

Caractérisation morphologique et chimique des co-produits coquilliers pour une valorisation dans les matériaux cimentaires

Camille Martin--Cavaillé¹, Alexandra Bourdot¹, Nassim Sebaibi², Rachid Bennacer¹

¹ Université Paris-Saclay, CentraleSupélec, ENS Paris-Saclay, CNRS, LMPS - Laboratoire de Mécanique Paris-Saclay, 91190, Gif-sur-Yvette, France
² COMUE NU, Laboratoire de Recherche ESITC Caen, 1 Rue Pierre et Marie Curie, 14610 Epron, France

Contexte et objectifs

L'utilisation de co-produits coquilliers tels que les coquilles d'huîtres dans le béton permet à la fois de réduire les déchets et le besoin en ressources naturelles. L'étude de la littérature montre que les bétons utilisant des granulats coquilliers ont des meilleures propriétés thermiques [1] et que l'utilisation de coquilles pourrait également être à l'origine d'un effet filler. Le but de cette étude est d'expliquer en partie les propriétés des bétons de coquille par une étude de la morphologie, de la porosité et de la composition chimique des granulats de coquilles utilisés.

Matériaux



Granulats de coquilles d'huîtres *Crassostrea Gigas* de taille 4/10mm

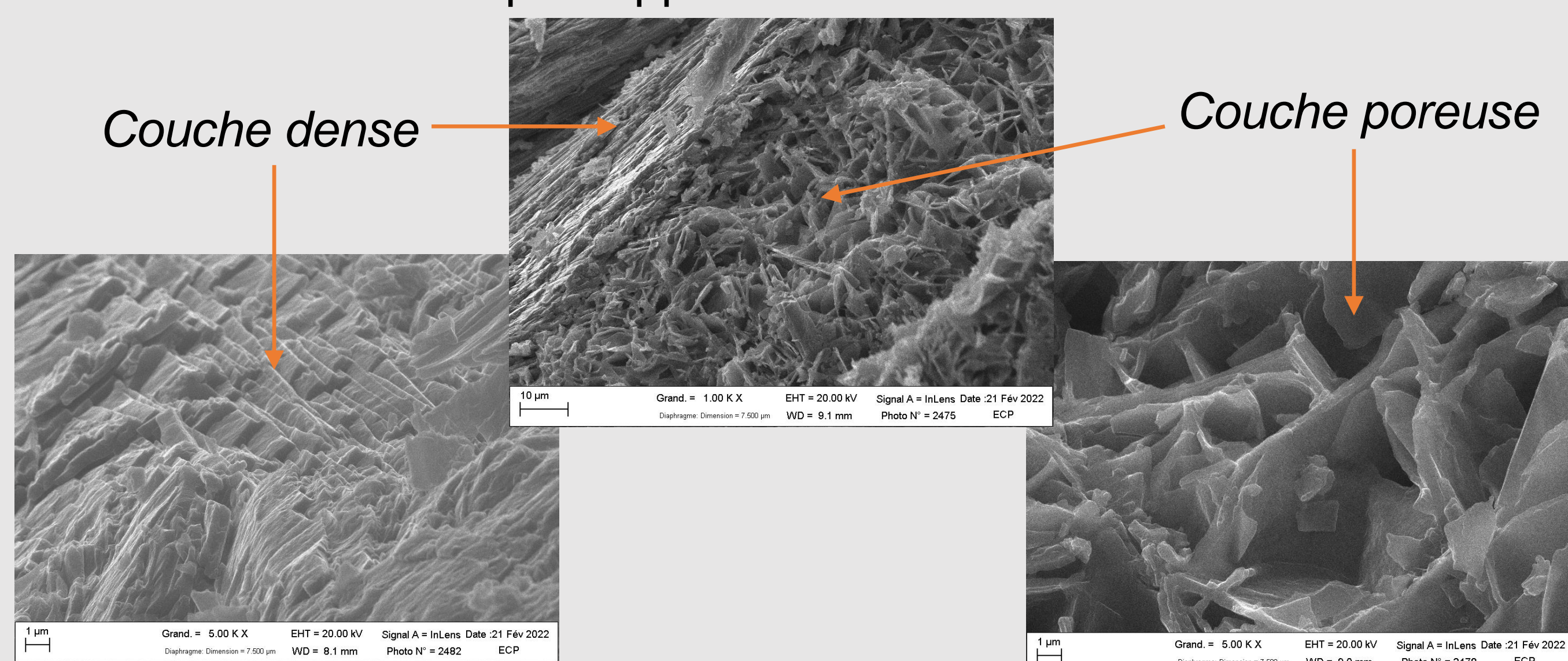
Fabrication de bétons avec granulats coquilliers en remplacement des granulats naturels (E/C=0,6)

