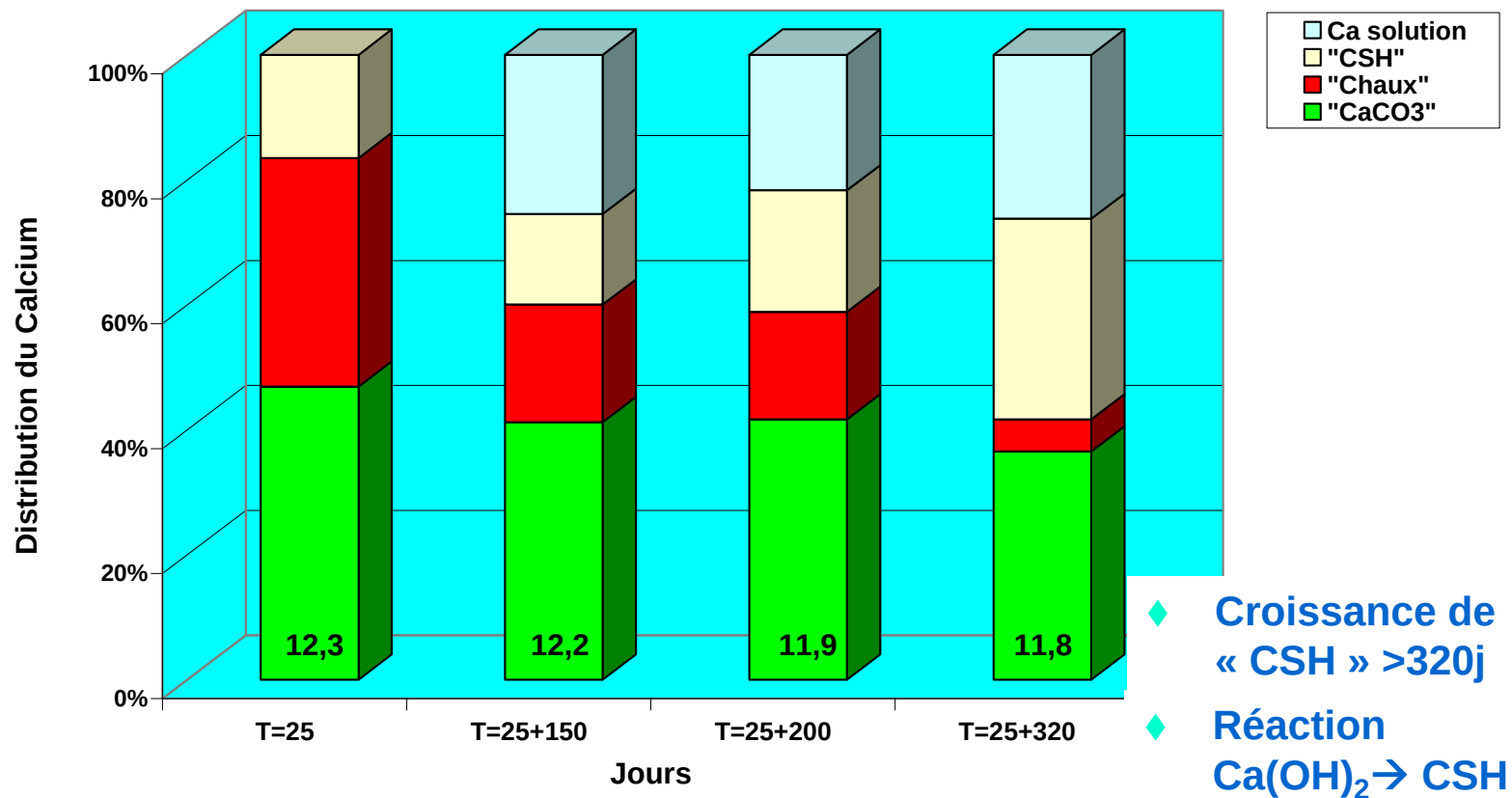


Dégradation des performances
à 320 jours

Physico-chimie-Effet de la circulation

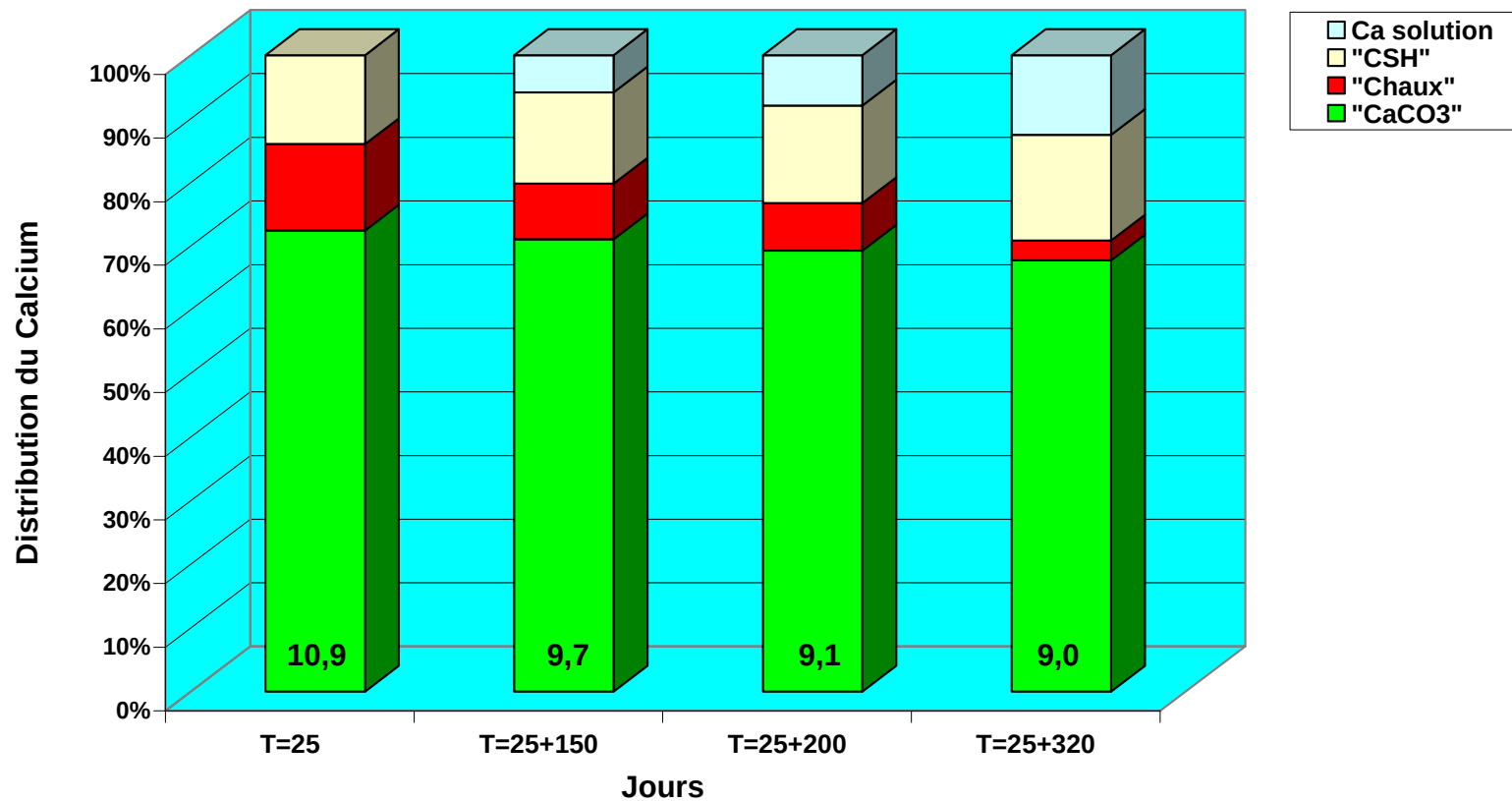
Evolution du comportement mécanique

