

Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme et de la Ville
Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS)

PROJET DE RECHERCHE SECTORIEL

**ANALYSE DE LA PERFORMANCE SISMIQUE DES PORTIQUES EN BÉTON ARMÉ
AVEC REMPLISSAGE EN MAÇONNERIE RIGIDE PAR INTRODUCTION D'UN
MATÉRIAU DISSIPATEUR D'ÉNERGIE**

CGS/DGS/EVTU/2016

ÉQUIPE DE RECHERCHE CHARGÉE DU PROJET

Dr. YOUSFI Nacim (Maitre de Recherche A)

Dr. AIT BELKACEM Mounir (Maitre de Recherche A)

Dr. BOUKRI Mehdi (Directeur de Recherche)

Dr. BECHTOULA Hakim (Directeur de Recherche)

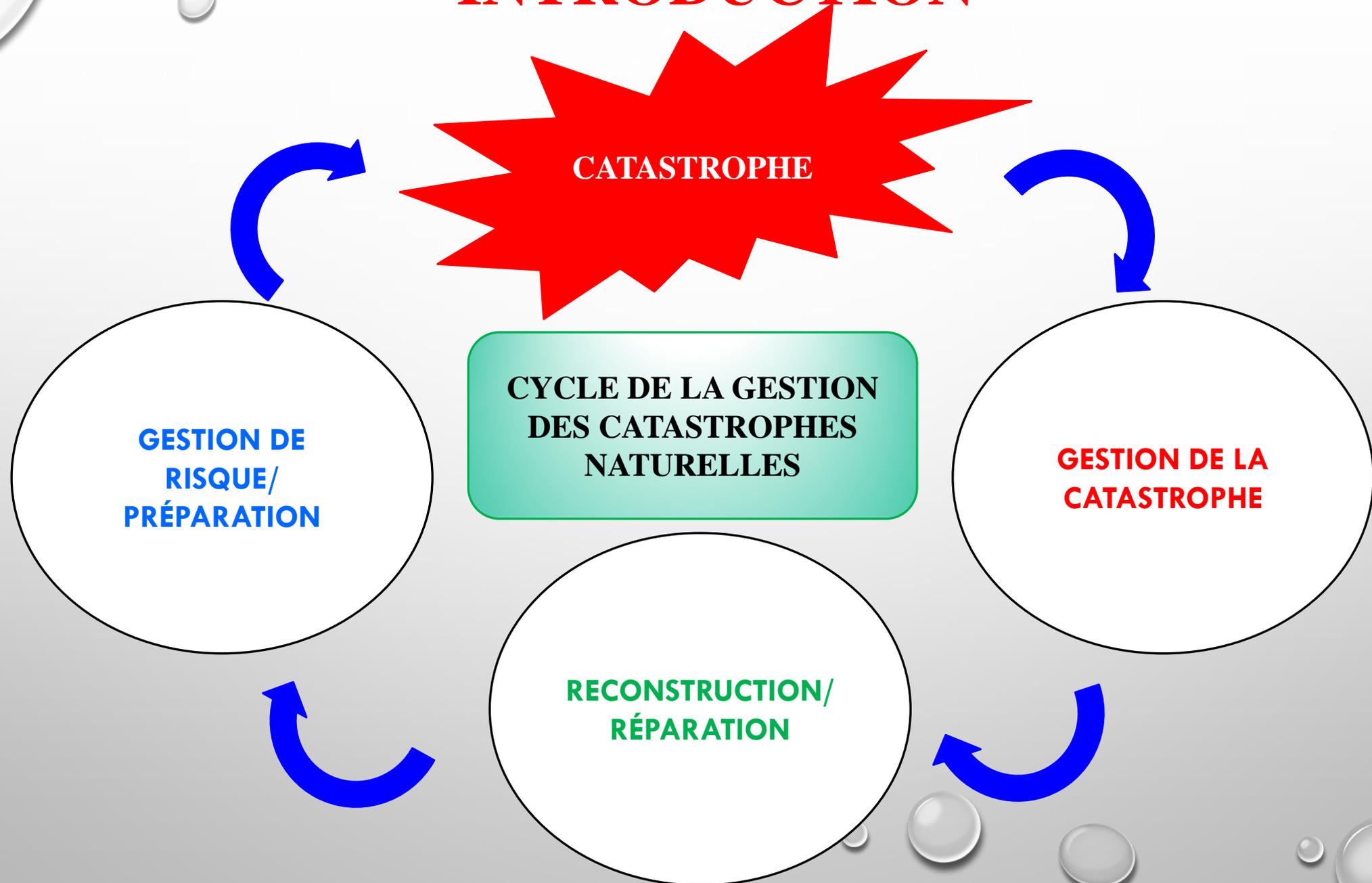
Dr. AKNOUCHE Hassan (Maitre de Recherche A)

Dr. AIROUCHE Abdelhalim (Directeur de Recherche)

PHASES DU PROJETS

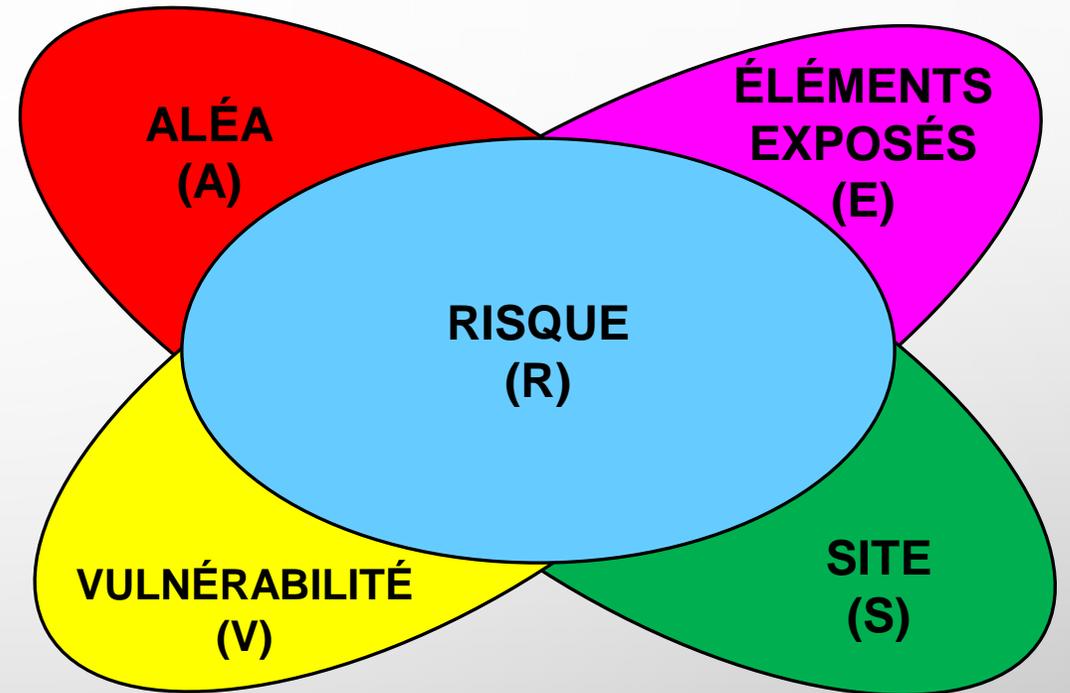
| PHASE | CODE INFORMATIQUE | INTITULES | OBSERVATION |
|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1 | DGS/EVTU/2016/01/01 | Etude Bibliographique | Achevée |
| 2 | DGS/EVTU/2016/01/02 | Modélisation numérique et préparation des tests | Achevée |
| 3 | DGS/EVTU/2016/01/03 | Exécution des tests, analyse et interprétation des résultats | En attente |

