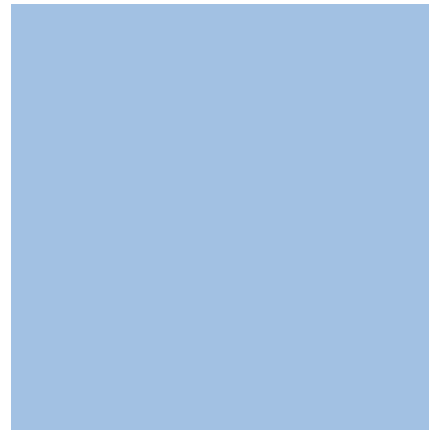
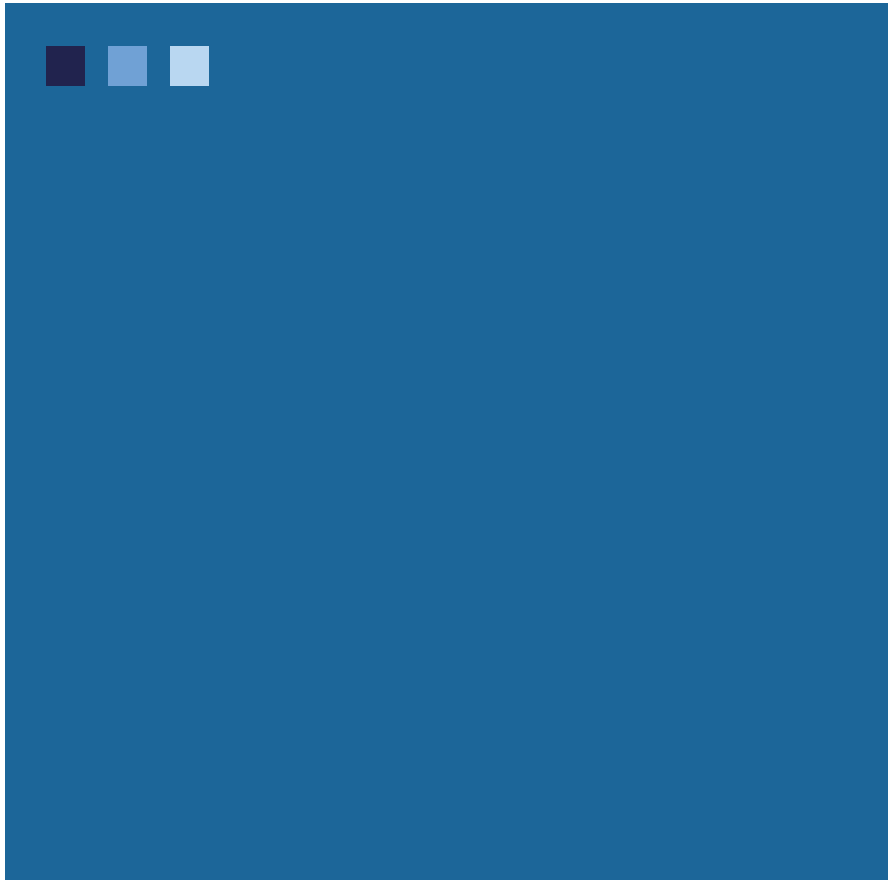




