



JOURNEES NATIONALES
MAÇONNERIE

5ème édition – Bordeaux

12 et 13 Juin 2025



ETUDES EXPERIMENTALE ET NUMERIQUE : PROPOSITION DE MODELES ADAPTES AUX CALCULS DES MAÇONNERIES DE BLOCS DE LATERITE TAILLEE (BLT)

LAWANE, A., SEINI MOUSSA, H., PANTET, A



Laboratoire Eco-Matériaux et
construction durable (LEMC)



LABORATOIRE ONDES
et MILIEUX COMPLEXES

Plan la présentation



- Introduction
- Matériels et méthodes
- Résultats
- Conclusions

Introduction



□ Contexte sahélien

Dans le contexte sahélien, les matériaux de construction doivent répondre à des exigences thermiques élevées. La pierre latéritique se distingue par ses propriétés thermiques supérieures aux matériaux cimentaires traditionnels, offrant un confort thermique adapté aux climats chauds (Lawane et al, 2011).



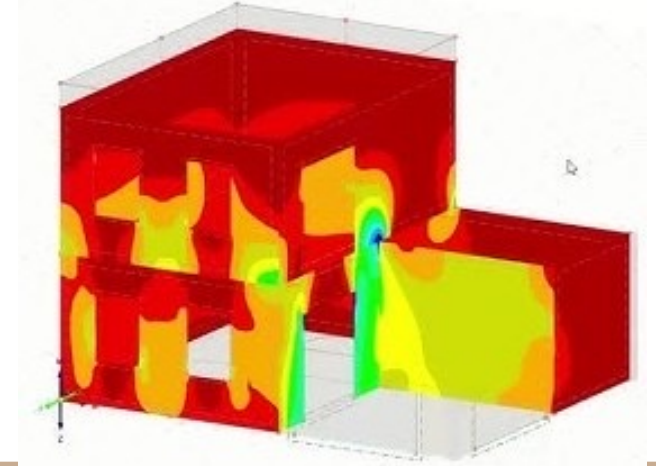
□ Avantages pierre latéritique

Outre sa disponibilité (2/3 du pays), le BLT possède des caractéristiques mécaniques et thermiques prometteuses, permettant son utilisation dans des maçonneries porteuses conformes aux normes actuelles, favorisant ainsi une construction durable et locale (Lawane et al, 2014).



□ Objectifs de l'étude

Cette étude vise à développer et valider expérimentalement des modèles numériques adaptés aux maçonneries en blocs de latérite taillée (BLT), afin de pallier le manque de méthodes de calcul fiables pour ces matériaux spécifiques.





Méthodes de calcul des maçonneries non armées

❑ Méthodes analytiques empiriques

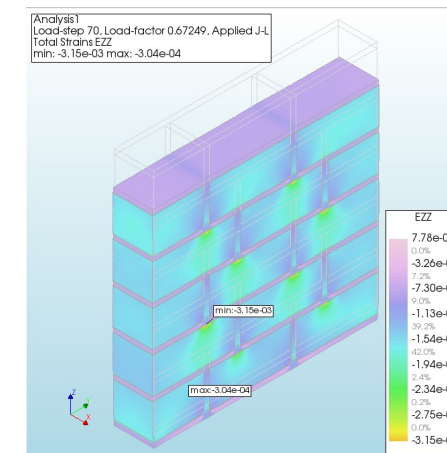
- Basées sur des formules reliant les propriétés des blocs et du mortier à la résistance globale.
- Efficaces pour une évaluation rapide et accessible de la capacité portante.
- Limitations liées à la précision dépendant de la qualité des données empiriques.
- Privilégiées pour des calculs simplifiés et des estimations préliminaires.

$$f_k = k \times f_b^\alpha \times f_m^\beta$$

(Eurocode 6, 2013)