Limon traité à 3% de chaux CIRCULE



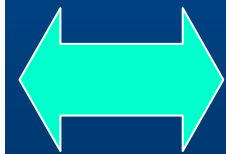
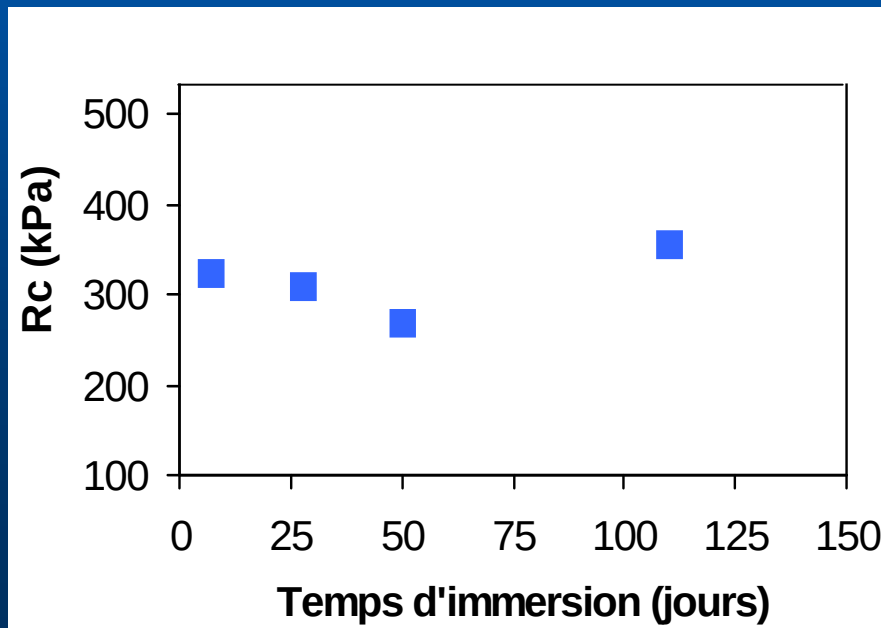
Physico-chimie-Effet de la circulation

Limon traité à 1% de chaux CIRCULE



Physico-chimie-Effet de l'immersion

