

### Modélisation du comportement thermomécanique d'une maçonnerie réfractaire à joints secs

Les structures contenant des produits chauds (par exemple une poche à acier contenant de l'acier liquide à 1650°C en sidérurgie) sont protégées par des garnissages réfractaires. Ces garnissages peuvent se présenter sous forme de maçonneries constituées de briques et de joints (joints avec ou sans mortier). Les briques ont un comportement élasto-visco-plastique à haute température (au-dessus de 1000°C). La présence de joints rend le comportement de la maçonnerie non linéaire (fermeture progressive des joints) et orthotrope (le nombre de joints diffère selon les directions de l'espace, et les joints peuvent être ouverts dans une direction et fermés dans l'autre). Par conséquent, les joints ont une importante influence sur le comportement de la maçonnerie. Il faut donc les prendre en compte lors du calcul d'une structure comportant une telle maçonnerie sous peine d'en surestimer les contraintes.

Un certain nombre d'essais uniaxiaux et biaxiaux ont été réalisés sur des maçonneries réfractaires avec des joints sans mortier (joints secs) à température ambiante et à haute température (voir quelques exemples de résultats sur les figures 1 et 2).

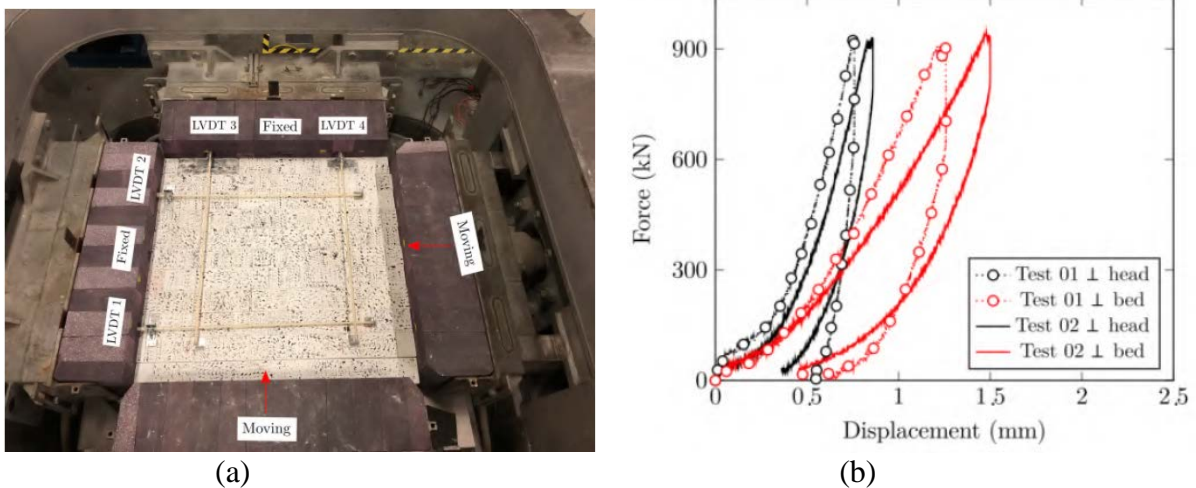


Figure 1 : Essai de compression biaxiale à température ambiante : (a) Machine de compression biaxiale et maçonnerie (1m<sup>2</sup>), (b) Courbes effort/déplacement obtenues dans les deux directions du plan lors de cycles chargements/déchargements (pour deux essais).