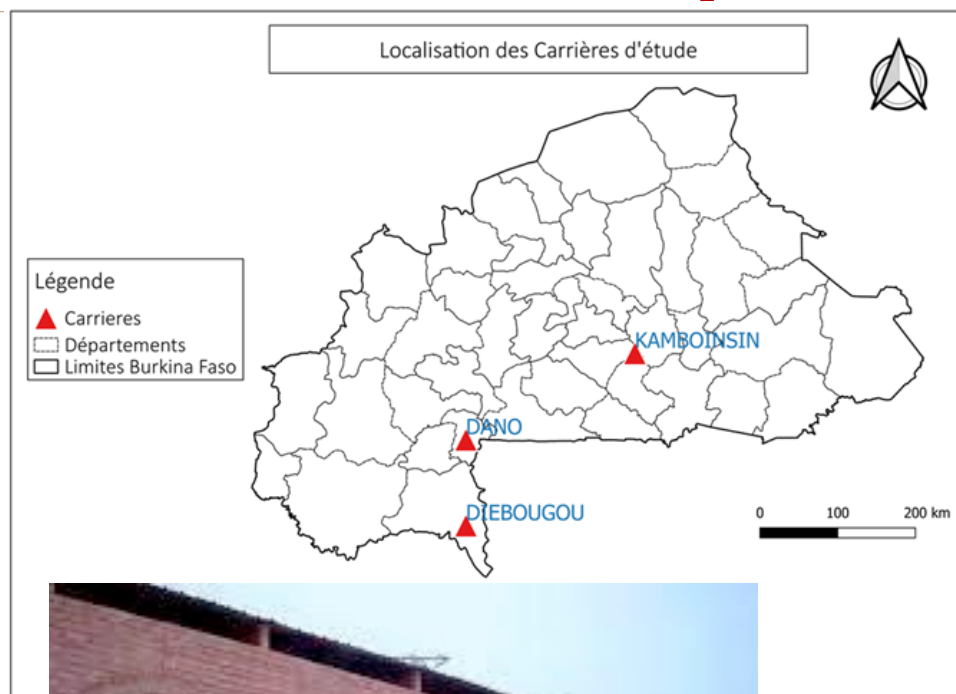
❑ Méthodes computationnelles numériques

- Utilisent la modélisation aux éléments finis pour une analyse détaillée.
- Permettent de modéliser séparément le comportement des blocs, du mortier et des interfaces.
- Dépendantes de la qualité et fiabilité des données d'entrée expérimentales.
- Offrent une meilleure précision pour la conception et la validation mais demandent plus de ressources.



et Méthodes

Provenance des éléments de la maçonnerie



Provenance des blocs BLT

Les blocs proviennent de 3 carrières distinctes du Burkina Faso, blocs de 135 mm × 135 mm × 290 mm (±5mm)



Mélanges standardisés des joints

Trois compositions de mortier au ciment Portland CEM II-42,5 N ont été préparées pour assurer une matrice d'hourdage homogène

Matériels et Méthodes

Caractéristiques expérimentales des BLT



- **Essais de compression des blocs**

Dispositif conçu pour appliquer une charge axiale sur les blocs de latérite taillée afin de mesurer leur résistance à la compression conformément à NF EN 1926



- **Essais de flexion des blocs**

Dispositif pour tester la résistance à la flexion des blocs par application d'une charge conformément à NF EN 12372

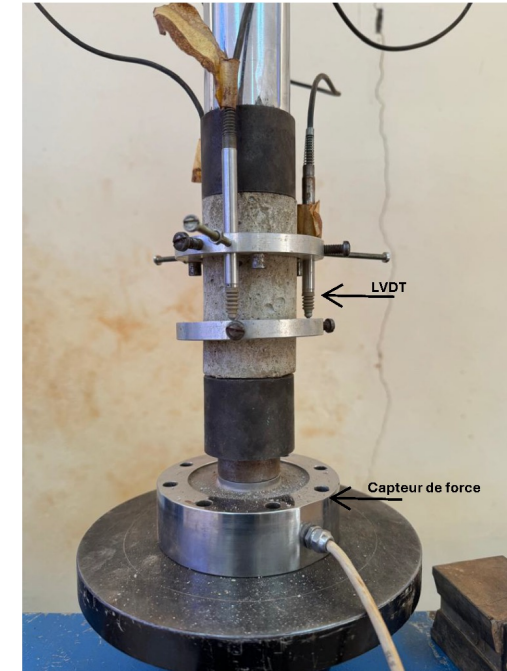
Matériels et Méthodes

Caractéristiques expérimentales des mortiers



- **Essais flexion puis compression sur mortier**

Eprouvettes conçues pour tester la résistance à la flexion, puis appliquer une charge axiale sur les demi-blocs afin de mesurer leur résistance à la flexion et à la compression conformément à NF EN 1015-11



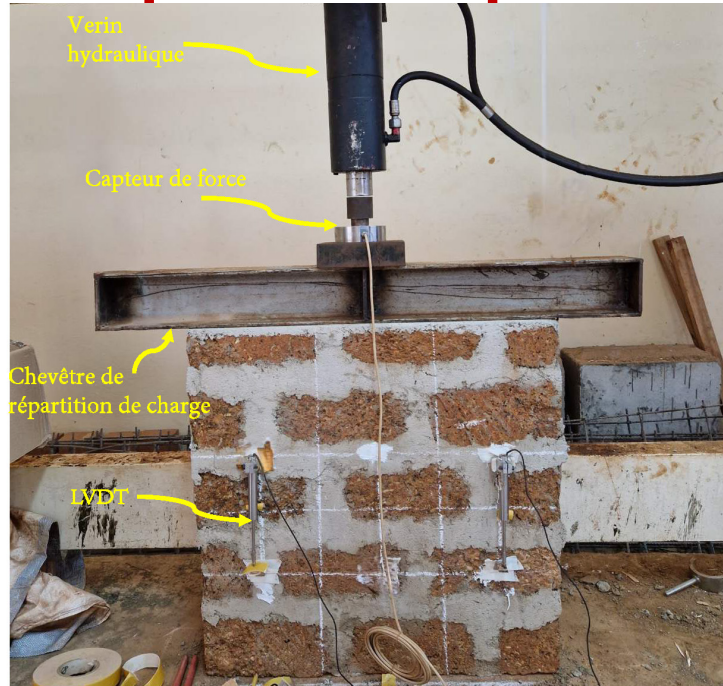
- **Essais de flexion des blocs**

Dispositif pour mesurer le module et la détermination des courbes contraintes-déformations d'une charge de compression conformément à NF EN 14580