INTRODUCTION



INTRODUCTION

RISQUE = ALEA x VULNERABILITE



PROBLEMATIQUE

PRISE EN COMPTE DE LA VULNÉRABILITÉ SISMIQUE DANS LA CONCEPTION DES OUVRAGES EN PORTIQUE EN BA AVEC REMPLISSAGE EN MAÇONNERIE

- ❑ Les **murs en maçonnerie** sont utilisés pour la **séparation des espaces aménagés** d'un ouvrage ou pour le **remplissage** des façades.
- ❑ Les **portiques** en béton armé doivent reprendre la totalité des **charges horizontales**.
- ❑ Les panneaux de **maçonnerie** peuvent **augmenter la rigidité** des structures.
- ❑ Dans la pratique, les **ingénieurs concepteurs** souvent **modélisent des structures souples**, **ne tenant pas compte de l'effet de l'interaction** entre les portiques en béton armé et les panneaux de maçonnerie de remplissage.

PROBLEMATIQUE

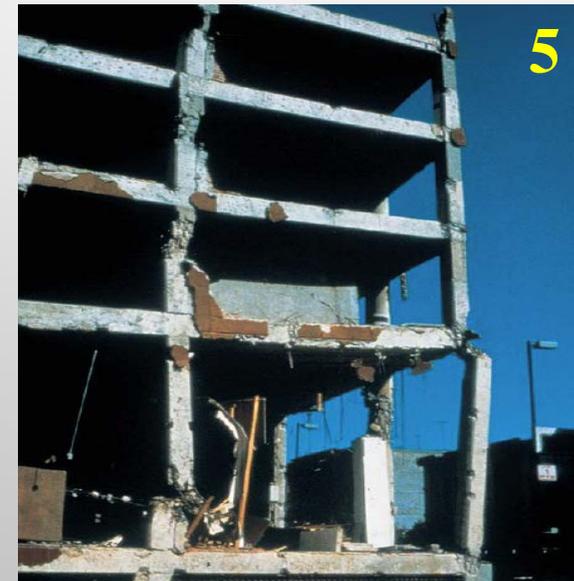
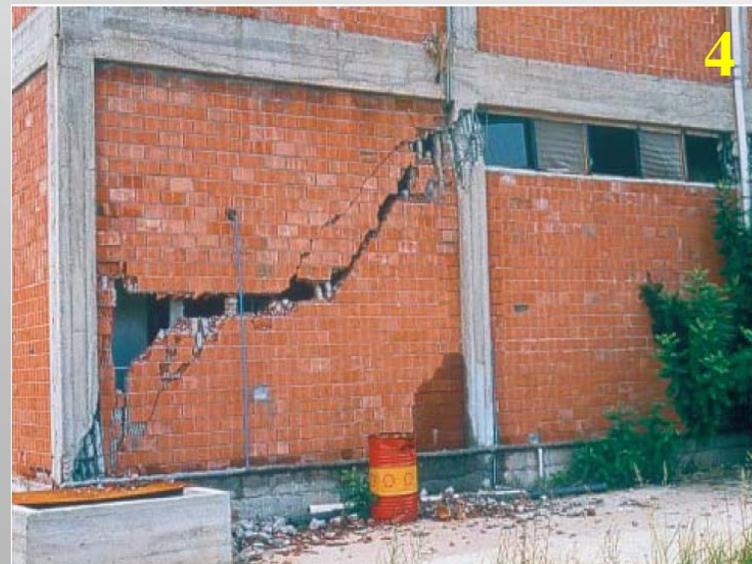


**Portiques auto-stables en BA
avec remplissage en maçonnerie**



**Portiques en BA contreventés par des
voiles en BA
avec remplissage en maçonnerie**

PROBLEMATIQUE

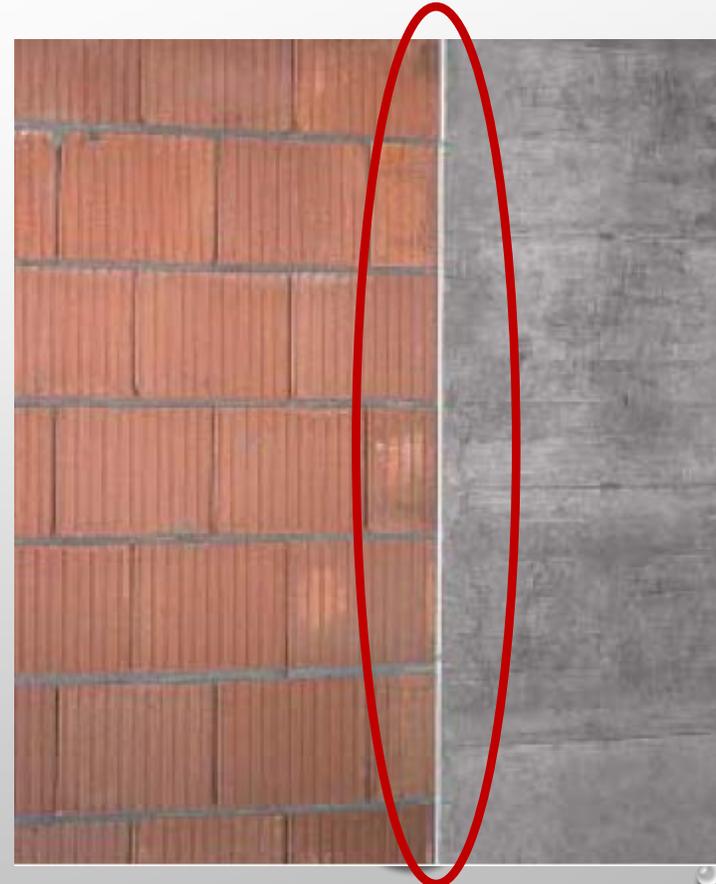


1. Séisme de Boumerdes 2003
2. Séisme de Boumerdes 2003
3. Séisme de Mihoub (Médéa) 2016
4. Séisme de Adana-Ceyhan, Turquie 1998
5. Séisme de Mexico 1985

