

## Etude des propriétés thermomécaniques des Bétons Isolants Structurels incorporant des cénoosphères

### Résumé

Les évolutions réglementaires dans le domaine de la construction (RT2012) et normatives (NF BPE : Béton à Propriétés Thermiques, septembre 2016) incitent à évoluer vers des *bétons isolants et structurels* (BIS). Ces derniers, en plus de pouvoir garantir l'aspect structurel requis, contribuent à l'isolation de la paroi dans laquelle ils sont incorporés et permettent de limiter les déperditions de chaleur au niveau des points sensibles de l'enveloppe : *les ponts thermiques*. La maîtrise de la conductivité thermique de ces bétons est donc primordiale et prend tout son sens. Dans un contexte de facilité de mise en œuvre, à ces propriétés peut être rajouté le critère autoplaçant des bétons. On parle alors de *Bétons Isolants Structurels Autoplaçants* (BISAP). La solution classique pour réduire la conductivité des bétons consiste à utiliser des granulats légers. Dans le cadre de cette thèse, on étudie la possibilité d'incorporer des inclusions qui apporteraient un pouvoir isolant *supplémentaire* sans dégrader les propriétés rhéologiques et mécaniques de manière significative : *les cénoosphères*. Ces microsphères creuses sont des sous-produits de la production des cendres volantes et présentent l'avantage d'être très légères et de faible conductivité thermique. L'étude de l'incorporation de celles-ci dans une matrice cimentaire a montré que les altérations de la résistance étaient principalement dues à l'introduction de zones de faiblesses aux interfaces cénoosphères/matrice cimentaire. Ces dernières sont d'autant plus significatives que la granulométrie des cénoosphères est importante. Cette altération est également le résultat d'un réseau poreux plus grossier. Le meilleur compromis entre une faible conductivité thermique et une résistance à la compression intéressante est obtenu pour les cénoosphères les plus fines.

A l'échelle des BISAP, les cénoosphères sont utilisées comme substitut au filler excédentaire non pris en compte dans le calcul du liant équivalent au sens de la norme NF EN 206. D'un point de vue rhéologique, une amélioration de l'écoulement et une viscosité apparente plus élevée au fil de l'augmentation du dosage en cénoosphères sont notés. Les conductivités thermiques des BISAP avec cénoosphères caractérisés placent ces bétons dans la catégorie *Bétons Isolants Structurels* au sens du nouveau référentiel. Le développement d'un modèle d'homogénéisation a permis à la fois d'apporter des éléments d'explication physiques de l'évolution de la conductivité thermique au fil des échelles (de la pâte cimentaire au béton) et d'approcher correctement les valeurs expérimentales de celles-ci.

D'un point de vue de durabilité, l'utilisation des cénoosphères comme substitut au *ciment* ne peut être justifiée si l'on se base sur la résistance à la compression comme indicateur de durabilité général. L'effet granulaire défavorable des cénoosphères l'emporte sur leur contribution chimique latente. D'autre part, la sensibilité des BISAP incorporant des cénoosphères à plusieurs indicateurs de durabilité (porosité accessible à l'eau, perméabilité, carbonatation et retrait) a également été étudiée. L'utilisation des microsphères influe peu sur la porosité accessible à l'eau et la perméabilité des BISAP tandis qu'elle se répercute par une profondeur de carbonatation et un retrait de séchage plus importants.

Mots-clés : conductivité thermique, bétons légers, modélisation numérique, cénoosphères

Visa du Directeur de Thèse

