

IMGC

ADAPTATION DES OUVRAGES EN MAÇONNERIE AUX NOUVELLES CONDITIONS DE SERVICE

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





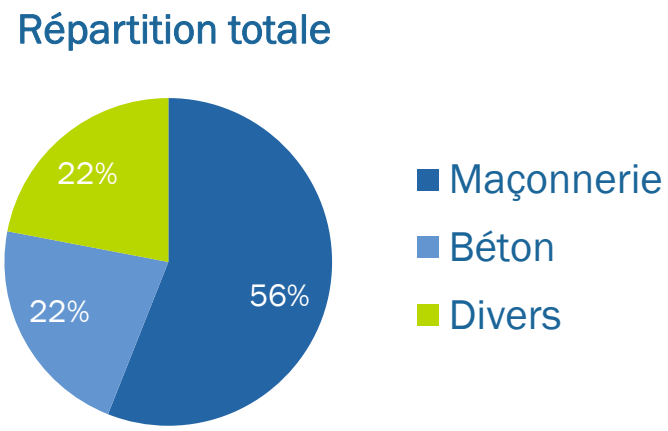
Evaluation structurale des murs de soutènement en maçonnerie

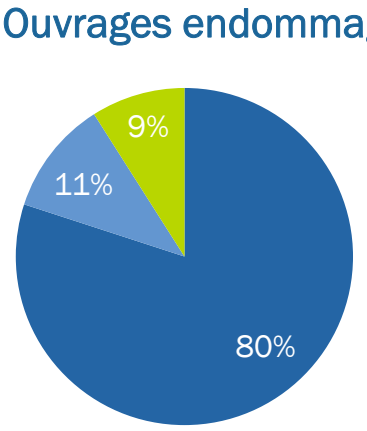
Anne-Sophie Colas, Ifsttar

Contexte

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



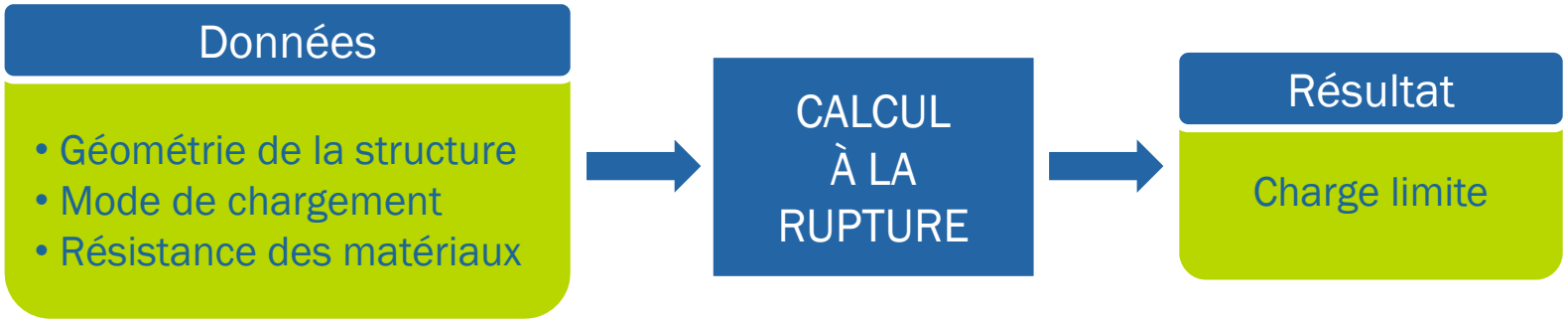




Objet de l'étude

- 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

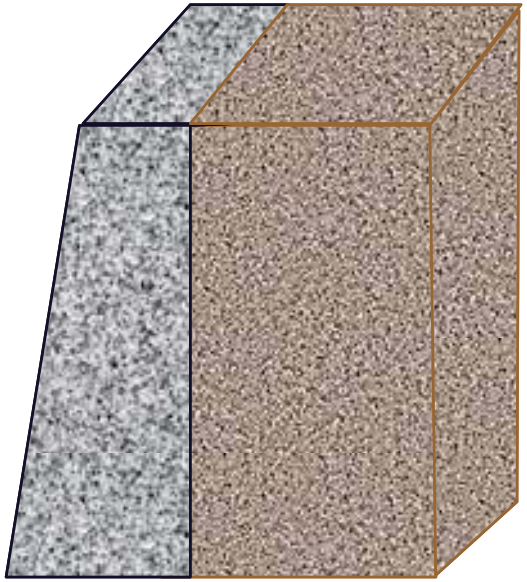