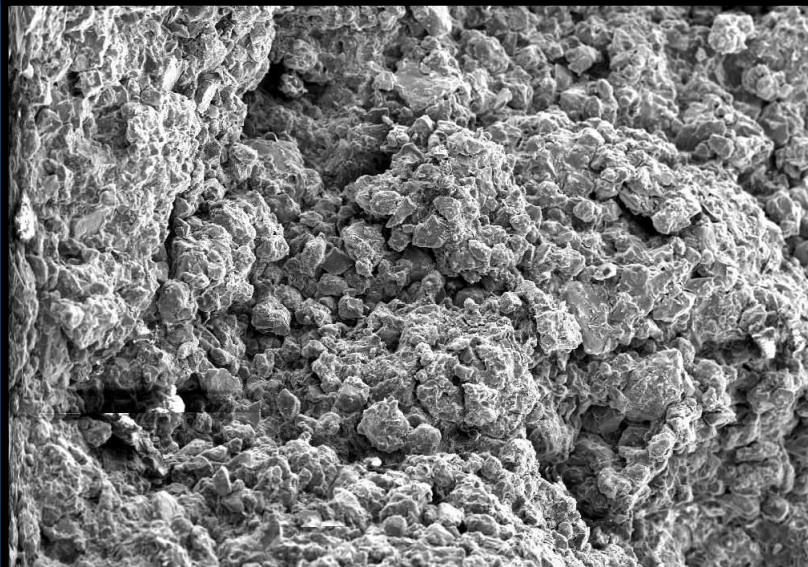
- ◆ Limon de Jossigny
[Quart/Feldspaths/Minéraux argileux (Kaol/Sm)]
- ◆ Traitement à 3% de chaux vive
- ◆ Cure de 25 jours à 20°C et w constante
- ◆ Immersion à 20°C & L/S=1