OBJECTIFS

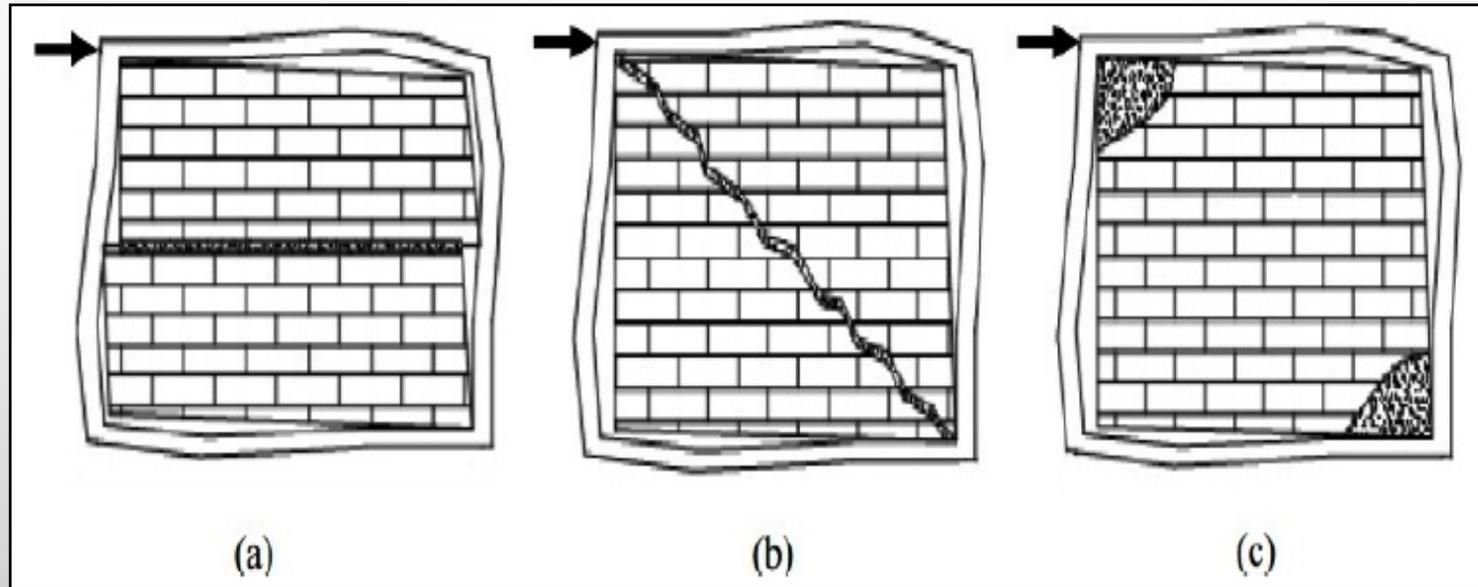
- ❑ Éviter l'**endommagement** des éléments structuraux et non structuraux lors d'un séisme
- ❑ Prévoir des **joints** pour séparer la **structure porteuse** et les **parois** intermédiaires **non-porteuses**, notamment les panneaux en maçonnerie, qui ont un comportement rigide et fragile.
- ❑ Les **joints** sont prévus le **long des poteaux**, et de les remplir de **matériaux souples**, telles les plaques en caoutchouc le polyuréthane, le polystyrène, ou les roches minérales, pour avoir une meilleure dissipation d'énergie.

Exemple d'un joint en **mousse dure** assurant une **connexion rigide** réalisé en suisse. **A éviter**



IDENTIFICATION ET COMPORTEMENT DES MATERIAUX UTILISÉS

❑ Les panneaux de remplissage en maçonnerie



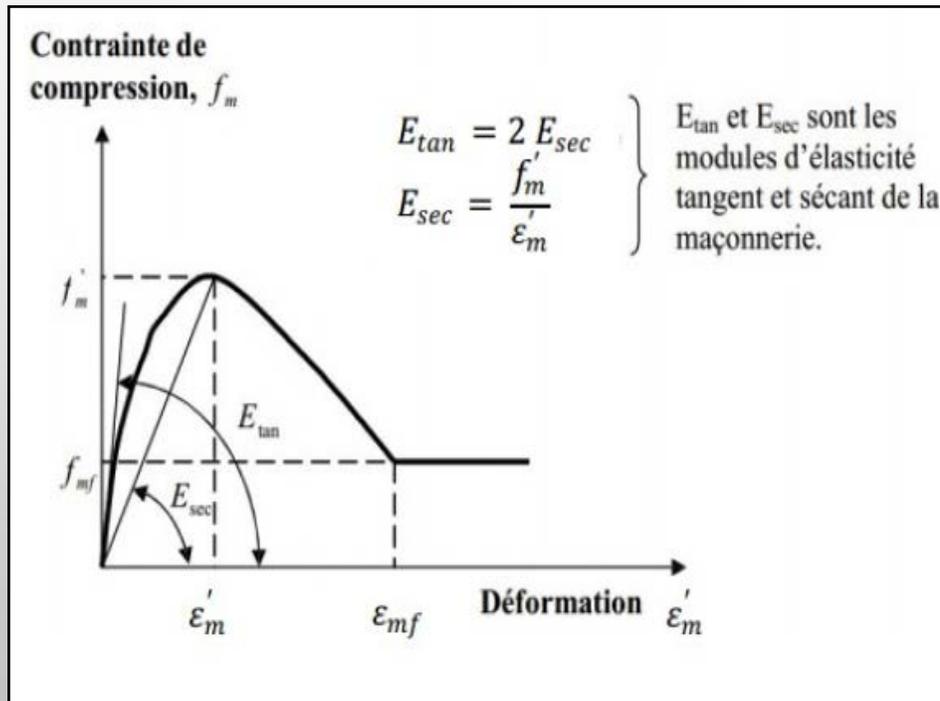
Cisaillement

Compression

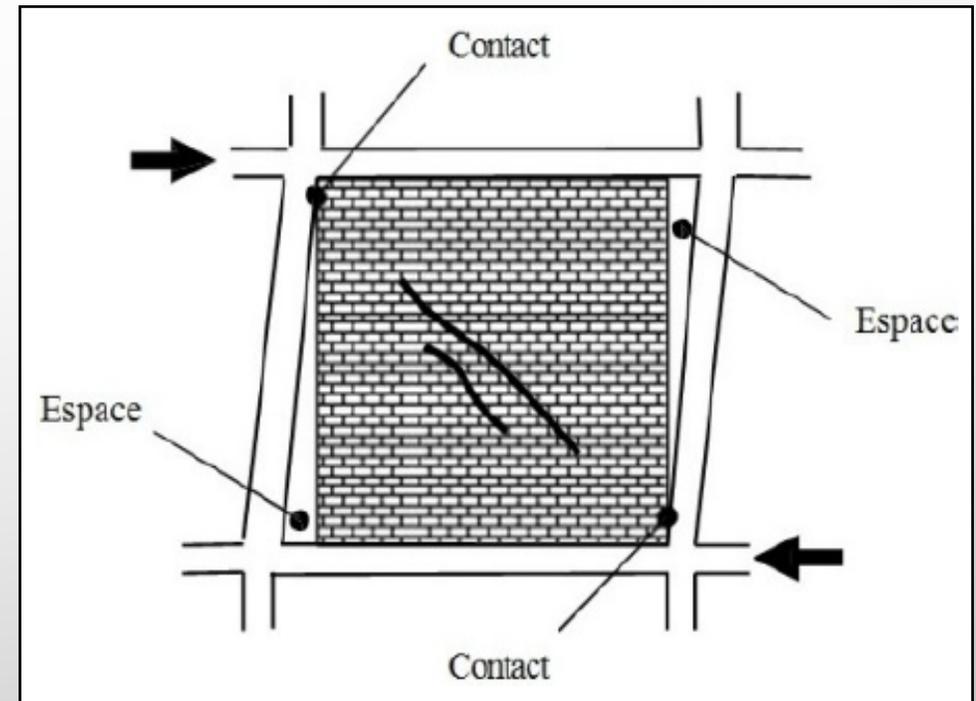
Traction

IDENTIFICATION ET COMPORTEMENT DES MATERIAUX UTILISÉS

Loi de comportement de la maçonnerie



Absence de **ductilité**



Déformation d'un portique en BA avec remplissage en maçonnerie

MODÉLISATION NUMÉRIQUE

Spécimen utilisé

- Bâtiment en **portiques auto-stables** en béton armé de **cinq (05) niveaux** (Rez-De-Chaussée + Quatre (04) étages) à usage **d'habitation**.
- Période de construction après 2003 selon le RPA 99.
- Wilaya d'Alger, zone sismique III.