Introduction au calcul à la rupture



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

Position du problème

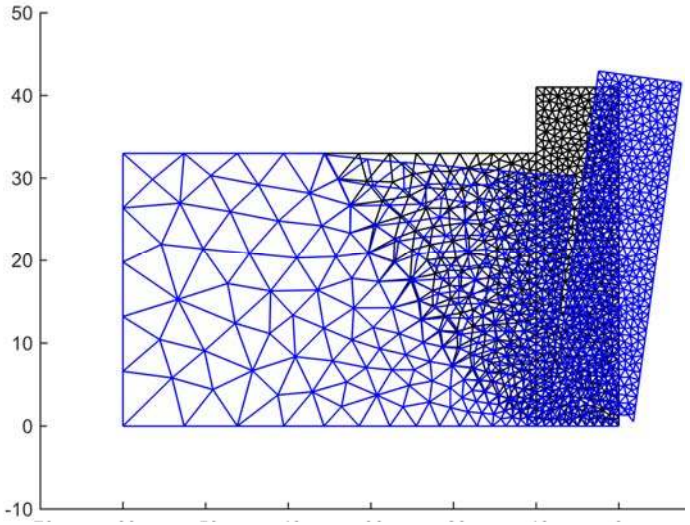
- Géométries simplifiées
- Mode de chargement
  - Poids propre du mur et du remblai
  - Surcharge éventuelle
- Critère de résistance
  - Homogénéisation de la maçonnerie
  - Frottement de Coulomb pour les joints, le sol, l'interface



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 $\underline{v}$, $P^e(\underline{v}) \leq P^{rm}(\underline{v})$

