

Ecole d'Automne du GdR MBS

Performances énergétiques de parois en béton imprimable incorporant des matériaux à changement de phase (MCP) et des fibres végétales : approche expérimentale et modélisation du comportement thermohydrrique

Doctorant:

GBEKOU K. Franck

Encadrement de thèse:

Karim BENZARTI / Abderrahim BOUDENNE/ Anissa EDDHAHAK /Julien YVONNET

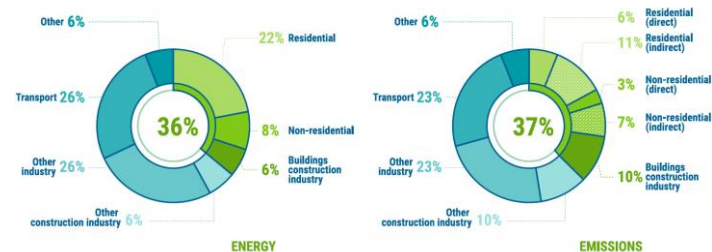
Contexte et Objectifs

- **Amélioration des performances énergétiques et hygroscopiques** (en y incorporant des **matériaux à changement de phases** (MCP) et des **fibres végétales**) du béton d'enveloppe des bâtiments, avec **l'objectif d'améliorer le confort** des occupants, tout en réduisant les besoins de chauffage en hiver et de climatisation en période de surchauffe estivale.



Béton biosourcé

- Exploration de **l'imprimabilité** d'un **mortier contenant des fibres végétales et des matériaux à changement de phases**
- **Caractérisation multiphysique de plusieurs combinaison de mortier à l'échelle du matériau** (Mécanique, thermohydrrique, microstructurale,...), **Choix d'une formulation optimale pour l'étude à l'échelle de la paroi**



Part mondiale de l'émission énergétique du secteur du bâtiment et de la construction, *Rapport annuel de l'Alliance mondiale pour les bâtiments et la construction 2021*

- Incorporation de fibres de **miscanthus micronisées** au mortier



Impression 3D de Mortier

Démarche scientifique

□ Approche expérimentale

Echelle matériau

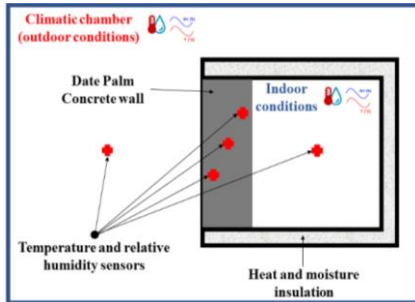
Caractérisation multi-physique en f(T)

- Propriétés thermo-physiques
- Isothermes de sorption/désorption
- Tampon hydrique (MBV), perméabilité
- Propriétés mécaniques

Echelle paroi

Caractérisation thermo-hydrigue

- Configuration bi-climatique
- Sollicitation dynamique (\neq scénarios)
- Mesures T/HR dans l'épaisseur du mur

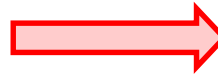


Dispositif expérimental de l'essai bi-climatique à l'échelle du mur

Données d'entrée
(matériau)



Données d'entrée
(conditions aux limites
ext/int)

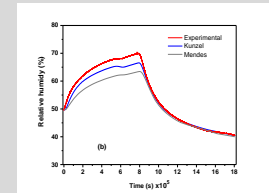
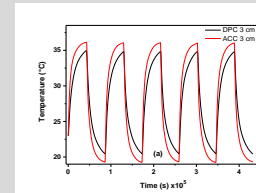
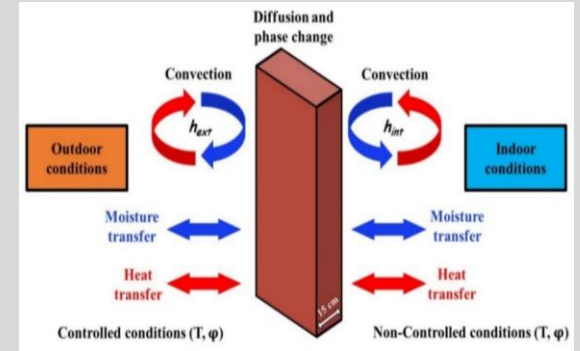


Confrontation-validation



□ Modélisations

▪ Modélisation aux EF transferts chaleur/masse



▪ Modélisation du comportement mécanique (homogénéisation)

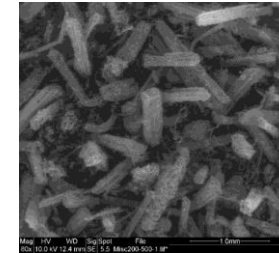
Matériaux et Formulation de Mortier

Matériaux

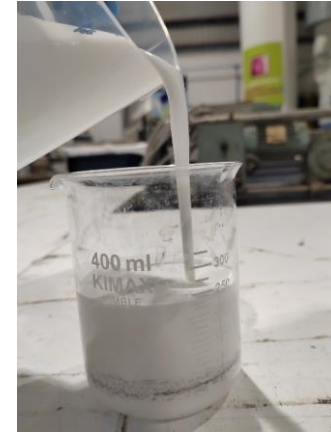
- **Mortier de référence:** formulation pour impression 3D issue de la thèse de (Khalil, 2018)[1]
 - *Ciment portland EXTREMAT® CEM I 52,5 contenant 99% de Clinker (noté CEM I)*
 - *Ciment Sulfo-alumineux Alpenat (noté CSA)*
 - *Sable normalisé : Diamètre max 2mm*
 - *Superplastifiant: haut réducteur d'eau, SIKA VISCOCRETE TEMPO 11.*
- **Matériaux à changement de phase (MCP):** *CrodaTherm ME29 sous forme de dispersion aqueuse (CrodaTherm ME29D)*
 - *Cire microencapsulée avec un noyau d'origine biosourcé dérivé de matières premières végétales, coque en polymère acrylique 100% sans formaldéhyde*
 - *Température de fusion : 28,8 °C / Température de cristallisation: 23,5 °C*



Fibres de Miscanthus



Fibres de Miscanthus



CrodaTherm ME29D

- **Fibres végétales:** Miscanthus 200 – 500µm conditionnée sous forme de **Poudre**

[1] Khalil N. *Formulation et caractérisation chimique et rhéologique des mortiers imprimables en 3D à base de mélanges de ciments Portland et sulfoalumineux*. Thèse : Université de Lille, 2018.