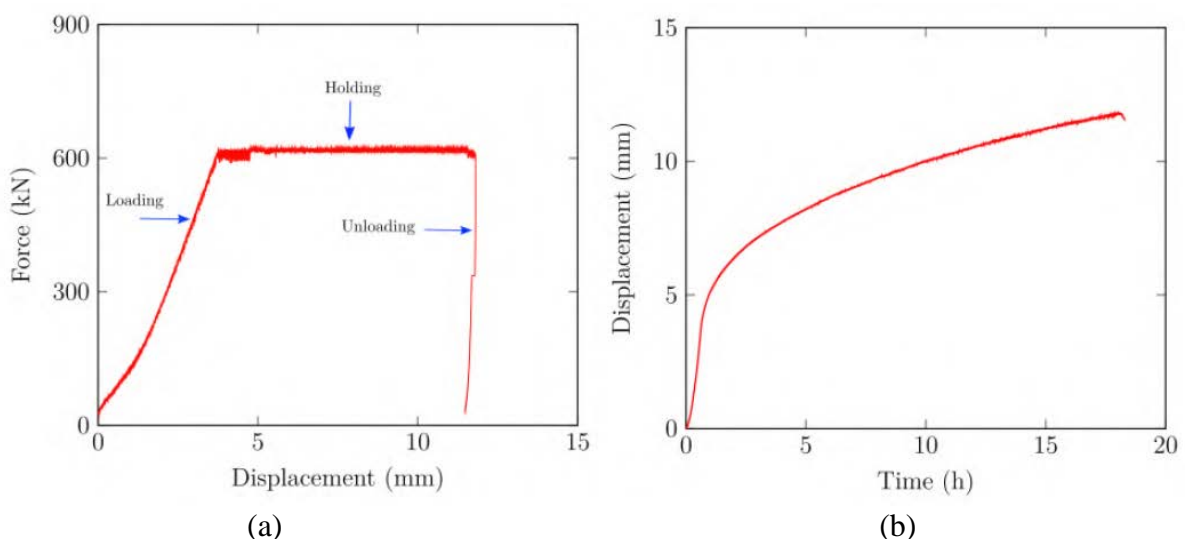


Figure 2 : Essai de fluage en compression uniaxiale à 1500°C : (a) Courbe force / déplacement (chargement, effort constant et déchargement), (b) Evolution du déplacement en fonction du temps.

Lors du calcul par éléments finis d'une structure comportant une maçonnerie réfractaire avec joints secs et plusieurs centaines ou milliers de briques, il est difficilement envisageable de modéliser chaque brique et chaque joint (problèmes de convergence et de temps de calcul). C'est une technique d'homogénéisation qui peut être utilisée pour déterminer le comportement d'un matériau homogène qui aura le comportement équivalent à celui de l'ensemble briques et joints. Cette approche permet de réaliser la simulation thermomécanique d'une structure industrielle pour obtenir les contraintes et déformations moyennées sur cette structure.

Une deuxième approche possible est d'utiliser les éléments discrets. Chaque brique est modélisée, et les joints sont représentés par un contact avec un comportement normal et en cisaillement.

L'objectif de ce stage est de mettre en œuvre cette seconde approche pour modéliser les essais uniaxiaux et biaxiaux évoqués ci-dessus à l'aide du logiciel LMGC90. Il s'agira en particulier de modéliser la fermeture (lors du chargement) et la réouverture (lors du déchargement) des joints, de prendre en compte la température (chargement thermique et évolution des caractéristiques mécaniques avec la température) et le comportement élasto-visco-plastique des briques.

### **Lieu du stage**

Le stage se déroulera en partie au Laboratoire de Mécanique et Génie Civil (LMGC, Montpellier) et au Laboratoire de Mécanique Gabriel Lamé (LaMé, Orléans).

### **Durée et période du stage**

Le stage commencera idéalement en mars pour une durée de 6 mois.

### **Profil du candidat**

Elève de dernière année d'école d'ingénieur ou master 2 (mécanique, matériaux, génie civil), compétences en modélisation numérique.

### **Contacts**

Si vous êtes intéressé par ce stage, merci d'envoyer une lettre de motivation et un curriculum vitae aux adresses mél de contact :

Alain Gasser (LaMé) : [alain.gasser@univ-orleans.fr](mailto:alain.gasser@univ-orleans.fr)

Frédéric Dubois (LMGC), [frederic.dubois@umontpellier.fr](mailto:frederic.dubois@umontpellier.fr)