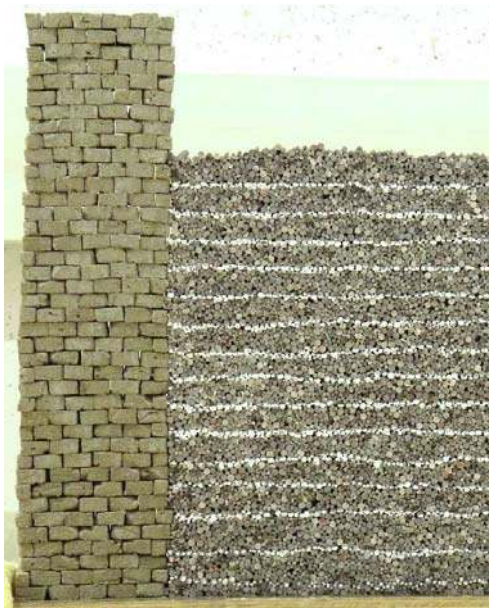


- Résultat par optimisation sur tous les mécanismes $\underline{v}$ considérés

  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





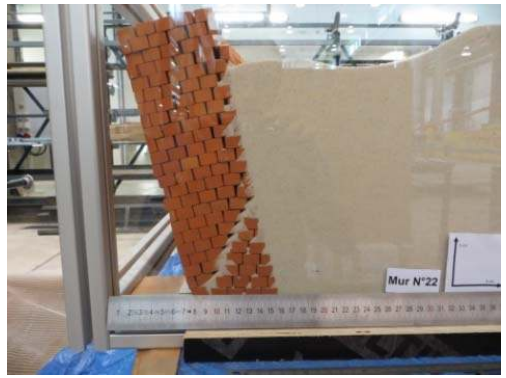




Description des campagnes

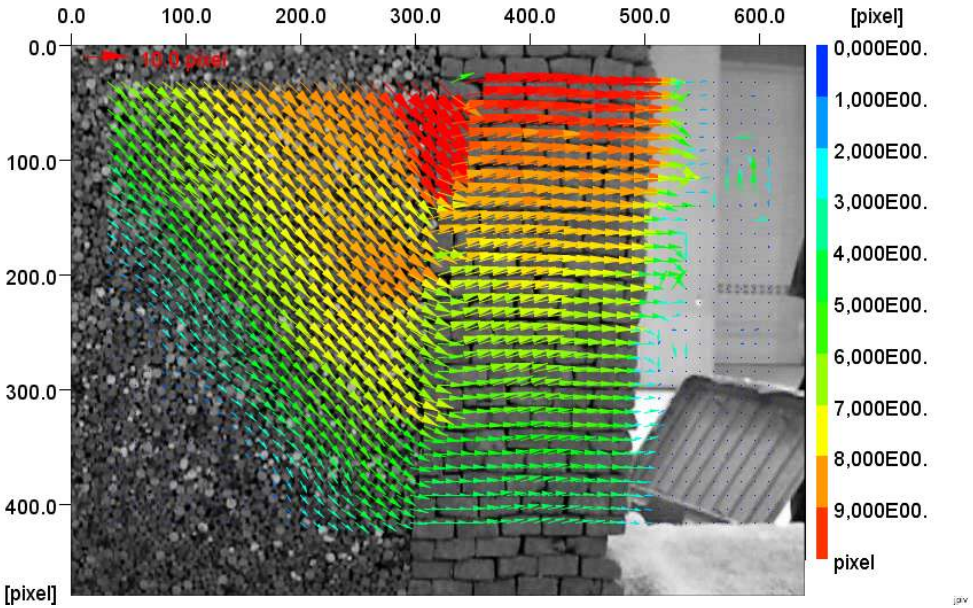
- Campagne 2D
  - Brique béton et remblai de Schneebeli
  - Construction de près de 40 murs de 40 cm de hauteur
  - Test par pose de couches de remblai successives
- Campagne 3D
  - Brique terre cuite et sable d'Hostun
  - Construction de près de 40 murs de 30 cm de hauteur
  - Test par charge ponctuelle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