**ADAPTATION DES DIMENSIONS DU PORTIQUE AVEC UN FACTEUR
L'ECHELLE 1/2**

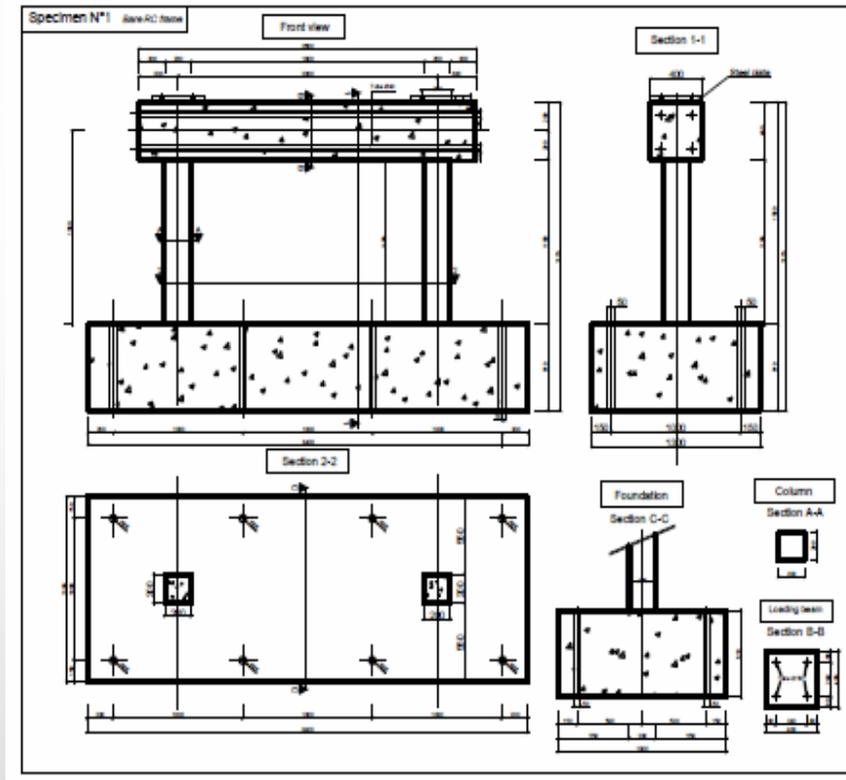
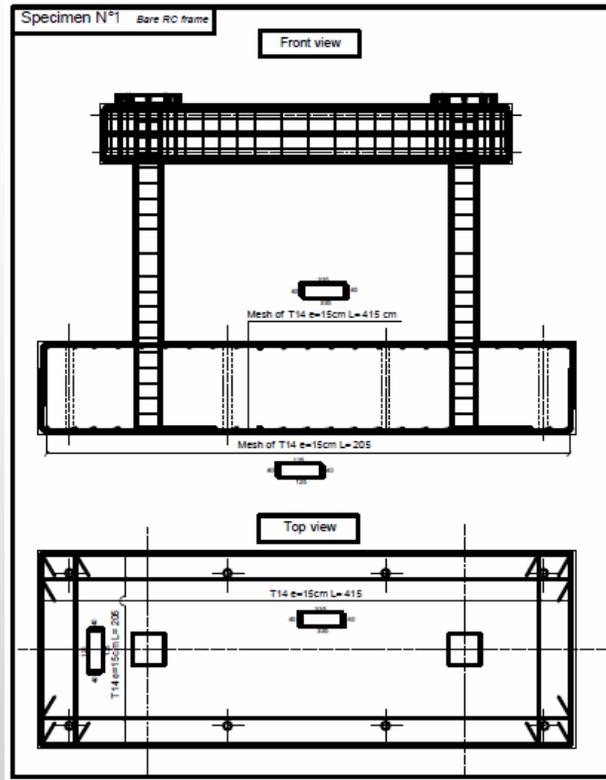
MODÉLISATION NUMÉRIQUE

Caractéristiques des matériaux utilisés

| Béton | | | | | | |
|--------------|--------------------|---------------|--------------------|------------|---------|-----------------------------|
| Poteaux | | Poutre | | Fc28 (MPa) | E (MPa) | ρ (kN/m ³) |
| Hauteur (cm) | Section (axb : cm) | Longueur (cm) | Section (axb : cm) | 25 | 32164 | 25 |
| 136 | 20x20 | 200 | 40x40 | | | |

| Acier | | | | | | | |
|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-----------------------------|--------|-------------------------|--------|
| Fe(MPa) | | E (MPa) | | ρ (kN/m ³) | | | |
| 400 | | 210000 | | 78.5 | | | |
| Poteaux | | | | Poutre | | | |
| Armatures longitudinale | | Armatures transversales | | Armatures longitudinale | | Armatures transversales | |
| nombre | (Ø mm) | nombre | (Ø mm) | nombre | (Ø mm) | nombre | (Ø mm) |
| 8 | 8 | 4 | 8 | 6 | 14 | 4 | 8 |