Matériels et Méthodes



Dispositifs expérimentaux pour essais mécaniques sur murets



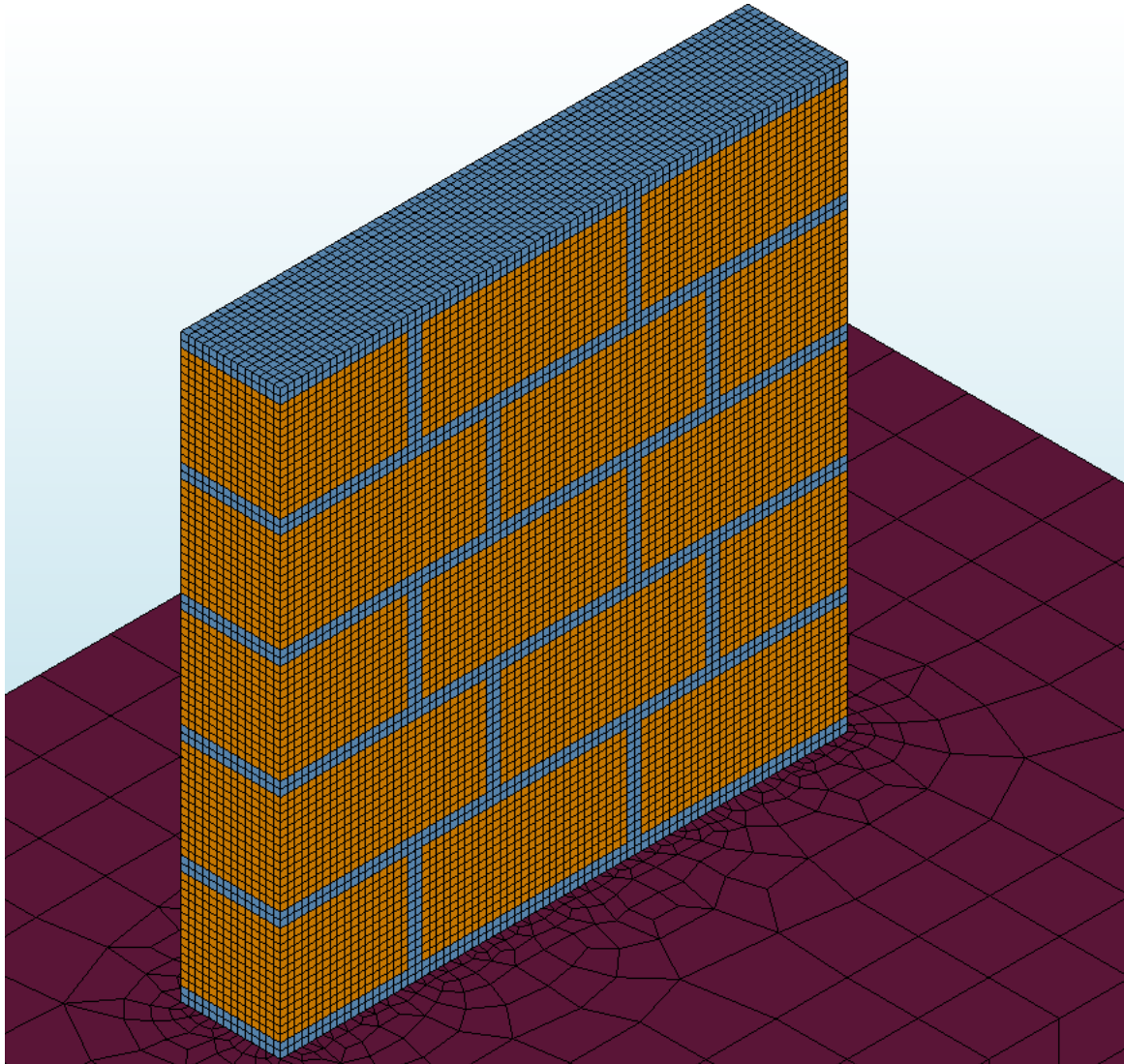
- Essais sur murets en compression simple

Dispositifs pour mesurer la résistance des murets construits avec des blocs BLT sous compression normale, reproduisant les conditions réelles de charge conformément à NE EN 1052-1



- Essais sur murets en compression diagonale

Dispositifs pour mesurer la résistance des murets construits avec des blocs BLT sous compression diagonale, reproduisant les conditions réelles de charge conformément à ASTM E519



Modèle pour les blocs BLT

Un modèle élastoplastique en petites déformations de Jardine est utilisé pour les blocs BLT, basé sur l'hypothèse d'une condition non drainée, appliquant les théories géotechniques aux sols argileux.