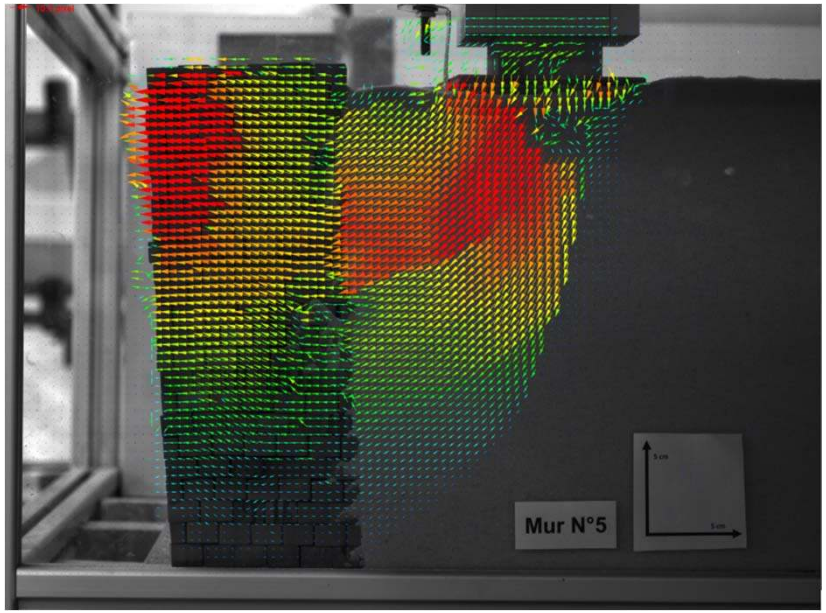




Résultats cinématiques

- Analyse par corrélation d'images





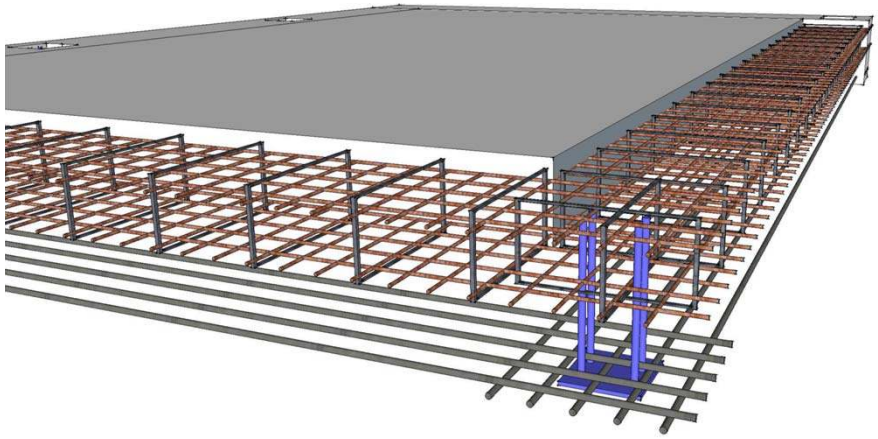
Expérimentation à l'échelle 1

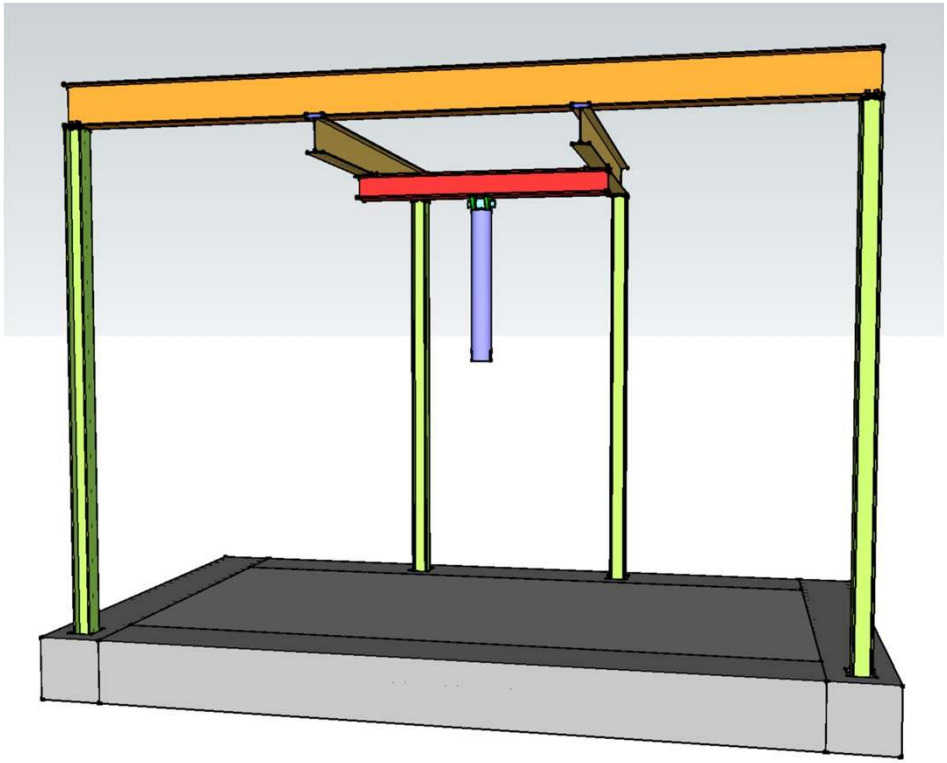
- Caractéristiques
  - Prise en compte des hétérogénéités
  - Validation du modèle
  - Informations complémentaires sur le comportement de la structure
- Campagne d'essais en 2D validée
- Campagne d'essais 3D en développement