IMG C

ADAPTATION DES OUVRAGES EN MAÇONNERIE AUX NOUVELLES CONDITIONS DE SERVICE

Journée Technique
Vendredi 21 septembre 2017
à l'Amphithéâtre AUGUSTE BRULÉ



Evaluation structurale des murs de soutènement en maçonnerie

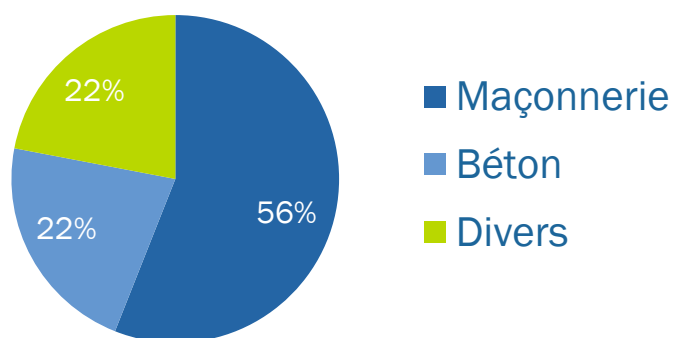
Anne-Sophie Colas, Ifsttar

Contexte

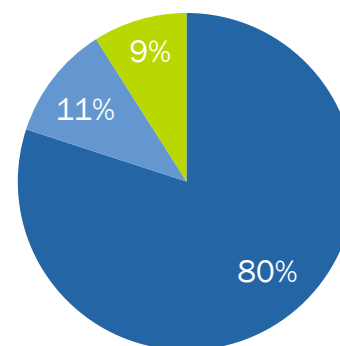
- Constructions anciennes, robustes, très représentées
- Constructions méconnues
- Qualités esthétiques et physiques



Répartition totale



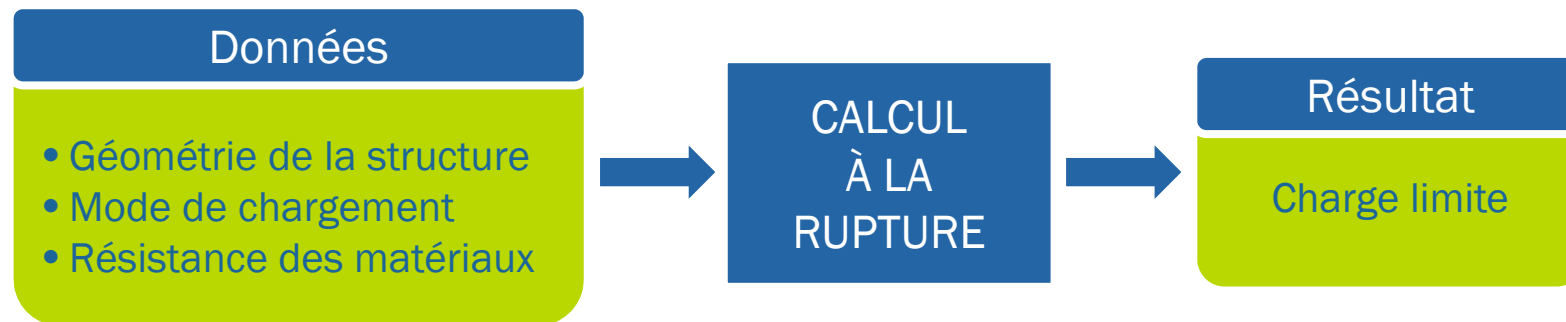
Ouvrages endommagés



Objet de l'étude

- Enjeu : Calcul de structure
 - Évaluation structurale des ouvrages existants
 - Dimensionnement de solutions de réparation, dont reconstruction
- Méthodologie
 - Modélisation par le calcul à la rupture analytique et numérique
 - Modélisation physique
 - Expérimentations à l'échelle 1

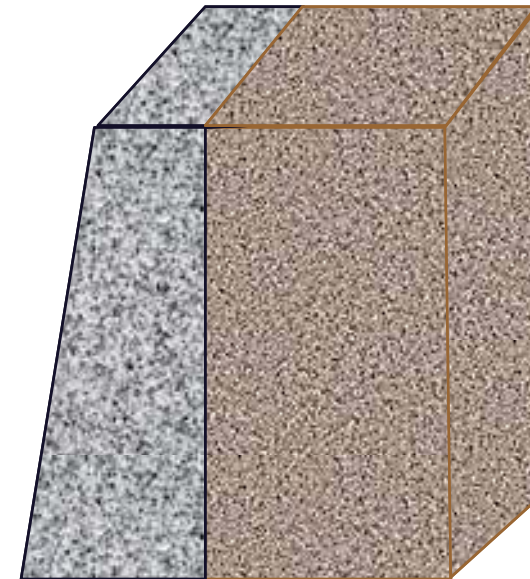
Introduction au calcul à la rupture



- Domaine d'application : géotechnique, massifs rocheux fracturés, dalles béton, assemblages métalliques, voûtes en maçonnerie...

