

Modélisation mésoscopique du béton sous impact

B. Erzar, P. Forquin

Laboratoire de Physique et Mécanique des Matériaux, Université Paul Verlaine - Metz

L'accroissement spectaculaire de la puissance de calcul au cours des dernières années permet d'envisager une modélisation de structures ou d'éprouvettes sollicitées sous chargement dynamique en prenant en compte certains types d'hétérogénéités présents au sein du matériau étudié. L'approche mésoscopique mise en œuvre dans ce travail permet de décrire un béton numérique biphasique pour lequel les plus gros granulats et la matrice cimentaire sont différenciés. Ce type d'approche, déjà mise en œuvre dans la littérature [1-2] pour simuler le comportement des bétons, n'a trouvé que quelques applications en dynamique rapide et très souvent en 2D à cause du coût de calcul important [3-4].

Dans ce travail, une technique de création de maillage mésoscopique tridimensionnel mise au point au Centre d'Etudes de Gramat (CEG/CEA) a été utilisée pour approcher la mésostructure réelle d'un béton ordinaire, le béton R30A7. Ce béton a récemment fait l'objet de plusieurs campagnes expérimentales dans le cadre des travaux menés au sein du *Pôle de Recherche sur la Vulnérabilité des Infrastructures* (PREVI) [5, 6, 7]. Dans le béton numérique, les granulats de diamètre allant de 2 à 8 mm sont représentés par des ensembles d'éléments de forme sphérique, tout en respectant la distribution granulaire du béton étudié. Le reste des éléments représente l'assemblage de la pâte de ciment durcie, du sable et des petits granulats ainsi que des porosités et des microfissures qui composent la matrice. Une taille de maille de 0,5 mm a été choisie afin de discrétiser correctement les plus petites inclusions. L'identification du comportement mécanique non-linéaire de chacune des phases en présence a été réalisée par approche inverse à partir de calculs numériques (cf. Fig. 1).

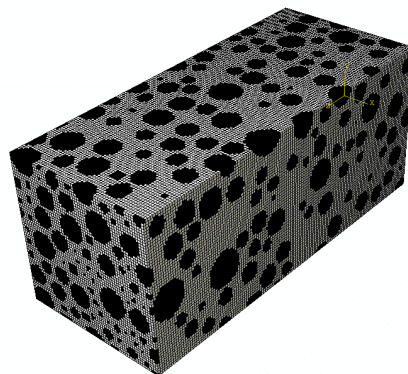


Fig. 1 : Epreuve numérique utilisée pour identifier les propriétés mécaniques de la matrice

Cette approche mésoscopique a été appliquée pour simuler la réponse dynamique du béton sous impact. D'une part, des essais de traction dynamique par écaillage [8] ont été simulés en utilisant un modèle d'endommagement anisotrope. Les signaux de vitesse mesurés sur la surface libre qui sont l'image du comportement dynamique du matériau ont été comparés aux résultats numériques. Un bon accord a été constaté. De plus, les zones endommagées sont bien prévues par la modélisation. D'autre part, des essais d'impact sur la tranche [8] ont fait l'objet de simulations numériques. De nouveau, la fragmentation observée lors d'analyses post mortem est bien décrite par calcul (cf. Fig. 2) et les signaux de déformation relevés dans la simulation sont en très bon accord avec les résultats expérimentaux.

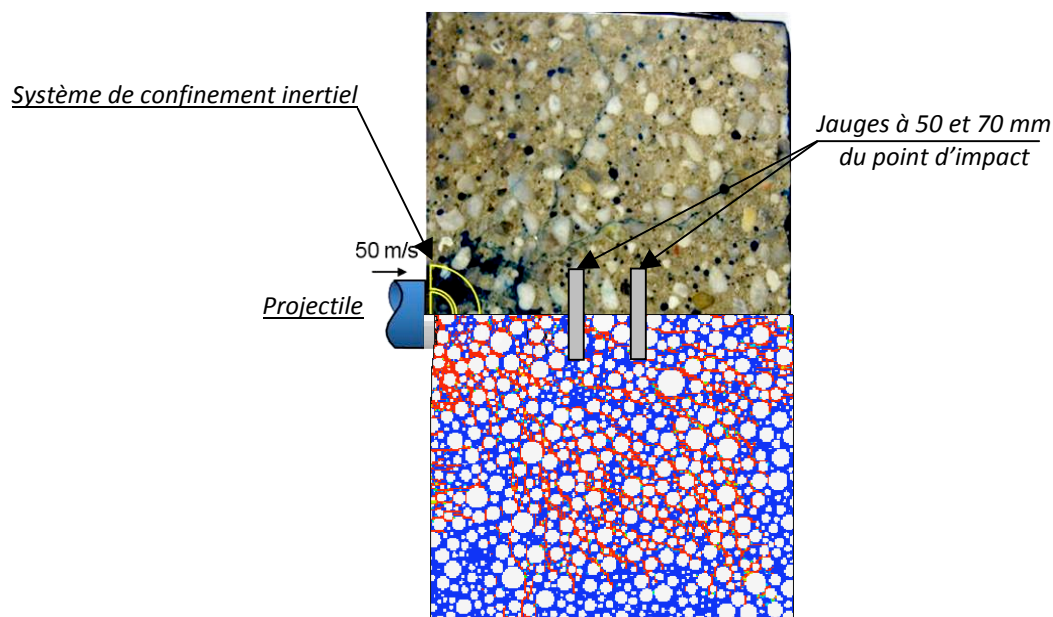


Fig. 2 : Essai d'impact sur la tranche sur un carreau de béton R30A7 sec, comparaison du faciès post mortem avec l'endommagement prévu par simulation numérique

1. Sadouki H., Wittmann F.H. (1988) On the analysis of the failure process in composite materials by numerical simulation, *Mat. Sc. Eng.*, 104 : 9-20.
2. Pedersen R.R., Simone A., Stroeven M., Sluys L.J. (2007) Mesoscopic modelling of concrete under impact, *Proceedings de FraMCoS-6, Italie*, 571-578, ISBN : 978-0-415-44065-3.
3. Zhou X.Q., Hao H. (2008) Mesoscale modelling of concrete tensile failure mechanism at high strain rates, *Computers and Structures*, 86 : 163-169.
4. Hereil P.L., Buzaud E. (2006) An analysis of the propagation of front shock in concrete, *J. Phys. IV*, 134 : 133-138.
5. Gabet T., Malécot Y., Daudeville L. 2008. Triaxial behaviour of concrete under high stresses: influence of the loading path on compaction and limit states. *Cement and Concrete Research*. 38(3): 403-412.
6. Vu X.H., Malécot Y., Daudeville L., Buzaud E. 2009. Experimental analysis of concrete behavior under high confinement: Effect of the saturation ratio. *International Journal of Solids and Structures*. 46(5): 1105-1120
7. Dupray F., Malécot Y., Daudeville L., Buzaud E. 2009. A mesoscopic model for the behaviour of concrete under high confinement. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*. 33: 1407-1423.
8. Erzar, Forquin (2010) Experiments and mesoscopic modelling of dynamic testing of concrete. Soumis dans *Mechanics of Materials*.