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

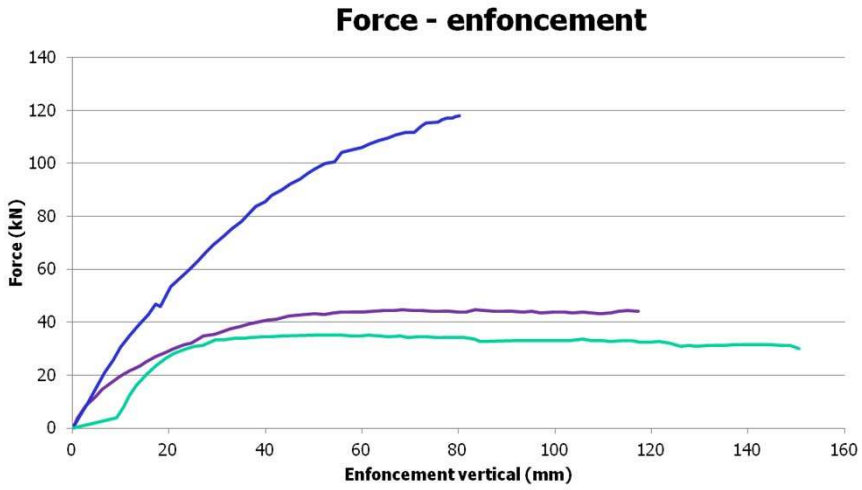




Essai en grandeur réelle

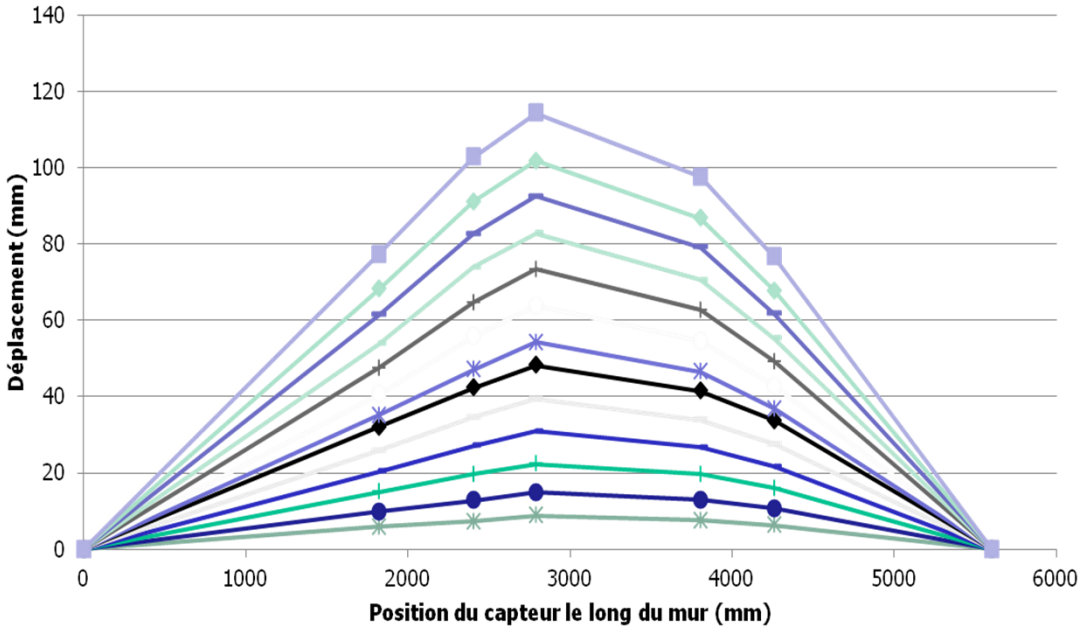
- Caractéristiques de l'essai
  - Mur en calcaire de 1,80 m de hauteur
  - Remblai en gravier roulé de Bellegarde
  - Instrumentation par capteurs à câbles et caméras
- 3 chargements à différentes distances de la tête du mur
  - 60 cm : 48 kN max.
  - 120 cm : 125 kN max.
  - 30 cm : 38 kN max.