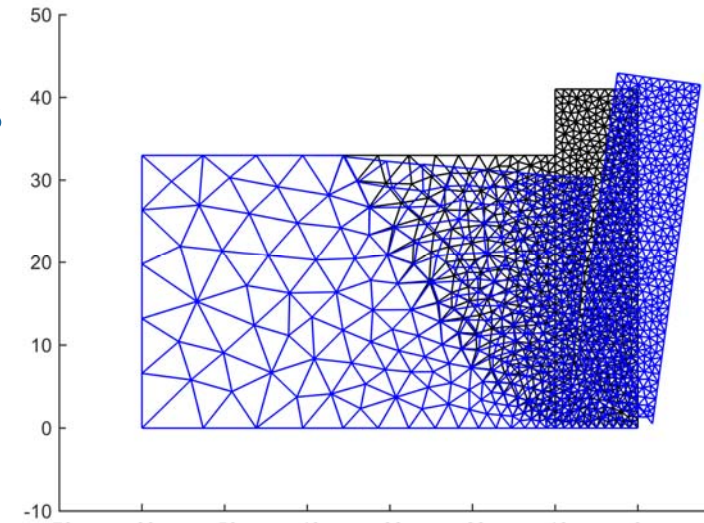
Position du problème

- Géométries simplifiées
- Mode de chargement
 - Poids propre du mur et du remblai
 - Surcharge éventuelle
- Critère de résistance
 - Homogénéisation de la maçonnerie
 - Frottement de Coulomb pour les joints, le sol, l'interface



Calcul de la charge limite

- Définition des mécanismes de rupture virtuels
 - Analytique : imagination, expérience...
 - Numérique : discrétisation du problème
- Approche par l'extérieur du calcul à la rupture
Pour tout mécanisme \underline{v} , $P^e(\underline{v}) \leq P^{rm}(\underline{v})$
- Résultat par optimisation sur tous les mécanismes \underline{v} considérés
Charge maximale Q = fonction (géométrie, chargement, résistance)



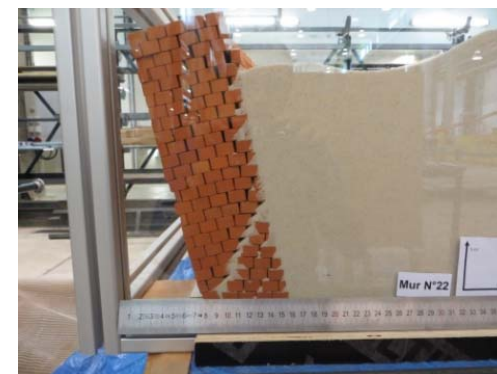
Modélisation physique

- Intérêt
 - Respect des hypothèses du modèle
 - Coût modeste en temps et en équipement
- Campagnes d'essais en 2D et 3D