MODÉLISATION NUMÉRIQUE

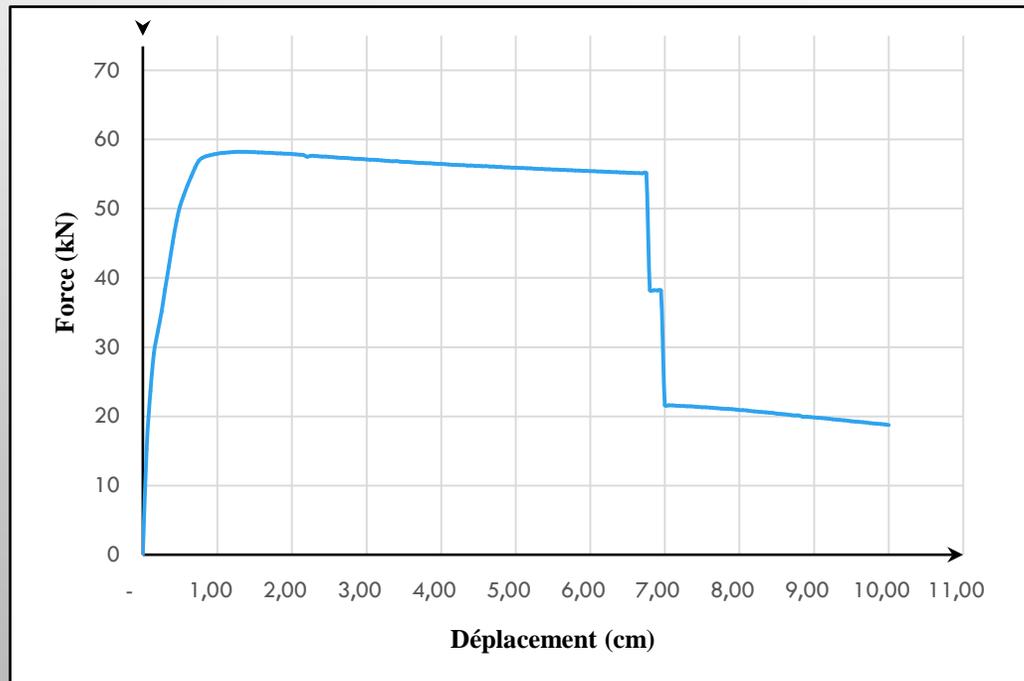


Dimensions du modèle utilisé

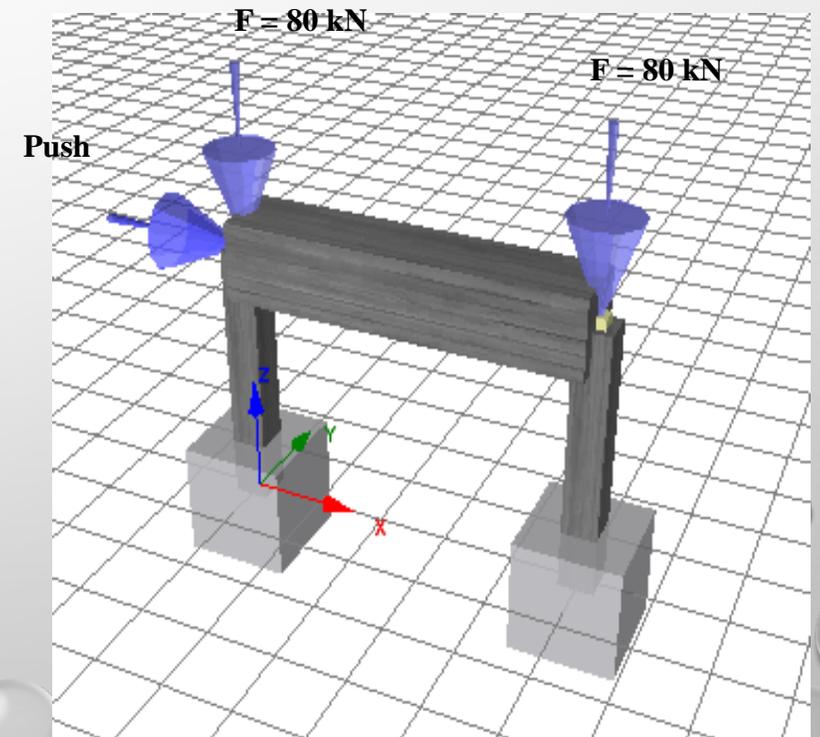
MODÉLISATION NUMÉRIQUE

ANALYSE STATIQUE NON LINEAIRE

- ❑ Portique en BA **Vide** (Sans remplissage en maçonnerie).
- ❑ Analyse statique non linéaire.
- ❑ Force limite \approx **60 kN**.
- ❑ Déplacement limite \approx **7 cm**.



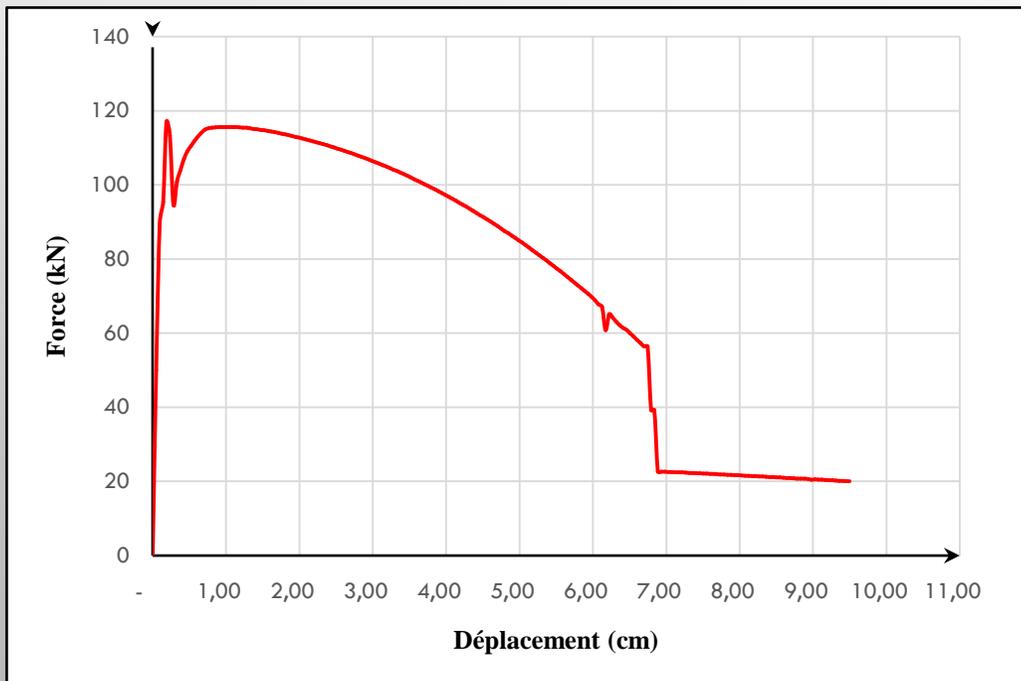
Modèle N° 1 (Push over)



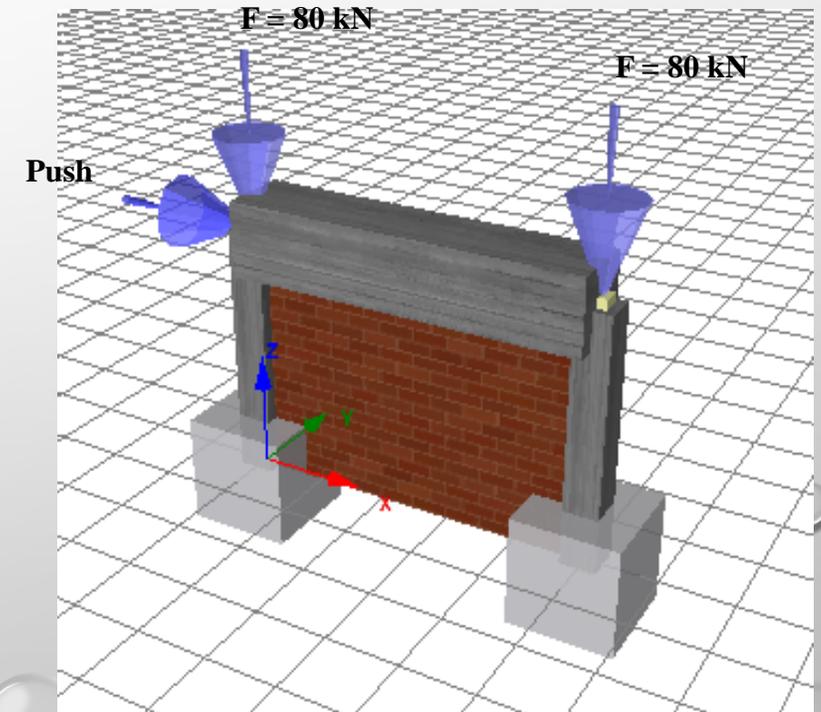
MODÉLISATION NUMÉRIQUE

ANALYSE STATIQUE NON LINEAIRE

- ❑ Portique en BA avec remplissage en maçonnerie.
- ❑ Analyse statique non linéaire.
- ❑ Force limite ≈ 120 kN.
- ❑ Déplacement limite ≈ 7 cm.
- ❑ Perte de Ductilité.