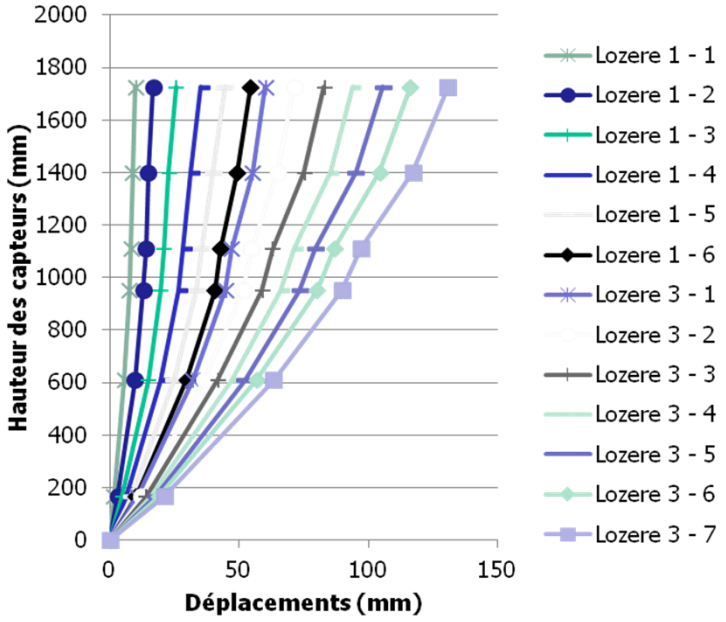




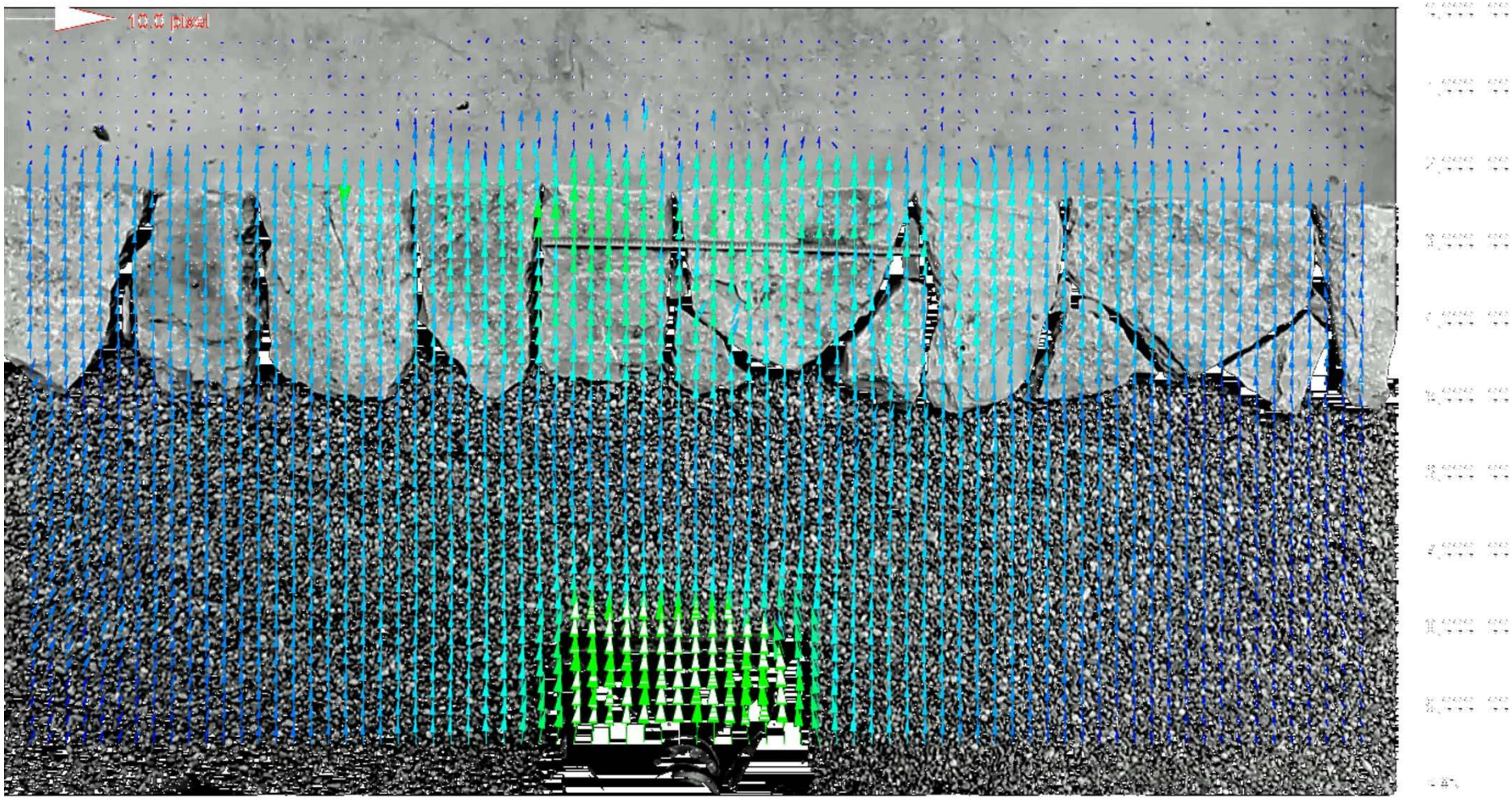
Déformation du mur

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