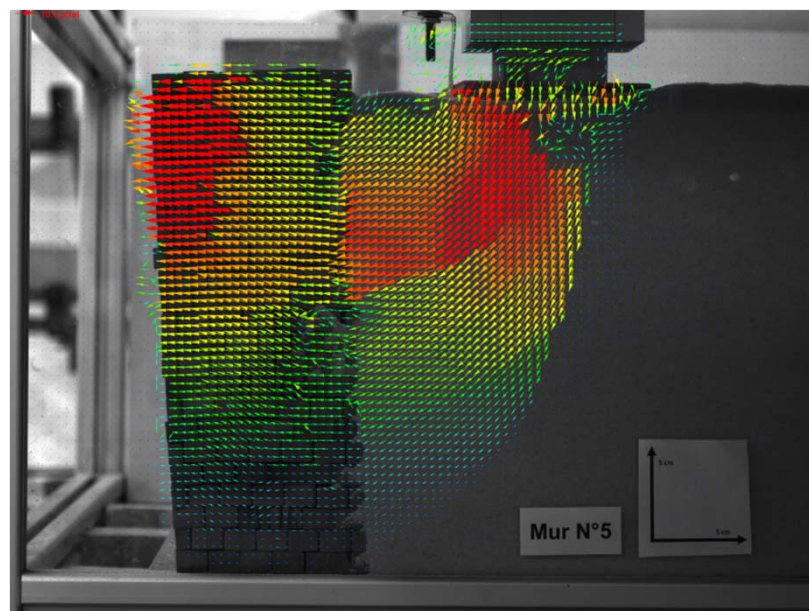
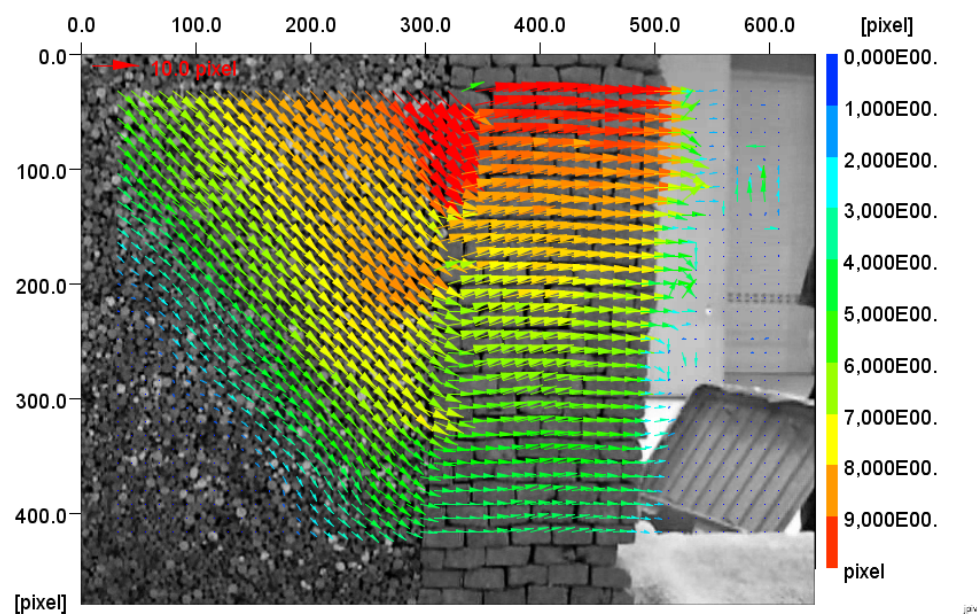
Description des campagnes

- Campagne 2D
 - Brique béton et remblai de Schneebeli
 - Construction de près de 40 murs de 40 cm de hauteur
 - Test par pose de couches de remblai successives
- Campagne 3D
 - Brique terre cuite et sable d'Hostun
 - Construction de près de 40 murs de 30 cm de hauteur
 - Test par charge ponctuelle sur le remblai