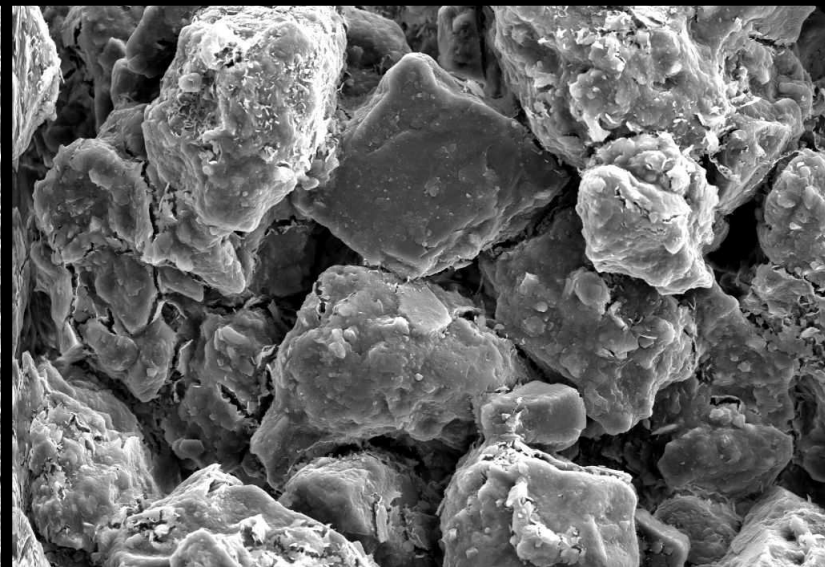
Observations
au MEB

Physico-chimie-Effet de l'immersion

Limon Brut

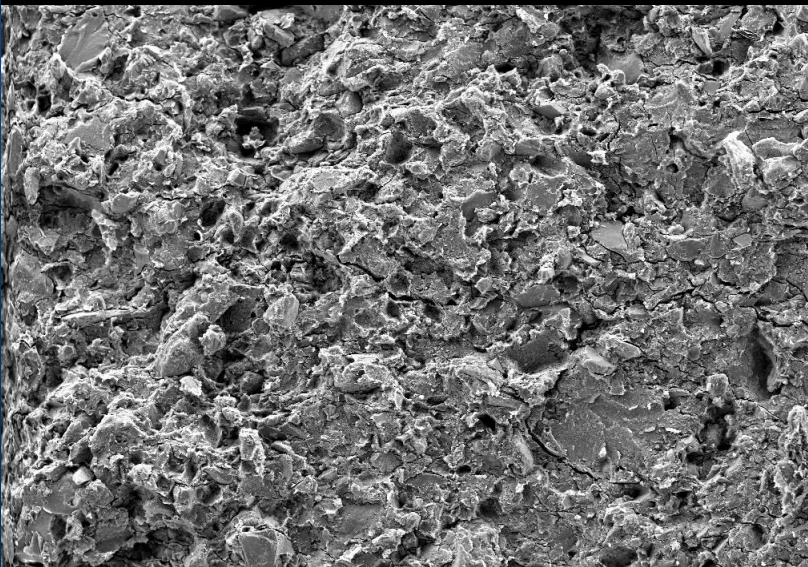


200 μm

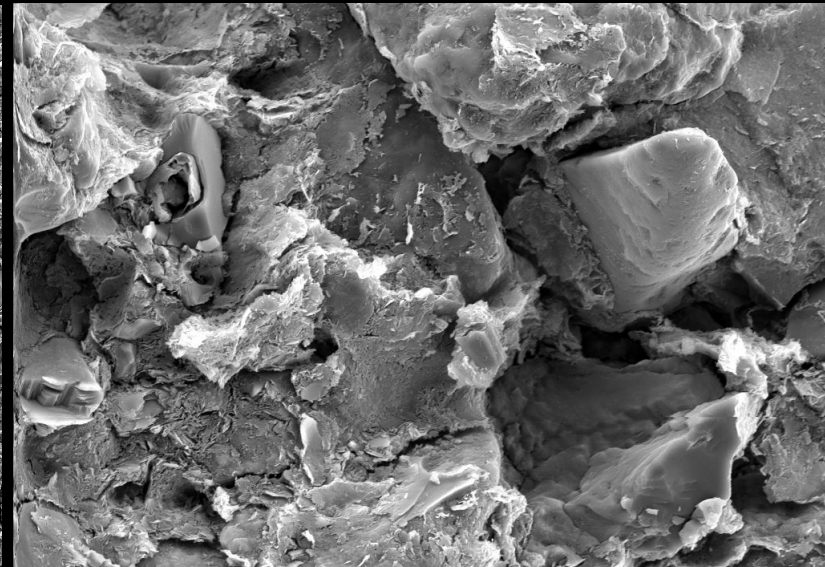


30 μm

3%CaO