Modèle N° 2 (Push over)



MODÉLISATION NUMÉRIQUE

ANALYSE STATIQUE NON LINEAIRE

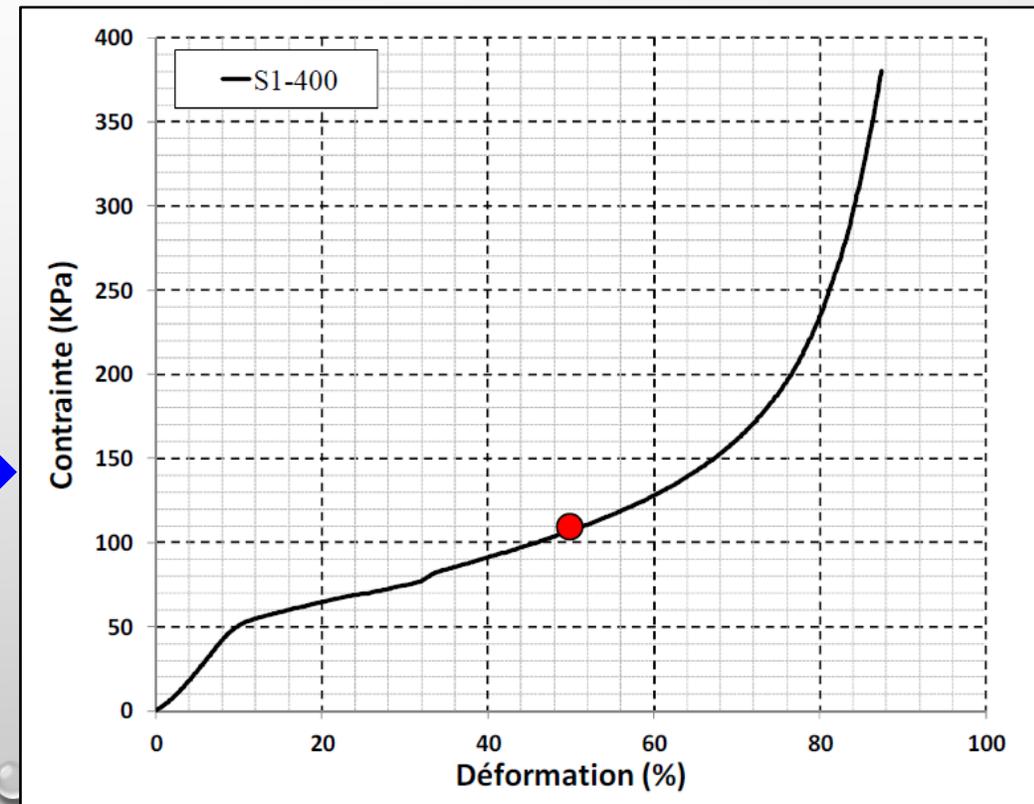
CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET MÉCANIQUES DU **POLYSTYRÈNE**

| POLYSTYRÈNE | | | | |
|--------------|--------------|----------------|---------|-----------------------------|
| Plaque | | | E (KPa) | ρ (kg/m ³) |
| Hauteur (cm) | Largeur (cm) | Épaisseur (cm) | 1000 | 14 |
| 136 | 20 | 200 | | |



ESSAI SUR PLAQUE RECTANGULAIRE

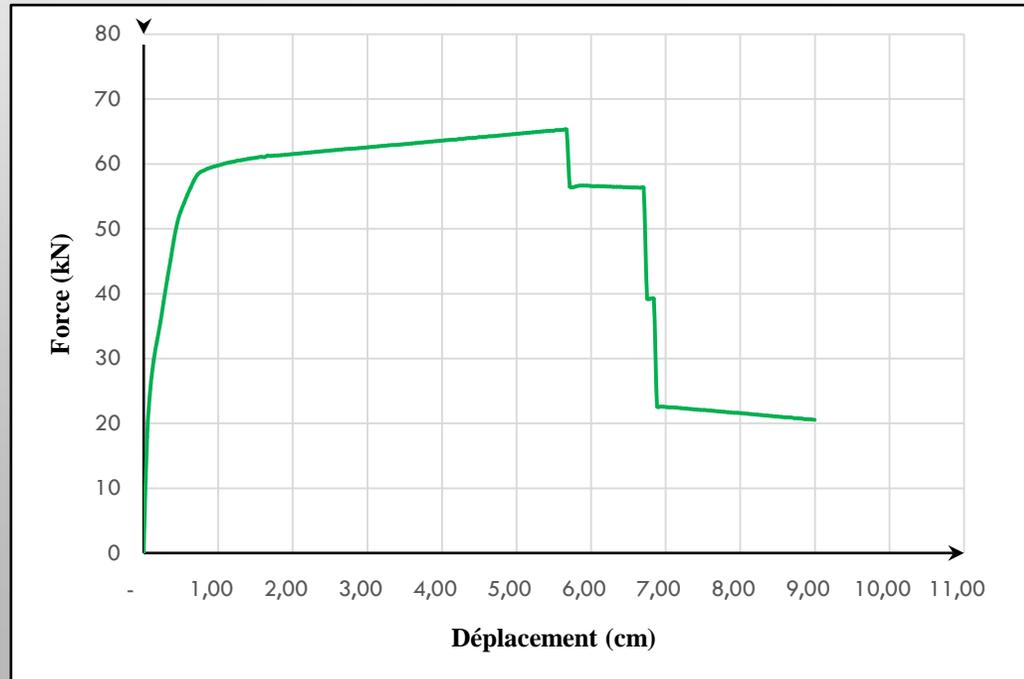
Exemple de loi de comportement de **plaque** de polystyrène (**Laboratoire du CGS**)



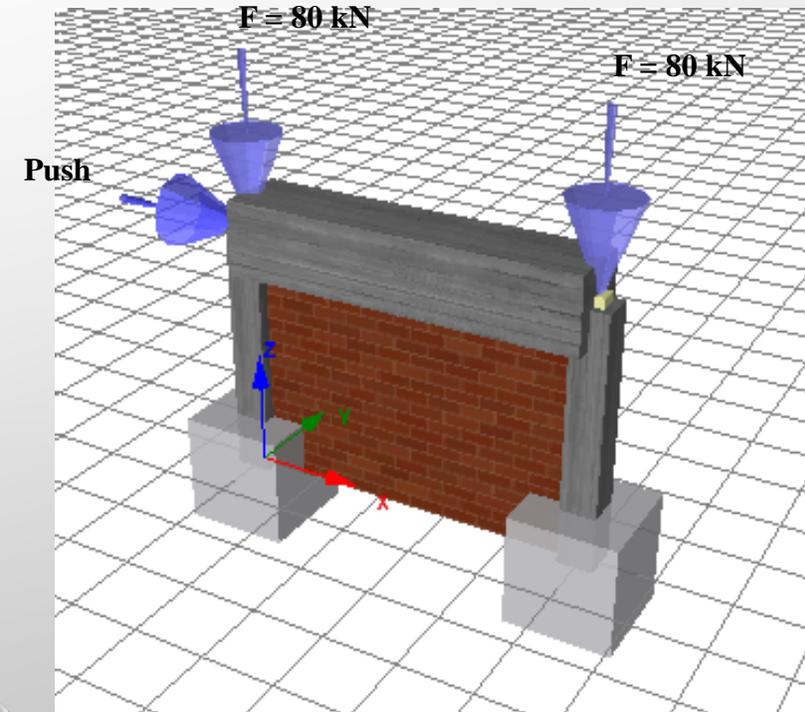
MODÉLISATION NUMÉRIQUE

ANALYSE STATIQUE NON LINEAIRE

- ❑ Portique en BA avec remplissage en maçonnerie par introduction de plaques en polystyrène
- ❑ Analyse statique non linéaire.
- ❑ Force limite > 60 kN.
- ❑ Déplacement limite ≈ 7 cm.
- ❑ Constance de Ductilité.