Résultats cinématiques

- Analyse par corrélation d'images



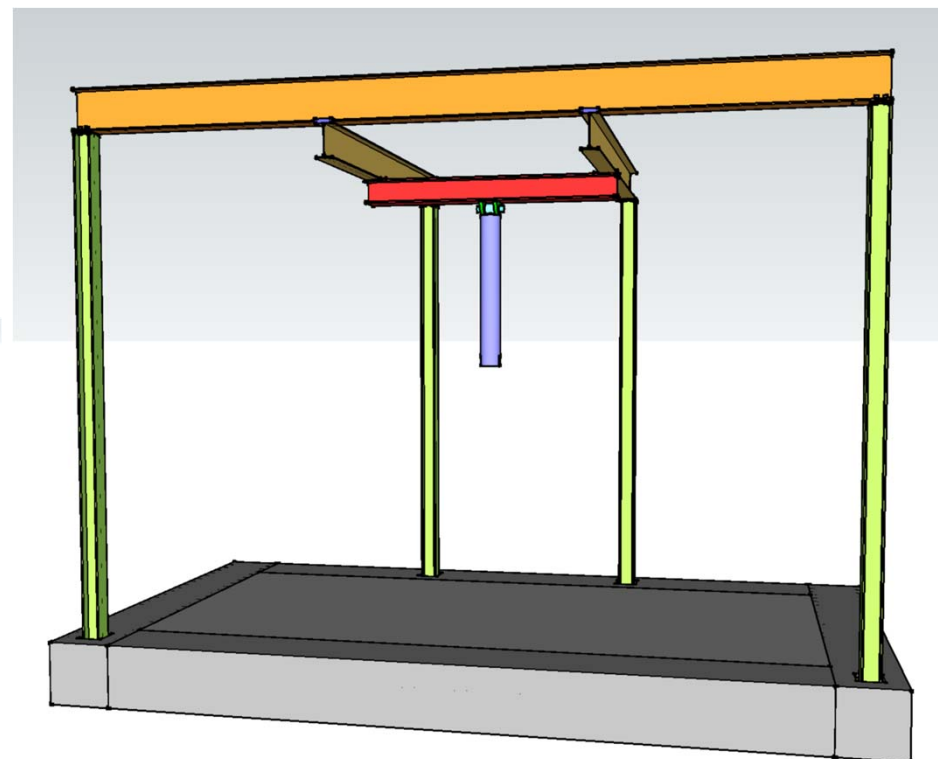
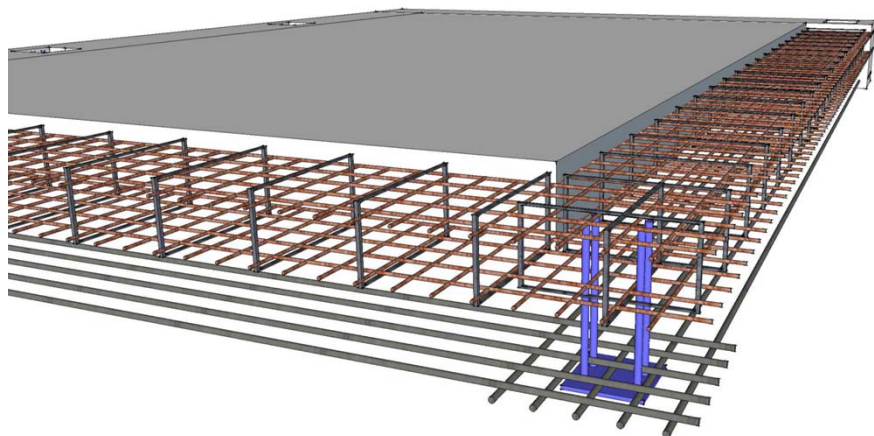
Expérimentation à l'échelle 1

- Caractéristiques
 - Prise en compte des hétérogénéités
 - Validation du modèle
 - Informations complémentaires sur le comportement de la structure
- Campagne d'essais en 2D validée
- Campagne d'essais 3D en développement



Une plate-forme dédiée

- Partenariat ABPS, ENTPE, IFSTTAR, ENPC (financement CPIER LAUBAMAC)
- Plateforme de chargement
 - Plateforme : 6 x 3 m
 - Portique : 6 x 4 m max.
 - Charge maximale : 300 kN

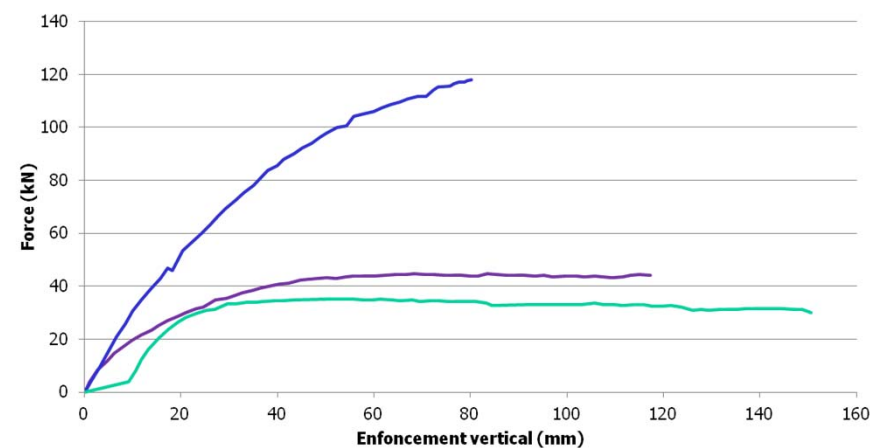


Essai en grandeur réelle

- Caractéristiques de l'essai
 - Mur en calcaire de 1,80 m de hauteur
 - Remblai en gravier roulé de Bellegarde
 - Instrumentation par capteurs à câbles et caméras
- 3 chargements à différentes distances de la tête du mur
 - 60 cm : 48 kN max.
 - 120 cm : 125 kN max.
 - 30 cm : 38 kN max.