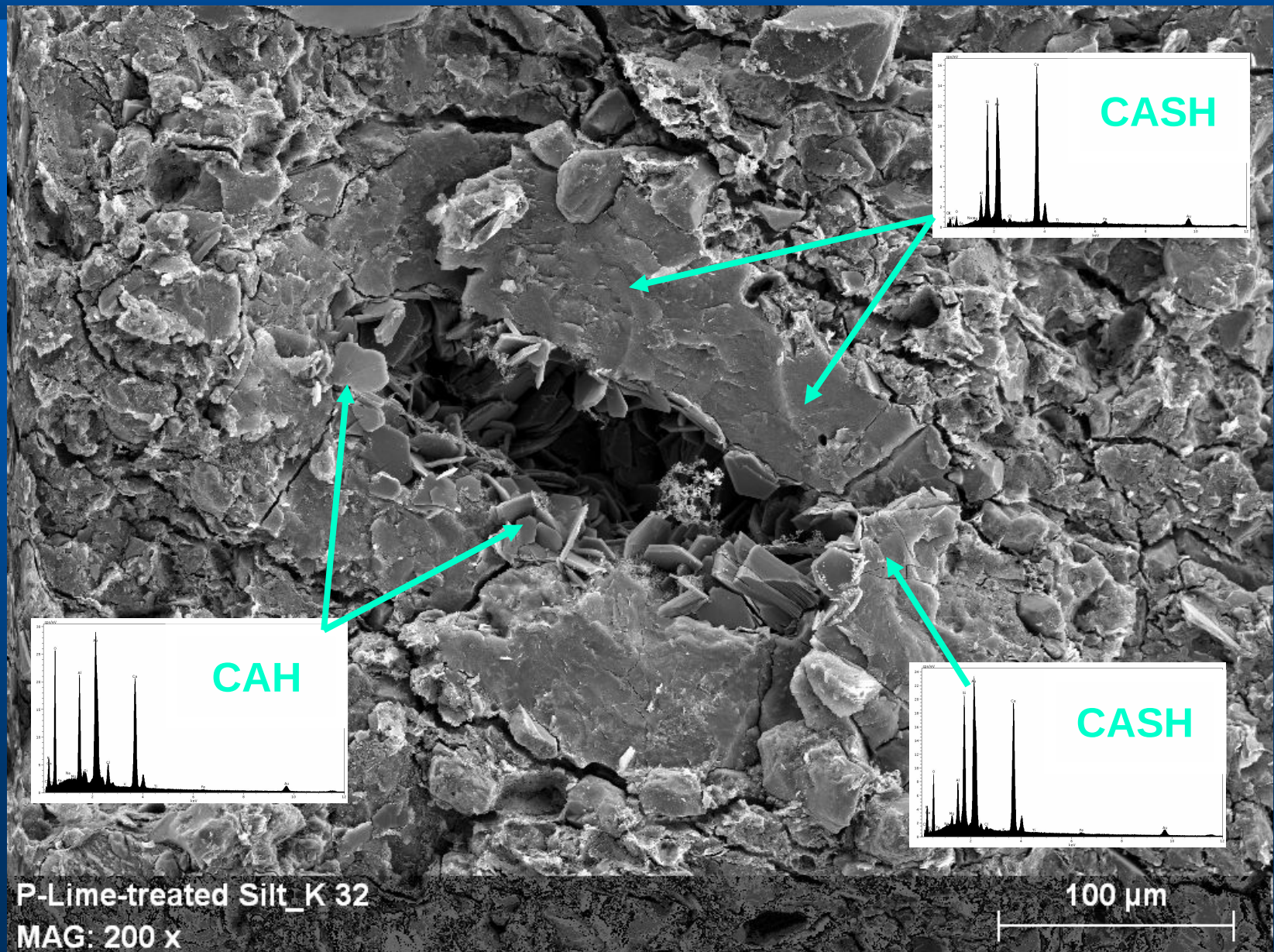


200 μm

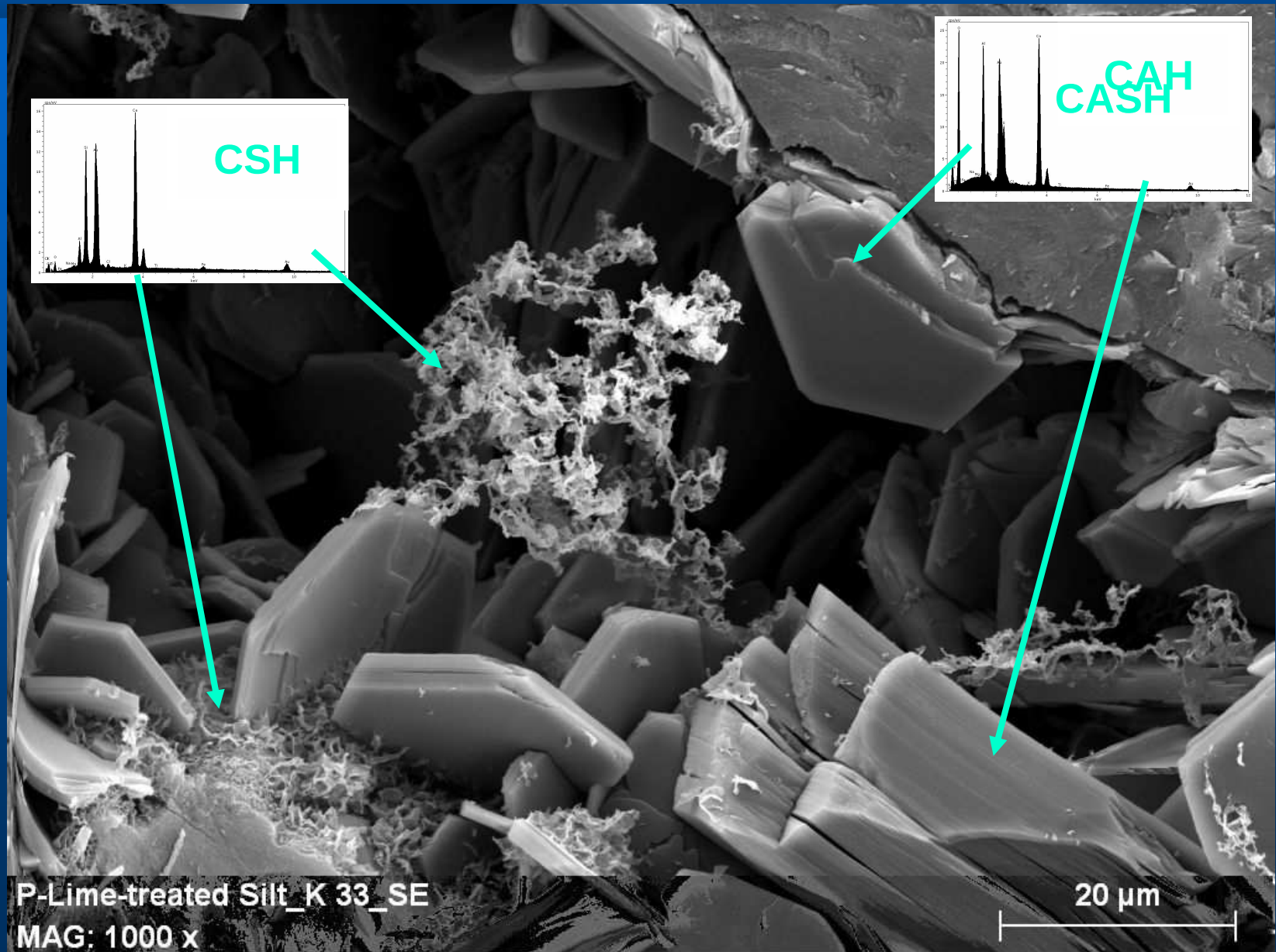


30 μm

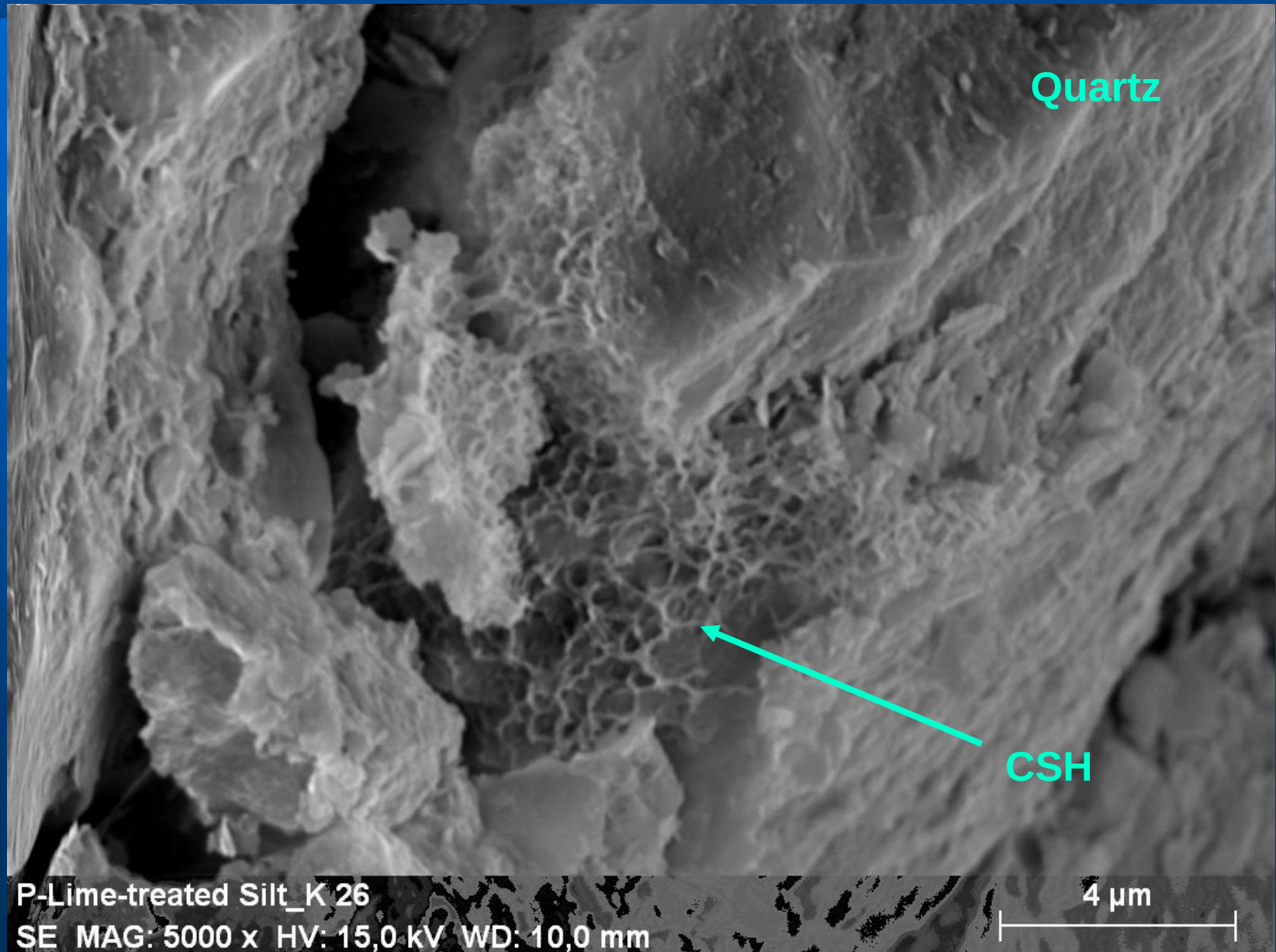
Physico-chimie-Effet de l'immersion



Physico-chimie-Effet de l'immersion



Physico-chimie-Effet de l'immersion



Conclusions

- ◆ Relation physico-chimie/comportement mécanique
- ◆ Déconvoluer finement les interactions
 - **CURE** = maturation du sol (Carbonates, CSH)
 - **CIRCULATION** = compétition précipitation/dissolution
 - **IMMERSION** = maturation du sol (CSH, CAH, CASH)

Perspectives

- ◆ Lien entre Court Terme & Long Terme
- ◆ Lien entre minéralogie et comportement mécanique
- ◆ **TerDOUEST**
- ◆ **MICATT**