Modèle pour le mortier

Le mortier est modélisé par un comportement élastique linéaire isotrope, justifié par des observations expérimentales démontrant sa réponse mécanique stable sous charges modérées,



Modèle des interfaces BLT-Mortier

Un modèle composite d'interface prenant en compte fissuration, cisaillement-glissement et écrasement est appliqué, inspiré des travaux de Lourenço, Rots et Van Zijl, pour modéliser précisément les surfaces de contact.



Modèle pour le socle en béton

Le socle en béton de 25 cm d'épaisseur est modélisé comme un bloc C25/30 avec une loi élastoplastique parabole-rectangle conforme à l'Eurocode 2, assurant une base solide et fiable pour la maçonnerie conforme aux conditions expérimentales.

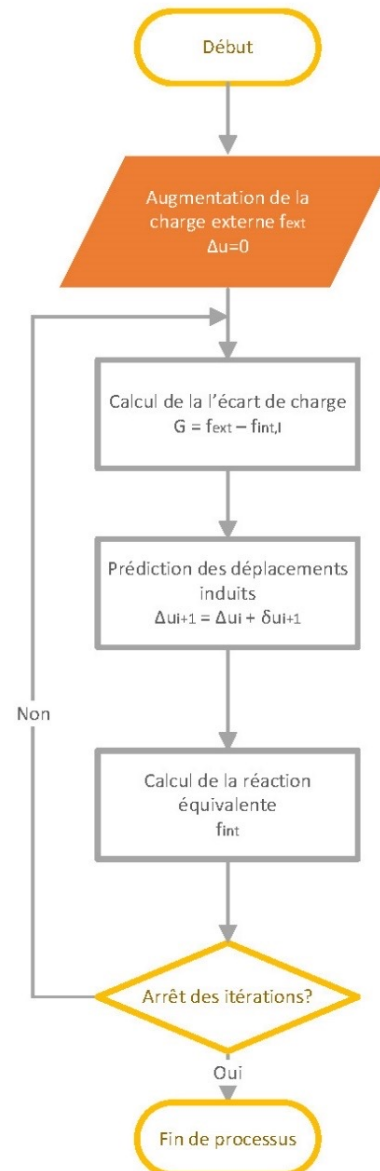


Procédure itérative

La modélisation repose sur un calcul itératif structuré pour gérer les non-linéarités du comportement de la maçonnerie sous charge.

Critères d'arrêt

Le calcul s'arrête quand l'écart entre déplacement prédit et calculé est inférieur à 0,01‰, assurant une convergence fiable.



Méthodes de convergence

Les méthodes Quasi-Newton et Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno (BFGS) optimisent la convergence du modèle numérique.

Non-linéarités géométriques

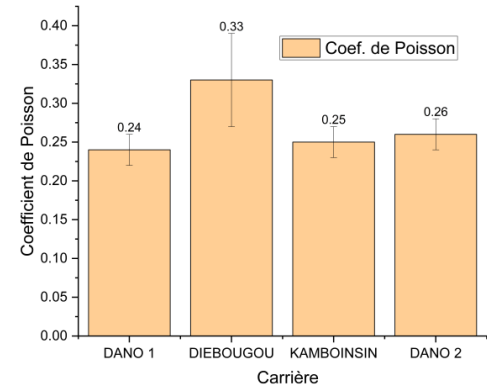
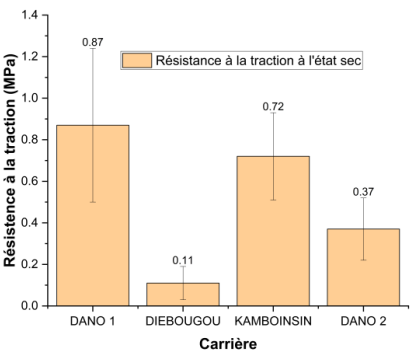
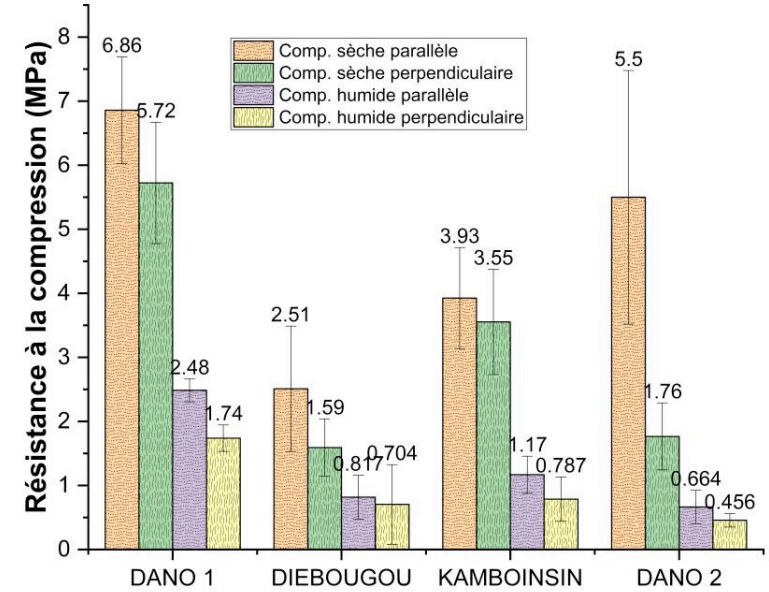
Les effets géométriques non linéaires sont intégrés pour reproduire fidèlement le comportement réel des maçonneries sous charge.