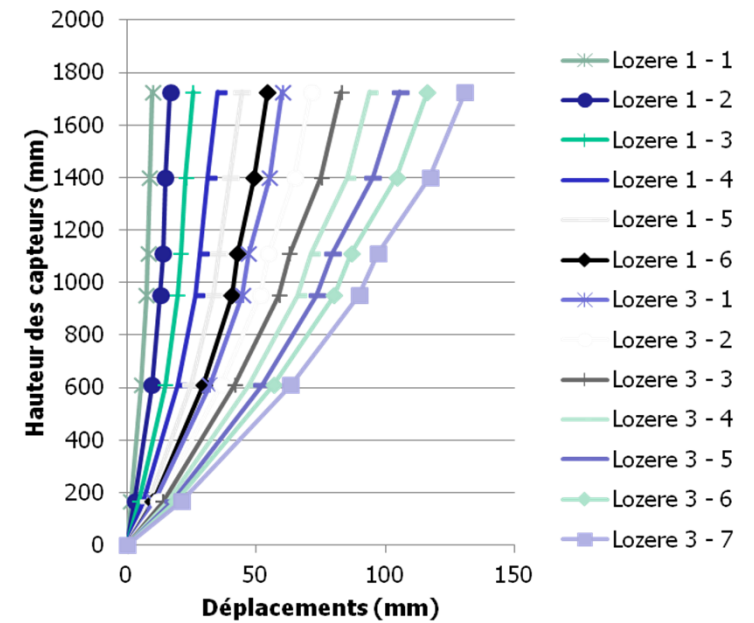
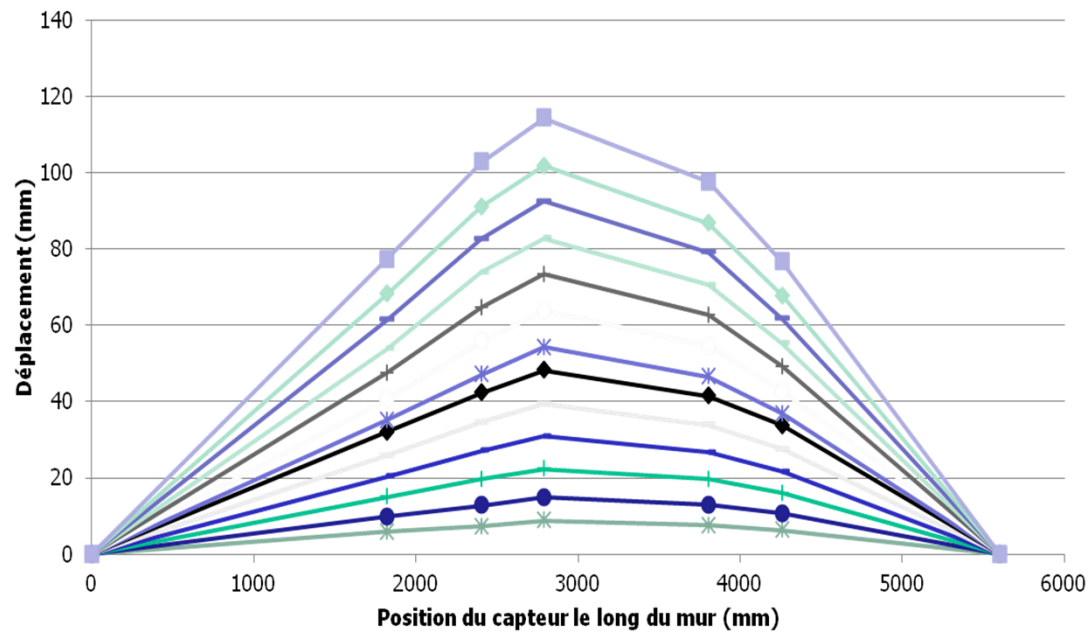