	Coquilles	Granulats naturels
BI_0	0%	100%
BI_50	50%	50%

Taux de remplacement des granulats naturels dans le béton

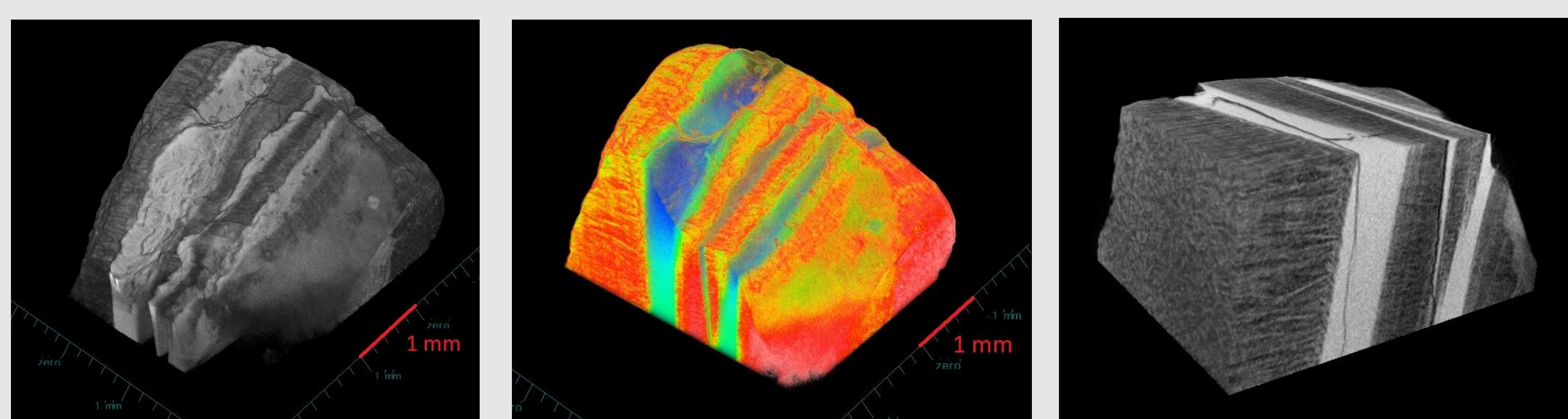
Morphologie des coquilles

L'observation au MEB des coquilles met en évidence deux microstructures différentes : une microstructure dense et une plus poreuse faites de lattes d'environ 0,5 µm d'épaisseur agencées différemment les unes par rapport aux autres.