Modèle N° 3 (Push over)

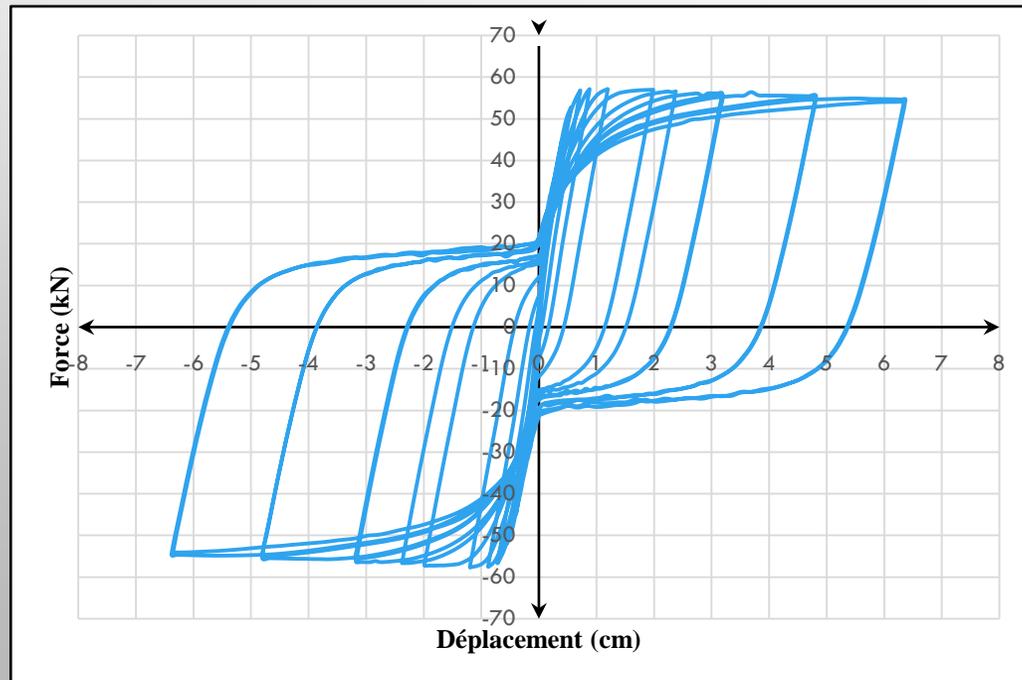




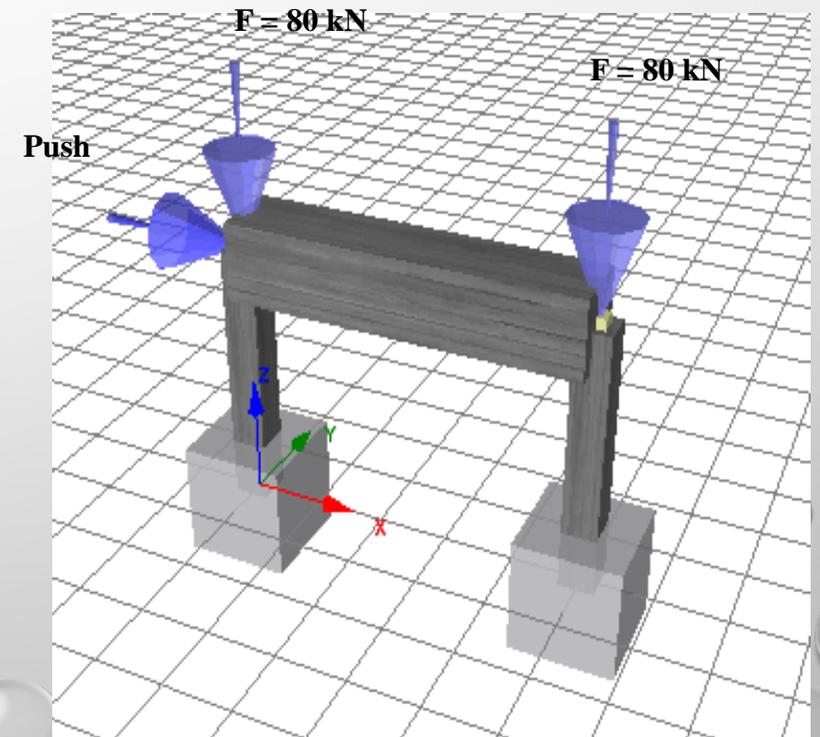
MODÉLISATION NUMÉRIQUE

CHARGEMENT CYCLIQUE

- ❑ Portique en BA **Vide** (Sans remplissage en maçonnerie).
- ❑ Analyse statique non linéaire sous chargement cyclique.
- ❑ Force limite \approx **60 kN**.
- ❑ Déplacement limite \approx **6.5 cm**.