Force - enfoncement

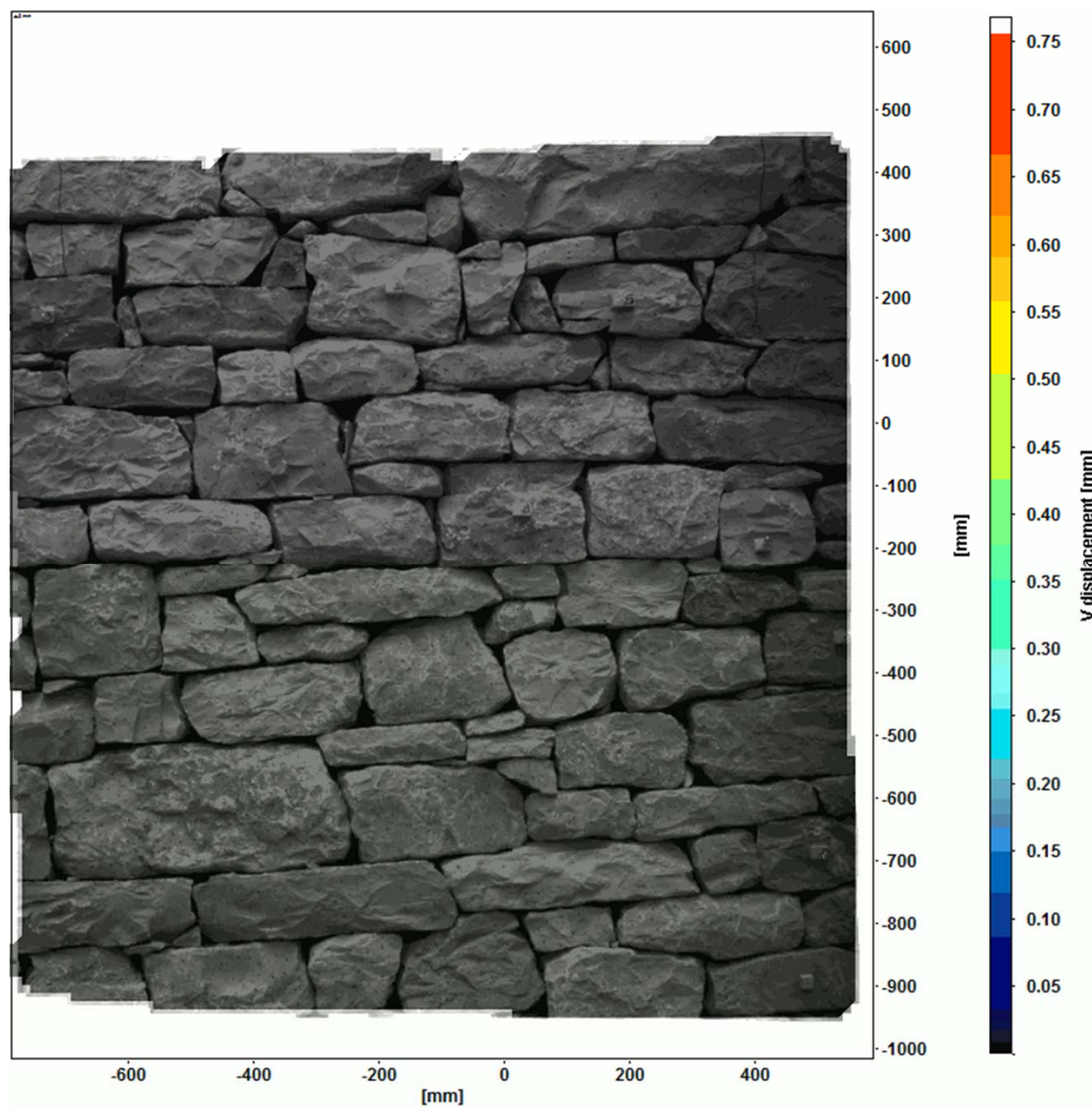


Déformation du mur

- Déformation du mur en 3D
- Déplacement max de l'ordre du dm en tête



Analyse d'images 3D



- Déplacement dans les 3 directions
- Recoupement avec les données des capteurs à câble

Conclusion

- Amélioration et généralisation du modèle
 - Développement de l'approche numérique
 - Nouveaux essais 3D
 - Prise en compte de chargements annexes (écoulement, sismique...)
- Promotion de la technologie
 - Participation à la réglementation
 - Appui au développement de la formation
 - Analyse développement durable

Merci de votre attention



Anne-Sophie Colas

Ifsttar

Département Matériaux et Structures

Laboratoire Sécurité et Durabilité des Ouvrages d'Art

anne-sophie.colas@ifsttar.fr

www.sdoa.ifsttar.fr