Observations au MEB-FEG de coquilles d'huîtres

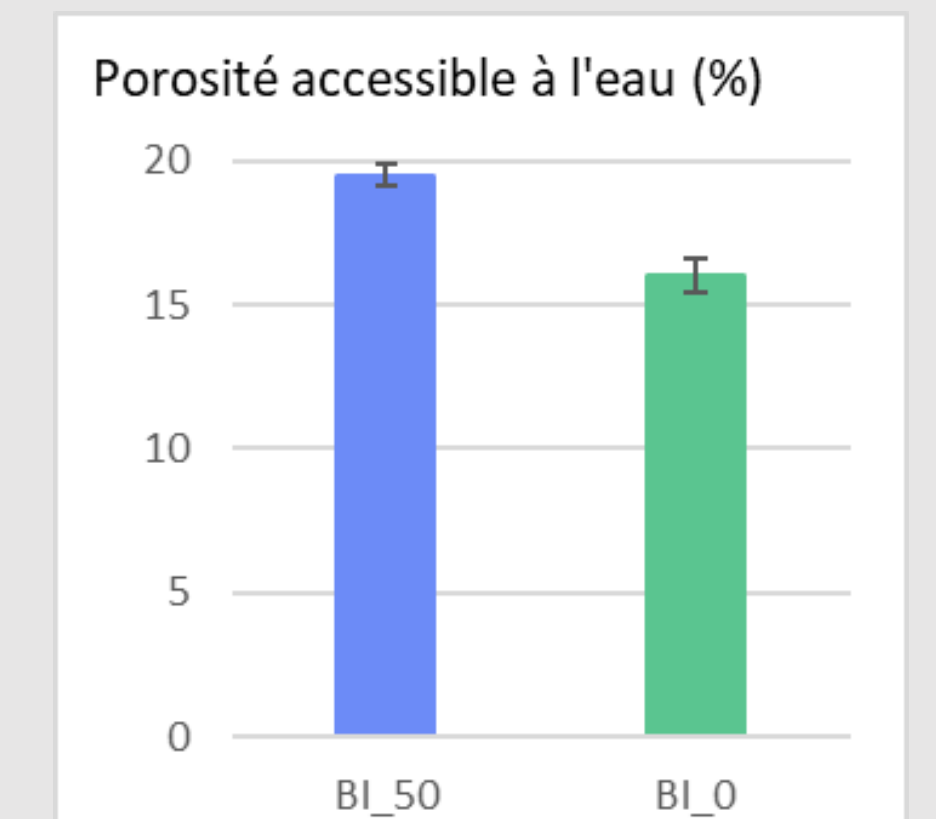
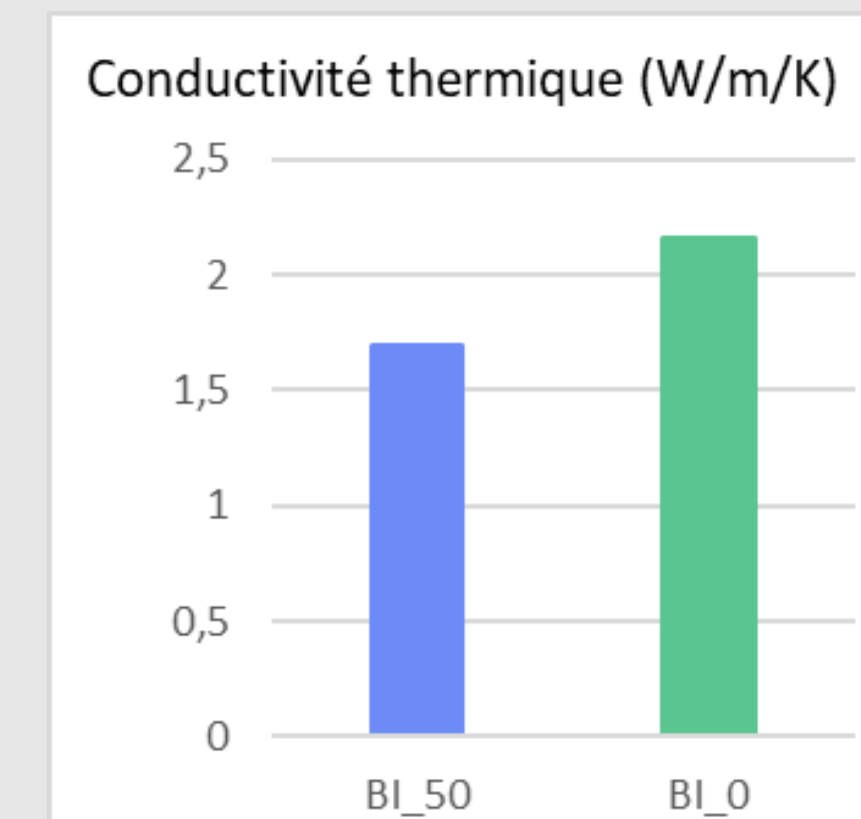
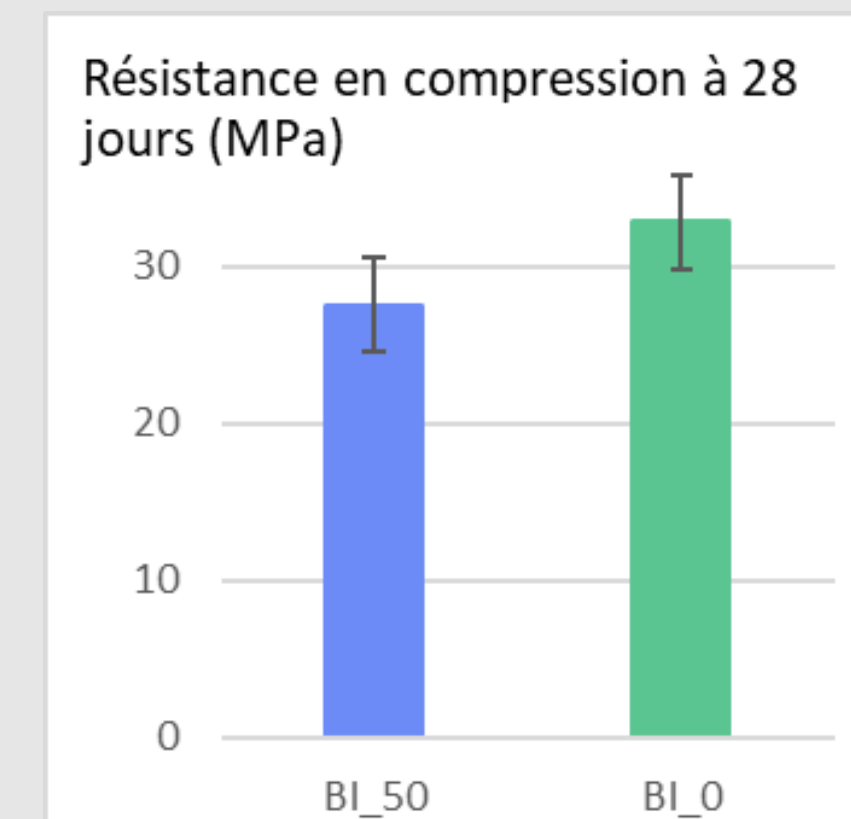
Une observation en micro-tomographie a permis de comprendre que ces deux microstructures s'alternent au sein de la coquille : une couche poreuse (en gris sombre/rouge) et une couche dense (en gris clair/bleu). Les lattes traversent la partie poreuse et créent ainsi une porosité connectée dans la couche poreuse.