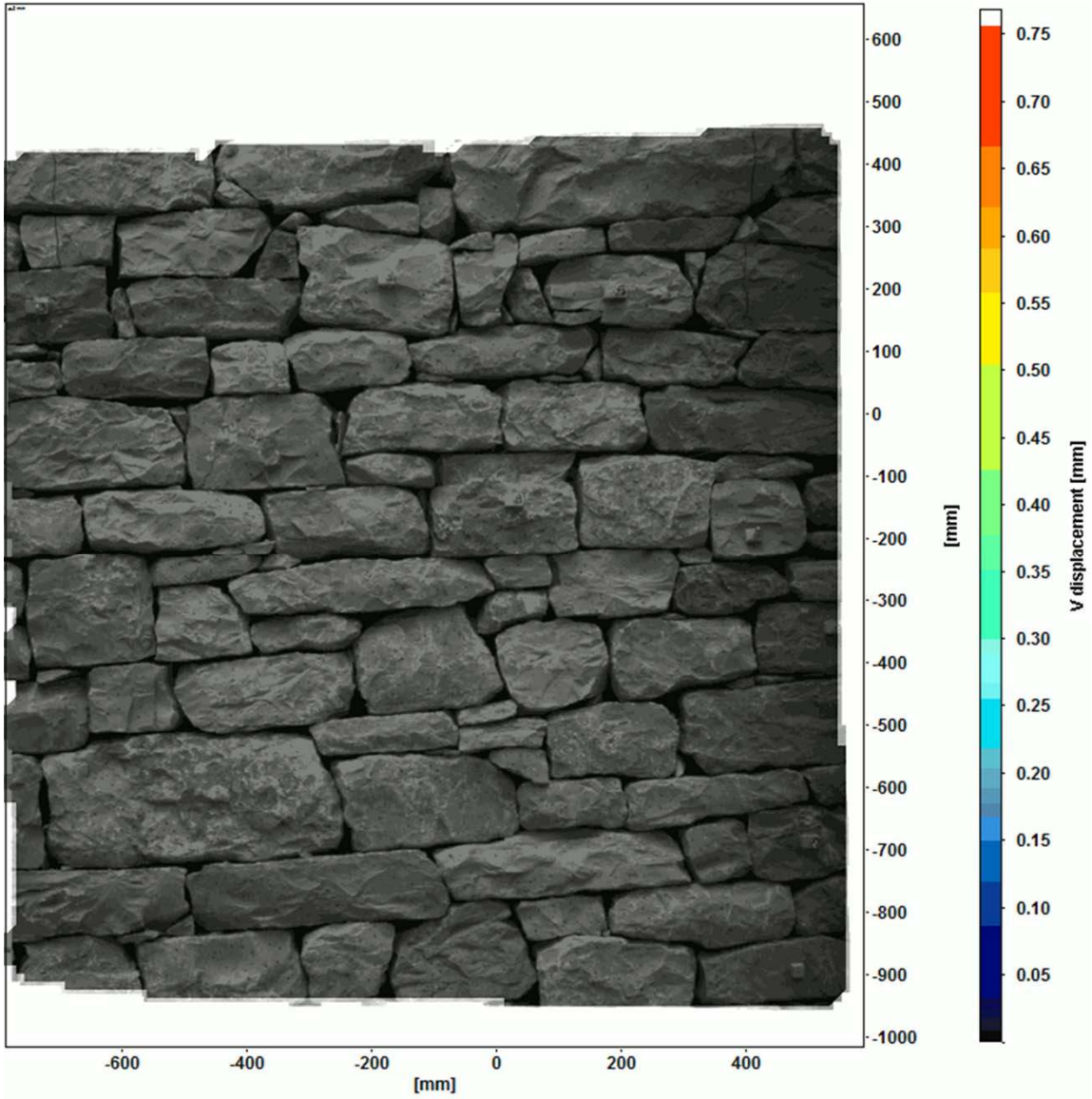




Analyse d'images 2D



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