

Caractérisation expérimentale couplée par tomographie X et nanoindentation de matériaux cimentaires

Contexte

Le béton est largement utilisé dans le domaine de l'énergie atomique, en particulier dans les réacteurs nucléaires, notamment car il présente d'excellentes performances mécaniques en conditions normales de pression et température. Cependant, sa microstructure et son comportement peuvent être fortement dégradés lorsqu'il est soumis à de hautes températures, comme en conditions accidentelles où il peut entrer en contact avec un mélange de combustible nucléaire et de métaux en fusion. Le projet IMMOC¹, dans lequel s'inscrit ce stage, s'intéresse à la compréhension de l'interaction de métaux/oxydes en fusion avec le béton et aux mécanismes d'endommagement associés. Il comporte notamment un volet expérimental qui vise à caractériser la cinétique d'endommagement de la microstructure du matériau soumis à de hautes températures, en présence ou non de métal fondu. Cette caractérisation sera effectuée par microtomographie aux rayons X, qui permet d'observer la structure interne du matériau (figure 1), et par nanoindentation pour sonder les propriétés mécaniques locales de la matière (figure 2).

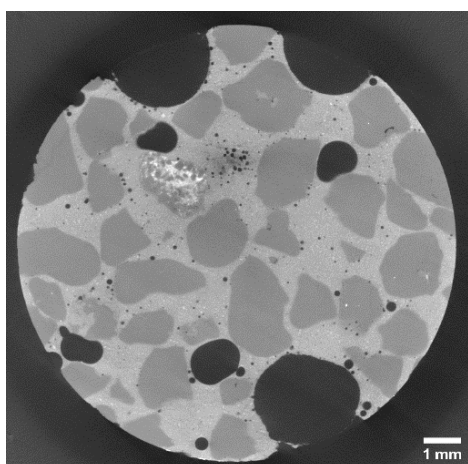


Figure 1 : Coupe transverse d'une image de microtomographie d'un mortier allégé

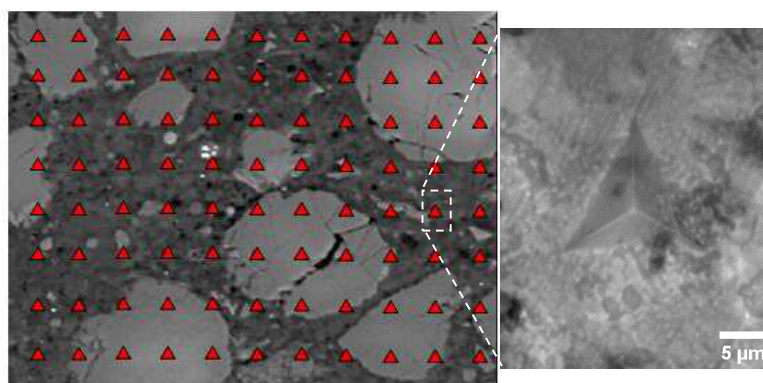


Figure 2 : Essais de nanoindentation sur pâte de ciment réalisés en grille (illustration de principe, M.Vandamme, gauche) et empreinte résiduelle après un essai (microscope optique, droite)

Objectif

Le stage proposé a comme objectif principal de développer une méthodologie pour combiner et mettre en relation des mesures réalisées par microtomographie et nanoindentation, au sein d'un même échantillon de matériau cimentaire (pâte de ciment ou mortier). La méthode devra notamment permettre d'analyser les propriétés mécaniques locales d'une zone directement identifiée sur une image 3D. Le stage portera aussi bien sur l'acquisition des mesures (préparation d'échantillons, réalisation des essais de nanoindentation, ...)

¹IMMOC : Interaction of Molten Metals/Oxides with Concretes, projet soutenu par l'ANR, en collaboration avec les laboratoires MADIREL, CEREGE, PROMES et le CEA.

que sur le traitement des données obtenues (traitement d'image 3D, analyse statistique des mesures d'indentation). La méthode sera dans un premier temps appliquée à des échantillons sains. En fonction de l'avancement du stage, le matériau pourra également être analysé après application d'une sollicitation thermique pour étudier la dégradation de la microstructure.

Une thèse est prévue dans le prolongement de ce stage et pourra commencer à l'automne 2024 (financement CNRS, ANR IMMOCC).

- Profil :**
- Niveau Master 2 ou dernière année école d'ingénieur, mécanique et/ou science des matériaux
 - Intérêt prononcé pour les sciences expérimentales et l'analyse de données nécessaire
 - Connaissances appréciées : traitement d'images, langage de programmation (Python)
- Durée :** 4 à 6 mois, à partir du printemps 2024
- Lieu :** Laboratoire Navier (Ecole des Ponts ParisTech, 77420 Champs-sur-Marne)
- Encadrement :** Camille Chateau, Michel Bornert, Matthieu Vandamme
- Salaire :** Gratification (~550 €/mois)

Candidature et informations :

Envoyer CV et lettre de motivation à camille.chateau@enpc.fr