Résultats

Résultats expérimentaux 1/4



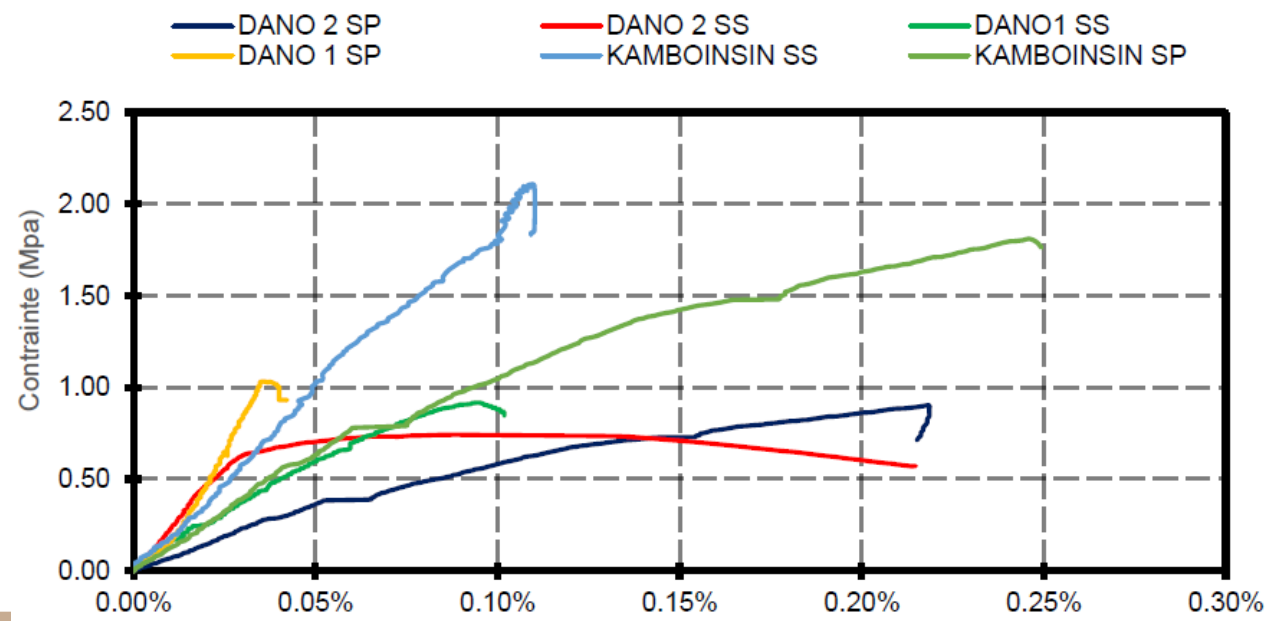
BLT



Joints

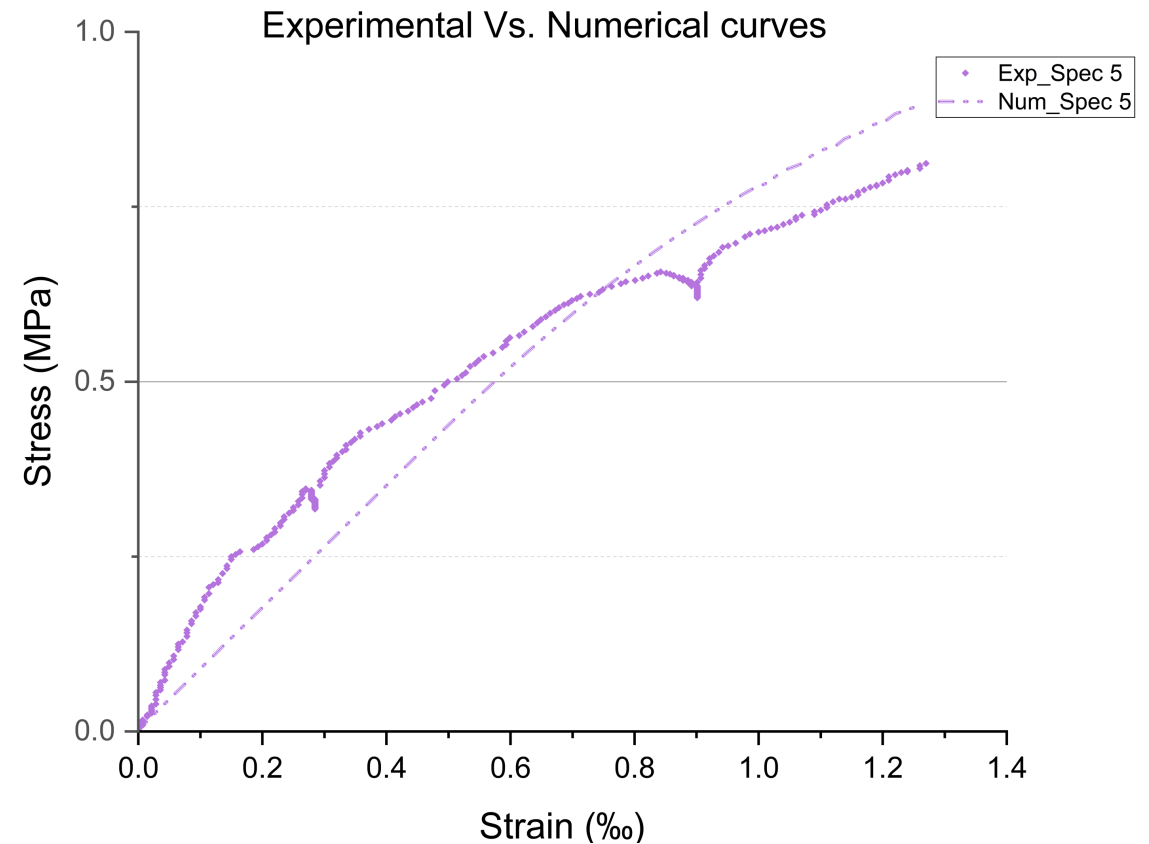
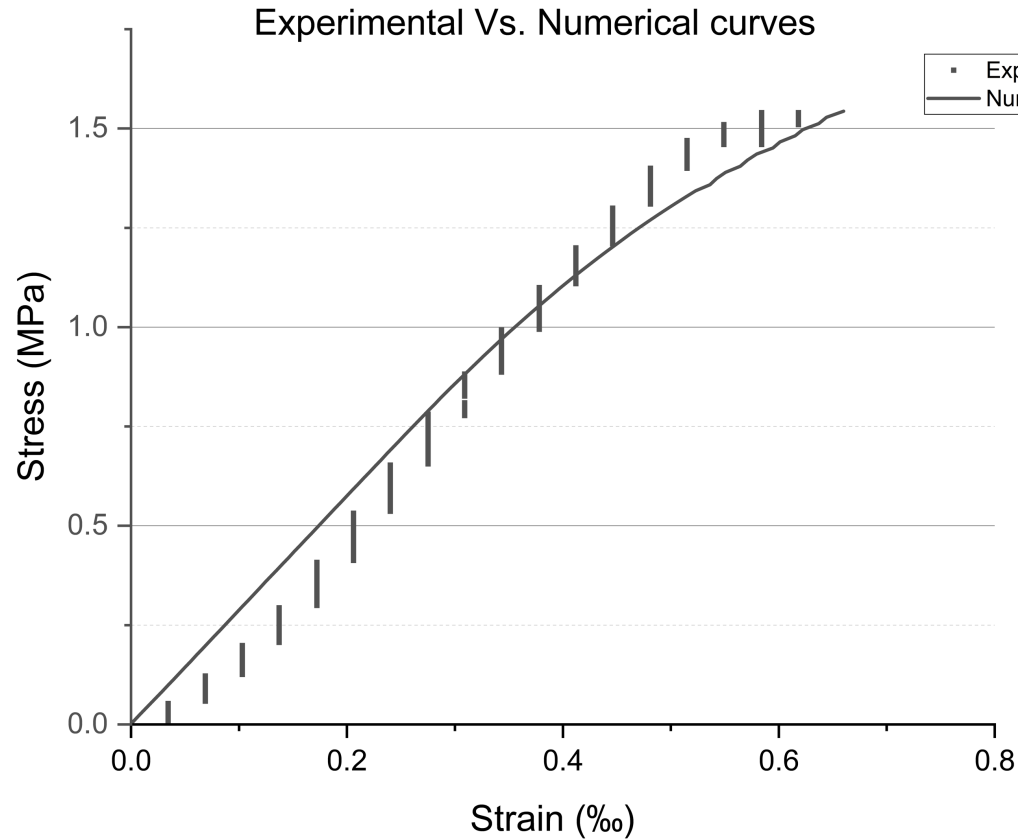
#Ref mélange	Module d'élasticité (MPa)	Coefficient de Poisson	Poids volumique (kg/m³)	Résistance à la traction (MPa)	Résistance à la compression (MPa)
Mélange 1	6400	0,3	3250	1.03	8.20
Mélange 2	4800	0,3	2186	0,52	4.30
Mélange 3	1800	0,3	2037	0,25	2.15