Observations d'une coquille d'huître par µ-tomographie

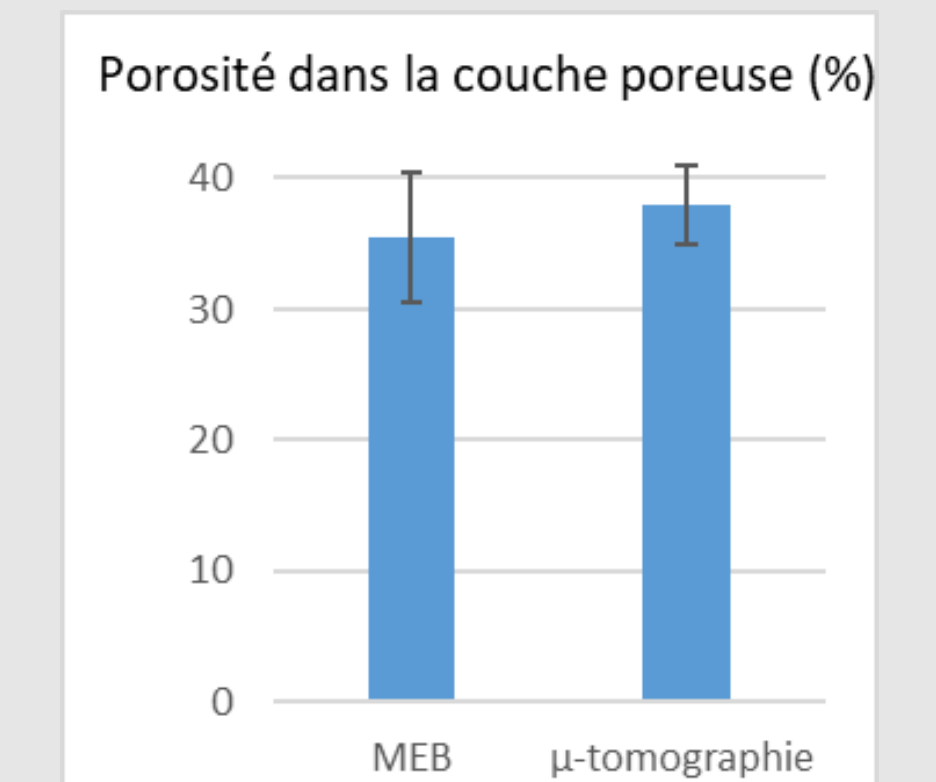
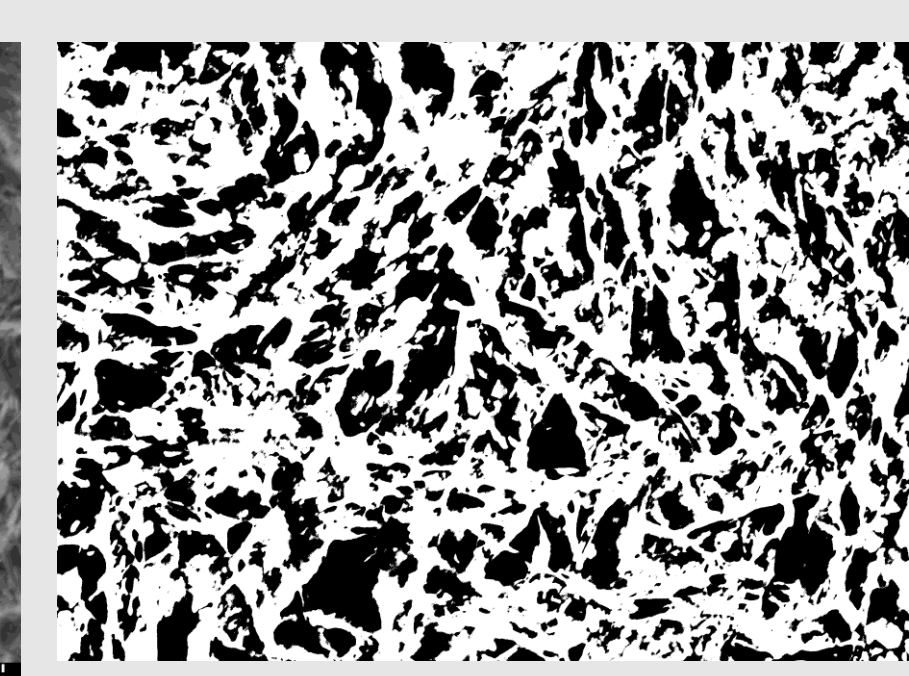
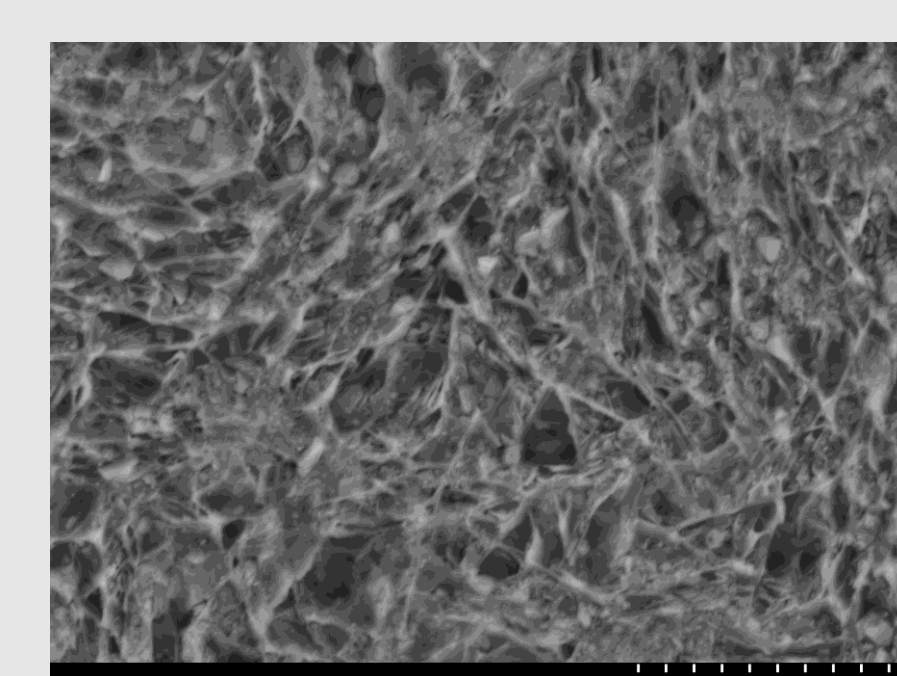
Propriétés des bétons de coquilles

Les bétons avec coquilles présentent une meilleure conductivité thermique ainsi qu'une plus grande porosité à l'eau par rapport aux bétons de référence. La littérature montre également qu'ils ont une plus grande perméabilité à l'eau [2] et un plus grand coefficient d'absorption d'eau [3].



