

# COFRAGE – Technologies de fragmentation sélective des bétons

## Ecotech 2009

Coordinateur : brgm

Partenaires : INPT-LGC, Picheta, IMS, SelFrag

### Objectifs du projet

Libérer sélectivement les constituants des bétons (granulats et pâte de ciment hydratée) au moyen de technologies de fragmentation sélective (fragilisation par chauffage micro-ondes et endommagement par voie électro-hydraulique) afin de permettre l'utilisation i) des granulats dans la formulation de nouveaux bétons de bonne qualité et ii) de la pâte de ciment dans l'industrie de production du clinker, d'où un recyclage en boucle fermée déchets de béton.

### Méthodologie et Résultats

La méthodologie suivie dans COFRAGE consiste à étudier de façon complémentaire i) à l'échelle microscopique, les phénomènes qui conduisent à la fragilisation des bétons lorsqu'ils sont soumis à des traitements thermique (micro-ondes) ou électrique (puissance électrique pulsée) et ii) à l'échelle macroscopique, l'effet ces phénomènes sur la recyclabilité des bétons.

Les essais sont réalisés sur 3 matrices béton distinctes:

1. Des éprouvettes incorporant des granulats de différentes natures physicochimiques et répartitions granulométriques ⇒ Evaluation de l'influence des propriétés des granulats sur l'efficacité des technologies de fragmentation.
2. Un lot de béton homogène de plusieurs m<sup>3</sup> (fabriqué spécifiquement) ⇒ Caractérisation de l'efficacité des techniques en fonction des conditions opératoires.
3. Des déchets hétérogènes de bétons issus de chantiers de déconstruction ⇒ Evaluation de la robustesse des techniques.

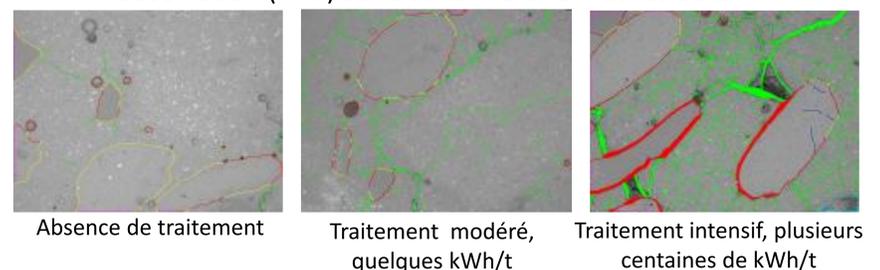
L'évaluation des techniques de fragmentation intègre les aspects liés à la fragilisation des bétons, à la libération des granulats ainsi qu'à la production de fines. Elle intègre aussi une qualification des fractions valorisables (essais Los Angeles et Micro-Deval pour les granulats, essais de cuisson et formulation de nouveaux bétons pour la fraction fine).

#### Focus : technologie de chauffage par micro-ondes

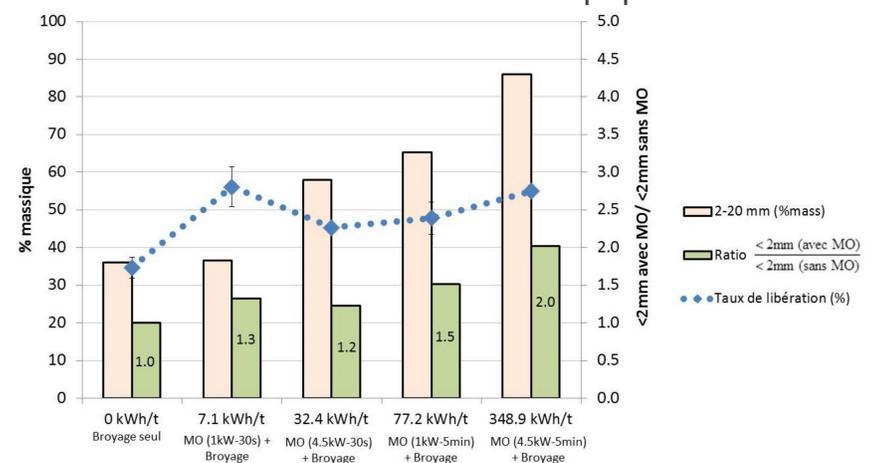
La fragilisation des bétons soumis à un chauffage micro-ondes est liée à la présence d'eau libre et de constitution (qui va se vaporiser et générer des contraintes) et à l'expansion thermique différentielle existant entre les granulats et la pâte de ciment.

#### A. Effet micro-ondes à l'échelle microscopique

Observation (x 40) de la texture d'une matrice béton



#### B. Effet micro-ondes à l'échelle macroscopique



- Traitement modéré : formation de fractures au niveau de la quasi-totalité des ITZ (zone de transition interfaciale - zone d'épaisseur inférieure à 50 µm moins dense, plus poreuse et mieux cristallisée que le reste du béton) ⇒ après broyage à impact, effet immédiat des micro-ondes (MO) sur la libération des granulats
- Traitement intensif : densification du réseau de fissures dans la matrice cimentaire et expansion des fractures au niveau des ITZ ⇒ après broyage à impact, peu d'évolution du taux de libération des granulats mais nette amélioration de la fragmentation associant une augmentation de la quantité de granulats libérés et de la production de fines riches en pâte de ciment hydratée.

### Conclusions et perspectives

Un prétraitement par chauffage avec des micro-ondes permet une nette amélioration de la recyclabilité des bétons après fragmentation et ce, même à faible énergie de traitement (quelques kWh/t). Des résultats similaires ont été observés avec l'utilisation de la puissance électrique pulsée. La conception des schémas de procédé intégrera ces éléments. La performance environnementale de ces nouveaux schémas de procédé de recyclage et des filières associées sera évaluée *via* une analyse de cycle de vie.

CONTACT :

y.menard@brgm.fr