Murets



Résultats

Comparaison résultats expérimentaux et numériques 2/4

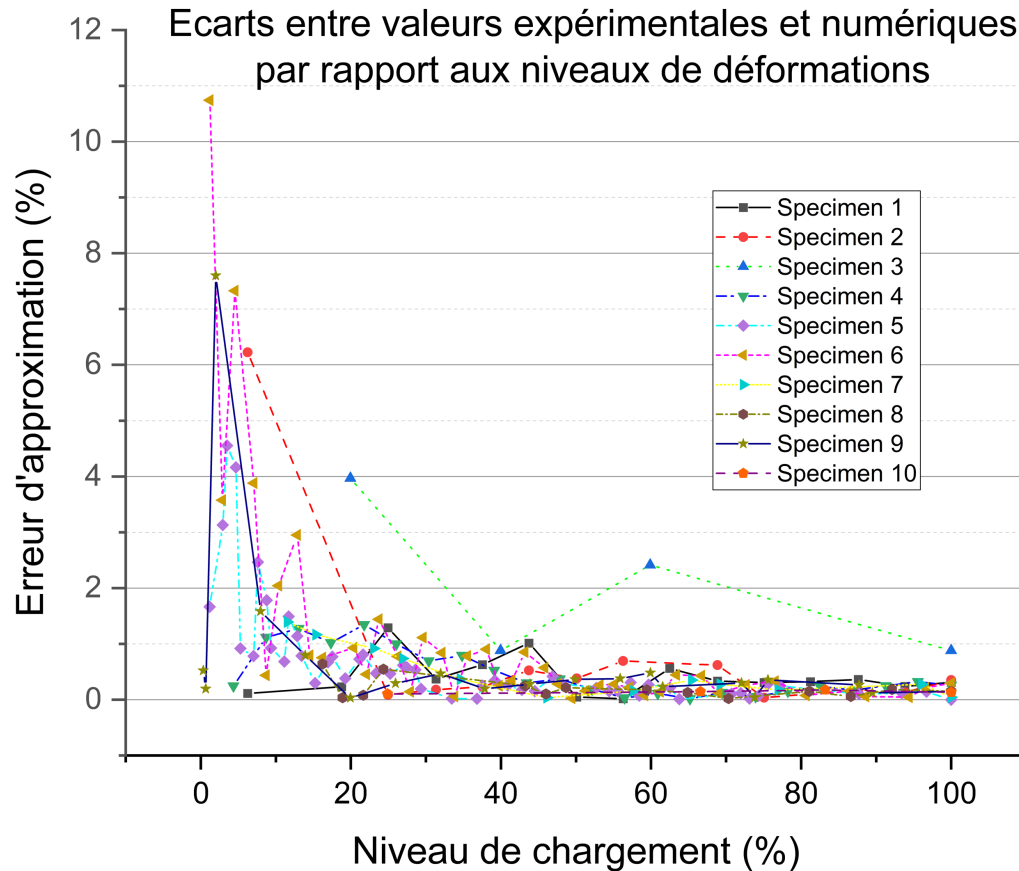


- **Profils de rupture expérimentaux comparés aux prévisions numériques**

Dans la majeure partie des situations rencontrées, les profils de chargement et de ruptures entre les résultats expérimentaux et ceux du modèle numérique sont relativement proches. Les écarts sont plus prononcés dans le cas où de grands écarts de niveau de rigidité sont introduits entre le BLT et le joint, surtout lorsque le joint est beaucoup plus rigide que la BLT