Porosité des coquilles

A partir des observations réalisées au MEB et en µ-tomographie, le taux de porosité de la phase poreuse a pu être quantifié :

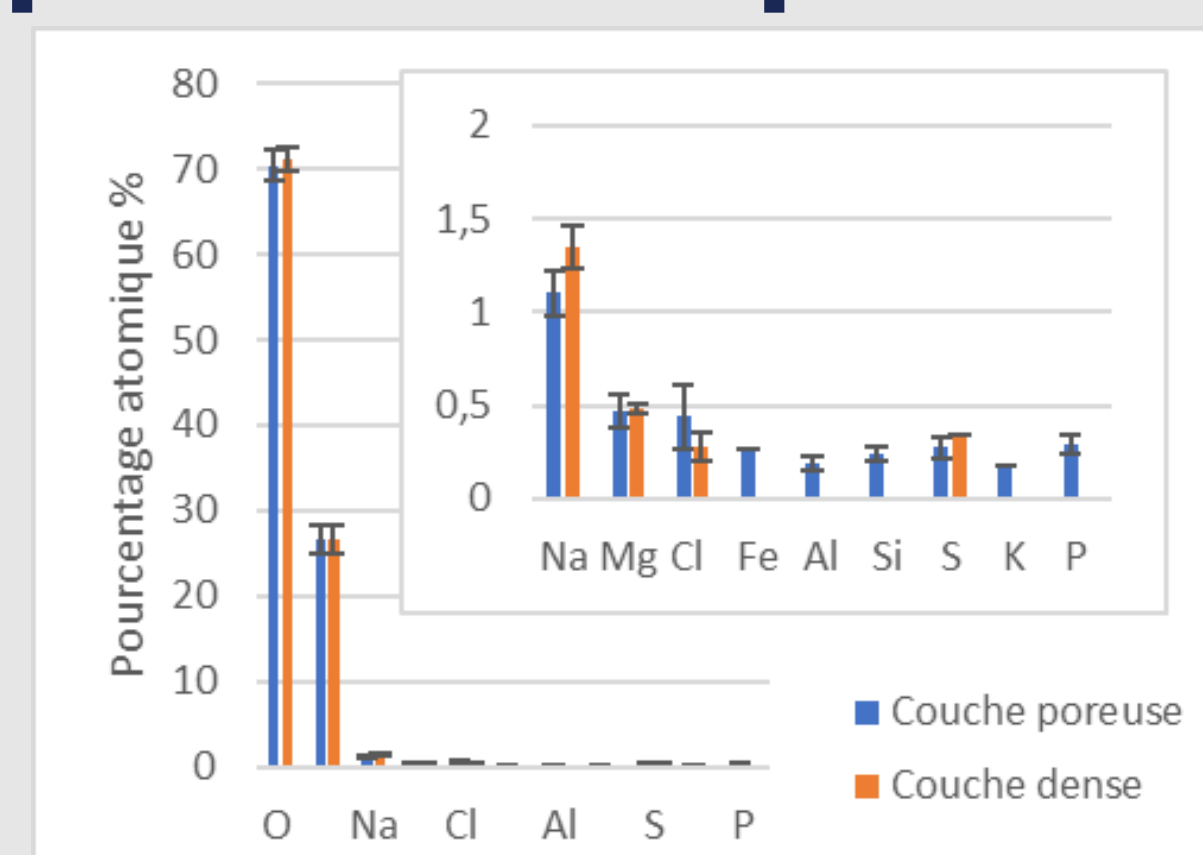


Analyse de la porosité de la phase poreuse par traitement d'image

Ce fort taux de porosité peut expliquer les propriétés des bétons observées précédemment car les premières observations montrent que la pâte de ciment ne pénètre pas dans la porosité des coquilles [4].

Composition chimique des coquilles

Les analyses DRX et EDS réalisées sur coquilles ont montré que les deux couches sont constituées de calcite, celle-ci étant intéressante car elle peut être utilisée comme filler et a plus d'impact sur les matériaux cimentaires que l'aragonite [5].



Comparaison des compositions chimiques des couches par EDS

Conclusion

Les propriétés des bétons observées peuvent être expliquées par la microstructure des coquilles composées de deux agencements différents de calcite. Afin de continuer cette étude, le comportement mécanique des coquilles sera caractérisé par nano-indentation.

- [1] Lertwattanarak et al, 2012. Utilization of ground waste seashells in cement mortars for masonry and plastering. J. Environ. Manage.
- [2] Eziefula et al, 2018. Properties of seashell aggregate concrete: A review. Constr. Build. Mater. 192, 287–300.
- [3] Mo et al, 2018. Recycling of seashell waste in concrete: A review. Constr. Build. Mater. 162, 751–764
- [4] Bourdot et al, 2021. Microstructure and durability properties of concretes based on oyster shell co-products. Presented at the 75th Rilem week, Mexico.
- [5] Wang et al, 2018. A review on use of limestone powder in cement-based materials: Mechanism, hydration and microstructures. Constr. Build. Mater. 181, 659–672.