

# Modélisation aux éléments finis :

## **Étude de la température du béton au jeune âge et analyse paramétrique dans la construction du modèle de gonflement d'un ouvrage soumis à la réaction sulfatique interne.**

Par Thomas MASSARO

VA : Génie Civil

Organisme : CEREMA

Encadrant : François SPATARO

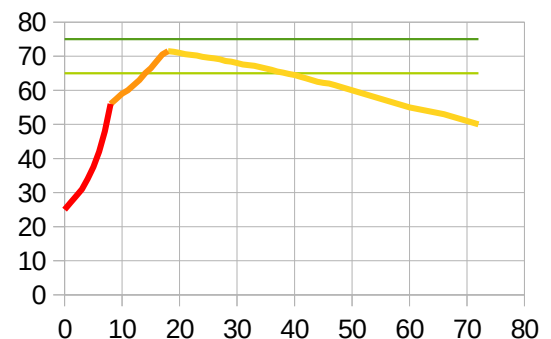
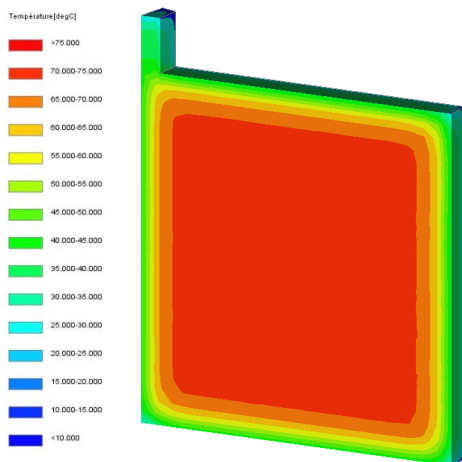
Cette étude présente la démarche de construction du modèle numérique de comportement d'un ouvrage soumis à la réaction sulfatique interne (RSI).



Pont sujet de l'étude - Crédit photo : Christine Mierzejewski

La RSI est une pathologie caractéristique du béton qui se manifeste par son gonflement, impliquant déformations, fissuration typique et dégradation des caractéristiques mécaniques du béton. Elle intervient principalement dans les structures ayant subi une élévation notable de température au jeune âge et ayant été exposées à des conditions d'humidité importantes au cours de leur vie.

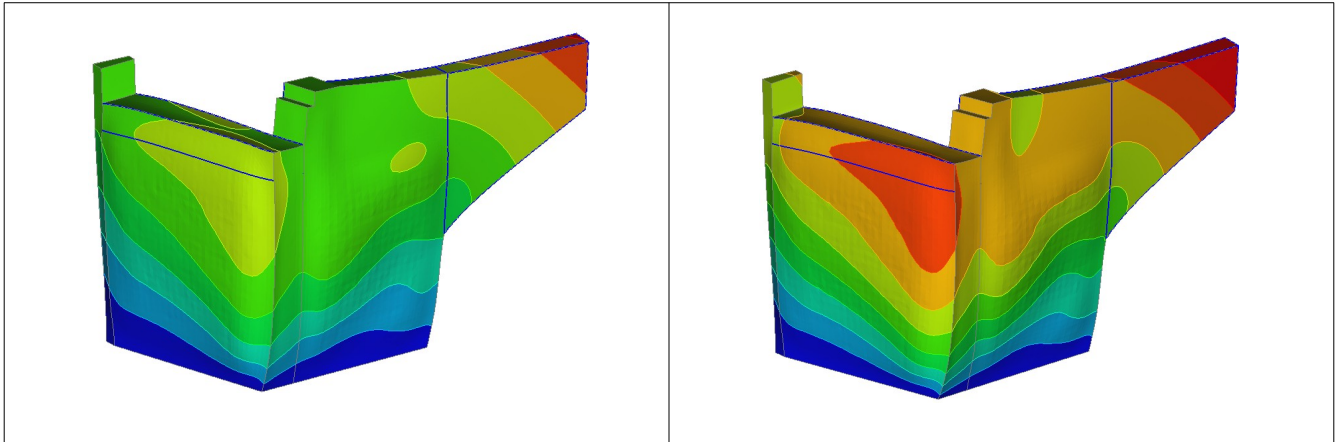
La démarche de modélisation passe premièrement par le calcul de l'histoire thermique au jeune âge de l'ouvrage, à partir de laquelle, par une analyse de risque, les probabilités d'occurrence de la réaction au cœur des différents éléments de l'ouvrage sont émises. Cette étude de l'histoire thermique au jeune âge fournit un modèle d'évolution de température dans toutes les parties de l'ouvrage et permet de retenir deux éléments comme étant probablement siège de la RSI.