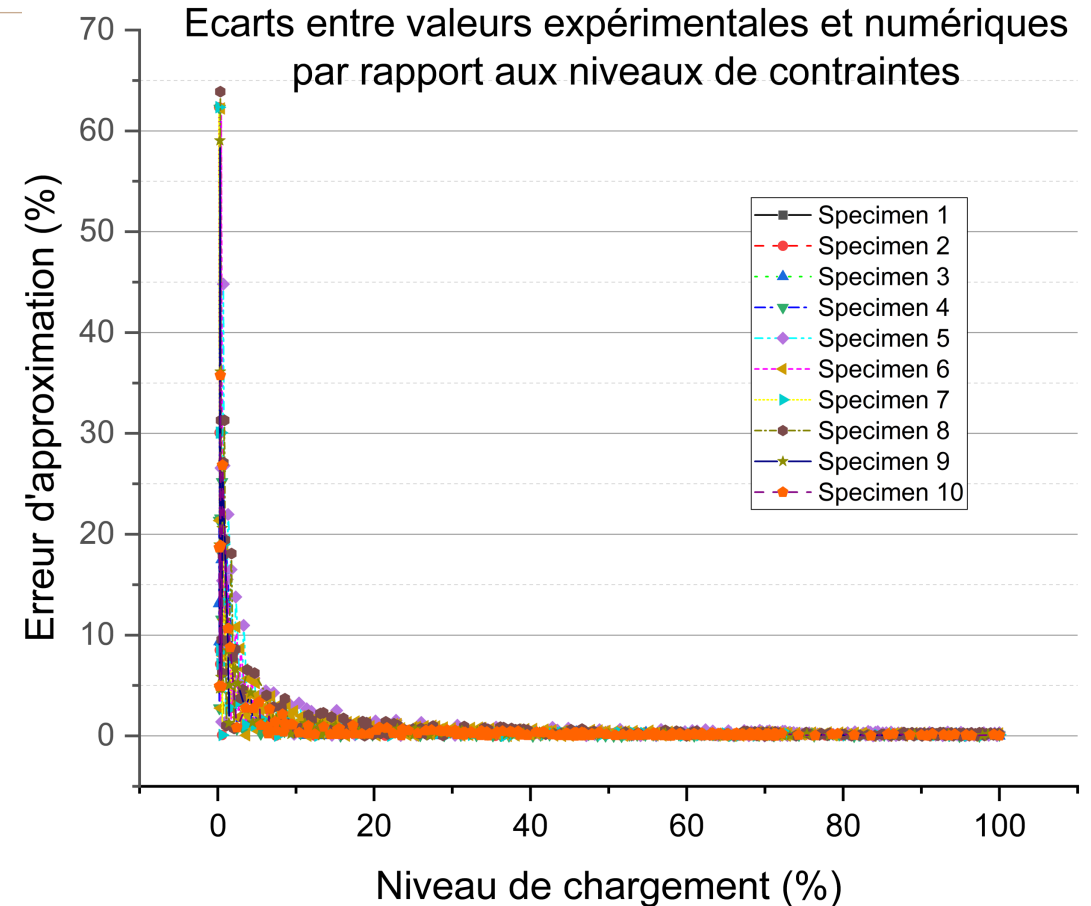
Résultats

Comparaison résultats expérimentaux et numériques 3/4



❑ Profils de rupture expérimentaux

Les essais sur murets en compression normale et diagonale révèlent des profils de rupture typiques, avec des déformations localisées et une charge de rupture mesurée précisément.



❑ Résultats numériques simulés

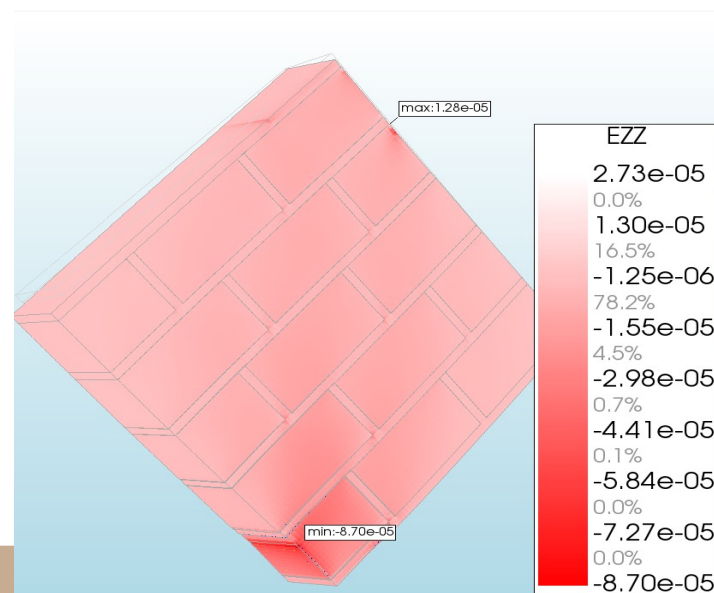
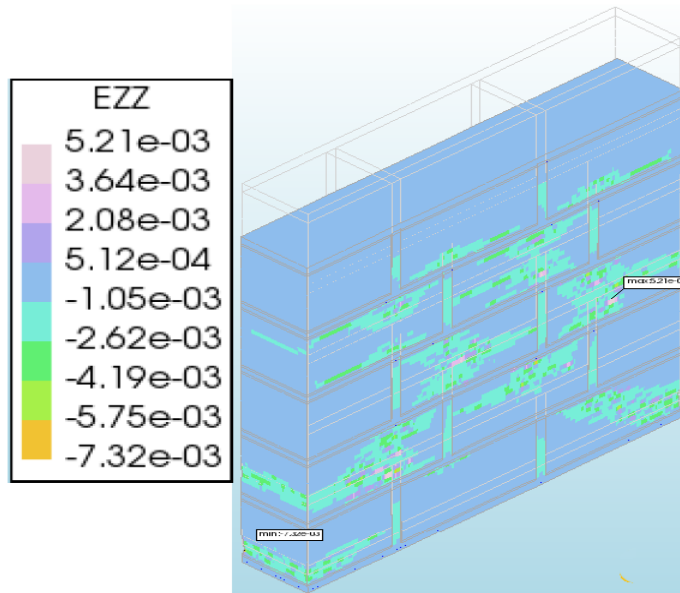
Les simulations numériques reproduisent fidèlement les profils de rupture observés expérimentalement, avec des valeurs de charge et de déformation proches des mesures réelles

Résultats

Comparaison résultats expérimentaux et numériques 4/4



- Les profils de rupture observés expérimentalement sur les murets sont reproduits fidèlement dans les simulations numériques, confirmant la validité du modèle micromécanique.
- Les valeurs numériques de charge de rupture et les niveaux de déformations correspondent bien aux mesures expérimentales, avec un bon ajustement entre les courbes.





Merci de votre attention

Contact :

Abdou LAWANE, abdou.lawane@2ie-edu.org