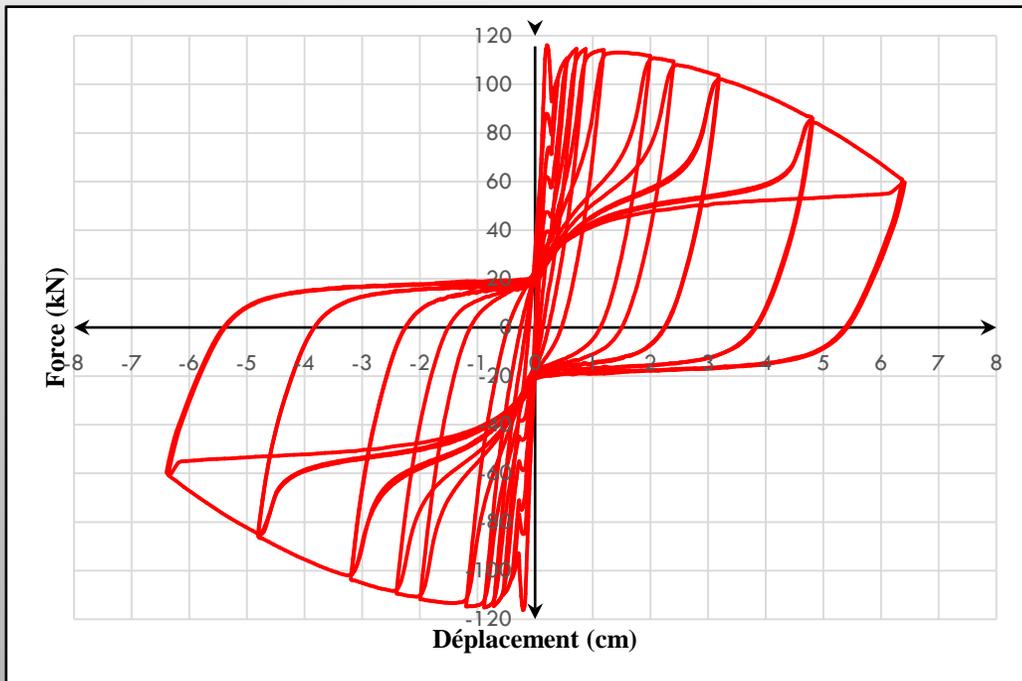
Modèle N° 1



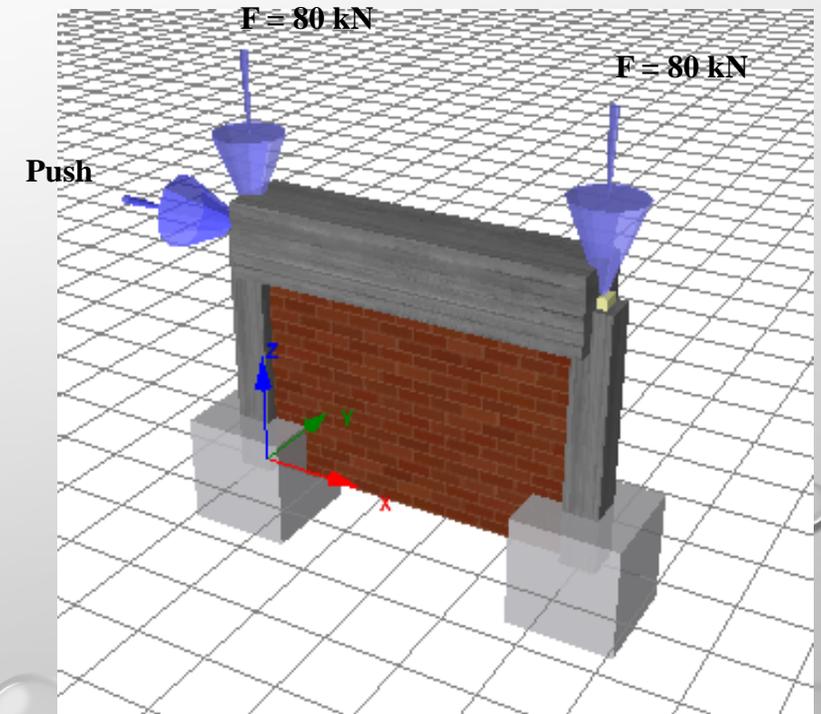
MODÉLISATION NUMÉRIQUE

CHARGEMENT CYCLIQUE

- ❑ Portique en BA **avec remplissage en maçonnerie**.
- ❑ Analyse statique non linéaire sous chargement cyclique.
- ❑ Force limite \approx **120 kN**.
- ❑ Déplacement limite \approx **6.5 cm**.
- ❑ Perte de **Ductilité**



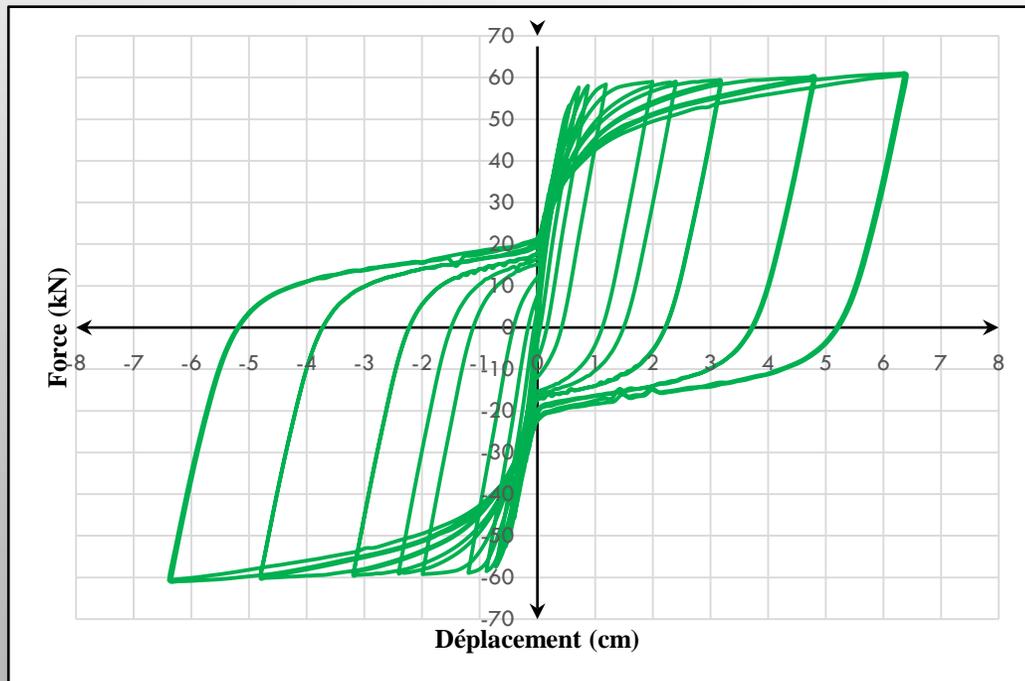
Modèle N° 2



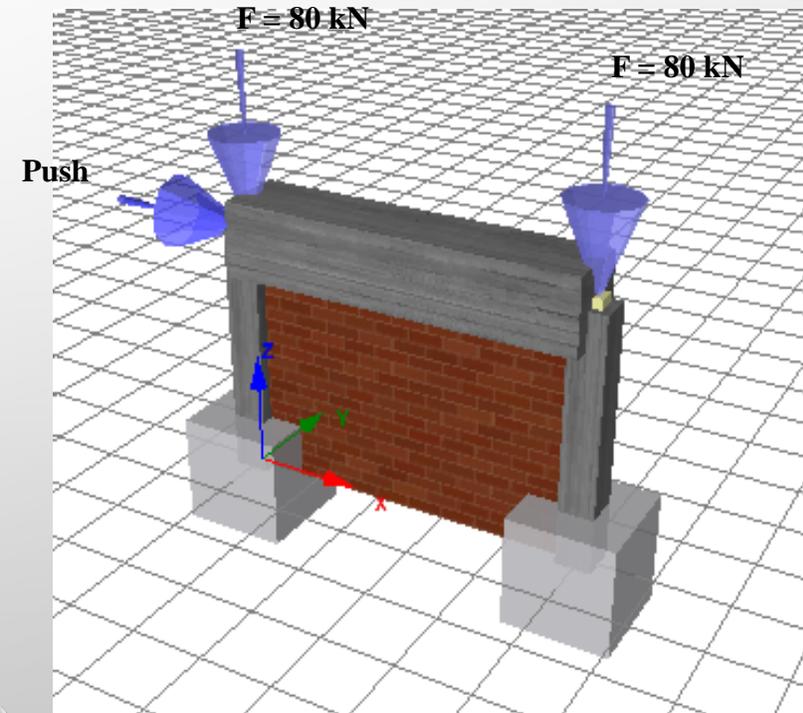
MODÉLISATION NUMÉRIQUE

CHARGEMENT CYCLIQUE

- ❑ Portique en BA **avec remplissage en maçonnerie** par introduction de plaques en polystyrène
- ❑ Analyse statique non linéaire sous chargement cyclique.
- ❑ Force limite ≈ 60 kN.
- ❑ Déplacement limite ≈ 6.5 cm.



Modèle N° 3



CONCLUSION

- ❑ L'**interaction** portiques-maçonnerie de remplissage peut causer de sérieux **dommages** dans les éléments structuraux où dans les murs de remplissage lorsque la structure est trop rigide par rapport à ces derniers.
- ❑ Cette d'interaction est dû à plusieurs causes pendant les phases de **réalisation** d'un ouvrage, comme pour la phase de **conception (Modélisation)**.
- ❑ L'introduction d'un **matériau dissipateur d'énergie** permettra à l'ossature de **préserver son comportement** prévu dans la phase de conception notamment la **ductilité** des portiques en BA
- ❑ A travers l'analyse numérique il est recommandé d'installer des matériaux dissipateur d'énergie entre les ossatures en béton armé et la maçonnerie de remplissage. Le **choix du matériau** est important afin d'avoir une **connexion souple**.
- ❑ Les **résultats** trouvés par **l'analyse numérique** seront validés par des **essais expérimentaux** qui feront l'objet de la troisième et dernière phase du présent projet de recherche.

MERCI POUR

VOTRE ATTENTION