Modèle d'évolution de la température au bétonnage (mur C0)

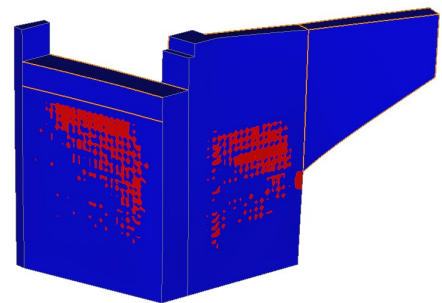
La deuxième partie doit amener à construire un modèle de gonflement des parties de l'ouvrage retenues, à partir d'un module de calcul développé à cet effet. Pour construire ce modèle, une démarche adaptée au manque de résultats expérimentaux sur le béton de l'ouvrage est construite. En parallèle, une analyse paramétrique sur des cas simplifiés et la définition d'hypothèses de calcul permettent de construire les modèles censés

représenter le comportement gonflant de l'ouvrage, mais qui restent alors relativement limités et contestables du fait de certaines hypothèses fortes, notamment en termes temporels.



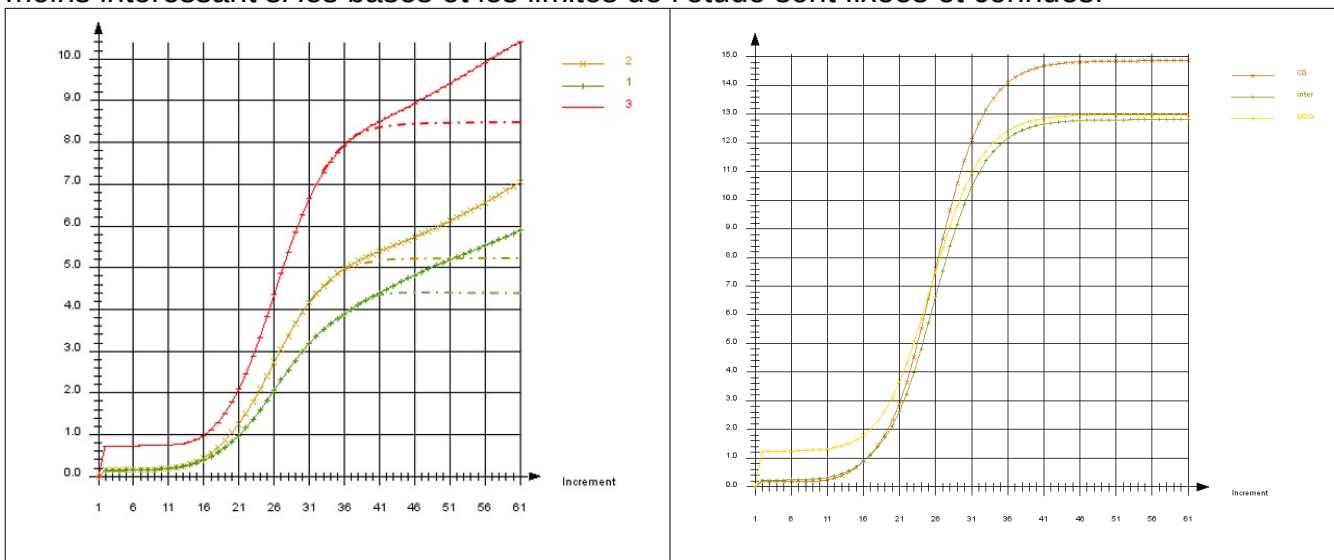
Deux modèles de gonflement obtenus en appliquant des conditions d'humidité différentes (gauche : 92% / droite : 100%)

Elle participe également à l'amélioration des connaissances du Cerema sur la modélisation numérique de la RSI. En effet, l'étude paramétrique contribue à la mise en lumière de certains dysfonctionnements du module de calcul RGIB qui, maintenant qu'ils sont connus, peuvent éviter de produire des résultats erronés et des mauvaises interprétations. Par exemple, le module RGIB ne permet pas de prendre en compte la variation du champ d'humidité au cœur de l'ouvrage.



Traction responsable la fissuration de l'ouvrage (en rouge)

Ainsi, la pertinence du calcul RGIB établi est à nuancer. Un calcul de gonflement se doit d'admettre des hypothèses très fortes et ne peut par conséquent pas représenter fidèlement le comportement de l'ouvrage. Qualitativement, il n'en reste pas moins intéressant si les bases et les limites de l'étude sont fixées et connues.



Dysfonctionnement du module de calcul mise en évidence pour les déplacements (droite : allure attendue, gauche : allure fausse)