

Modélisation des dissipations dans la réponse sismique des structures

C. Chambreuil¹, C. Giry^{2,3}, F. Ragueneau^{2,3}, H. Rostagni^{1,3}

école
normale
supérieure
paris-saclay
UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY

eop
ENGINEERING
SCHOOL

1925 - 2025

LMPS

Laboratoire
de Mécanique
Paris-Saclay

CentraleSupélec

CNRS

¹ École Normale Supérieure Paris-Saclay, Département Génie Civil et Environnement, Gif-sur-Yvette, France

² EPF École d'Ingénieurs, Cachan, France

³ Université Paris-Saclay, CentraleSupélec, CNRS, ENS Paris-Saclay, Laboratoire de Mécanique Paris-Saclay (LMPS), Gif-sur-Yvette, France

Contexte

Le comportement d'une structure sous chargement sismique est fortement lié à sa capacité à dissiper l'énergie sismique.

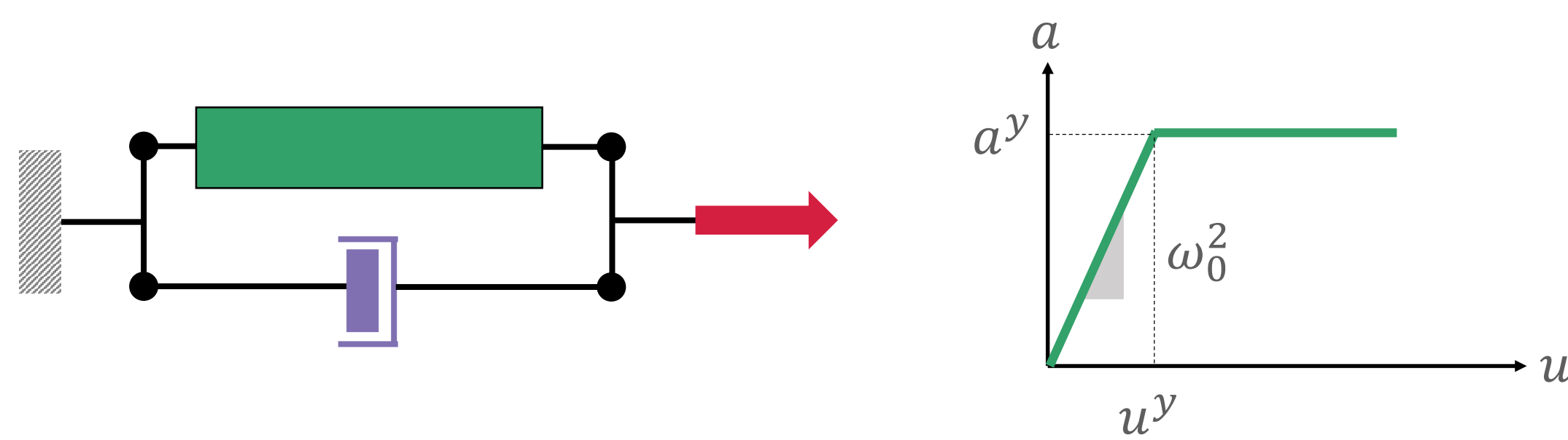
Numériquement, différentes sources de dissipations peuvent être considérées dans les modèles : (i) des **dissipations hystérétiques** à l'échelle du matériau, (ii) des **dissipations visqueuses** à l'échelle de la structure.

Définition des énergies à l'échelle de la structure

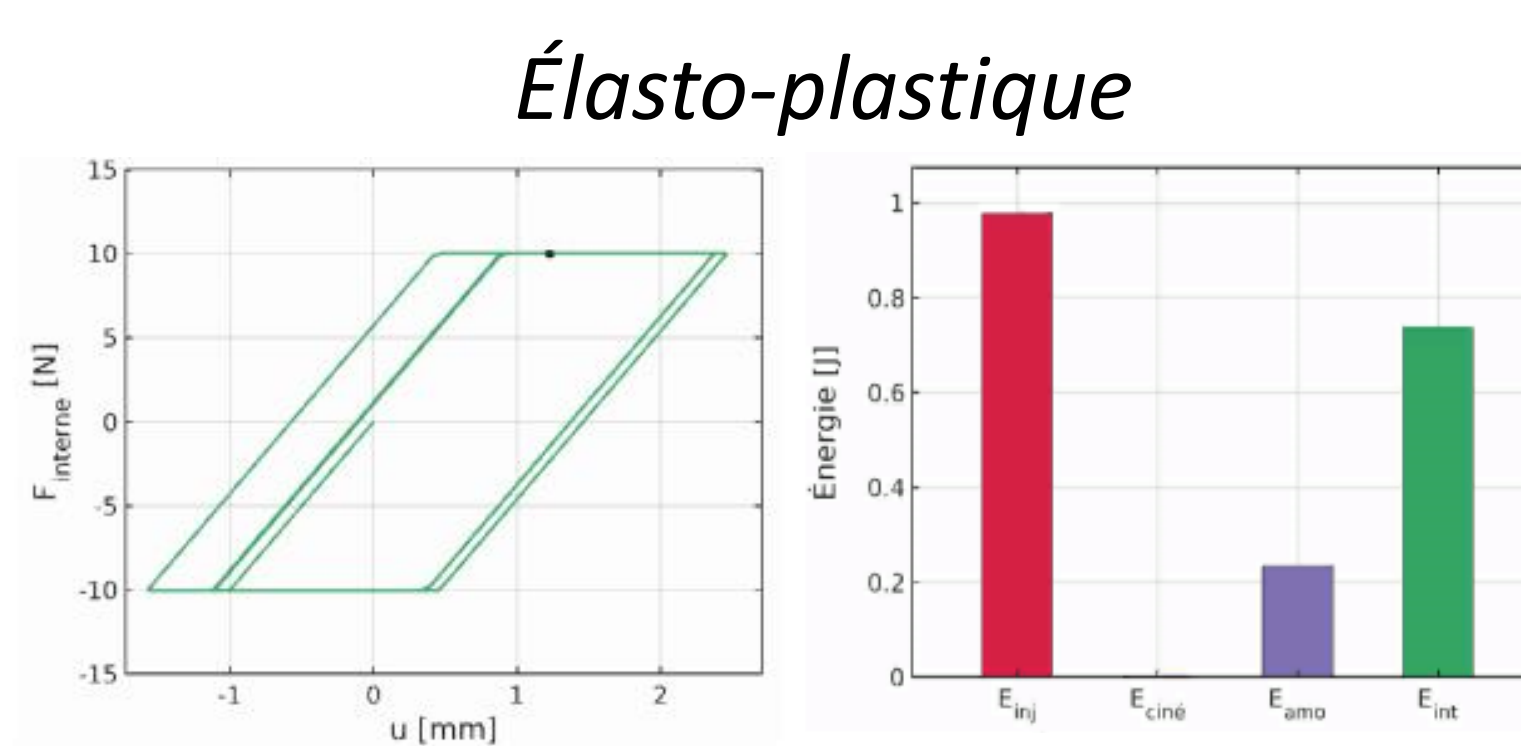
À l'échelle de la structure, l'équation de la dynamique intégrée donne le bilan énergétique

$$E_{\text{cinétique}} + E_{\text{amortissement}} + E_{\text{interne}} = E_{\text{injectée}}$$

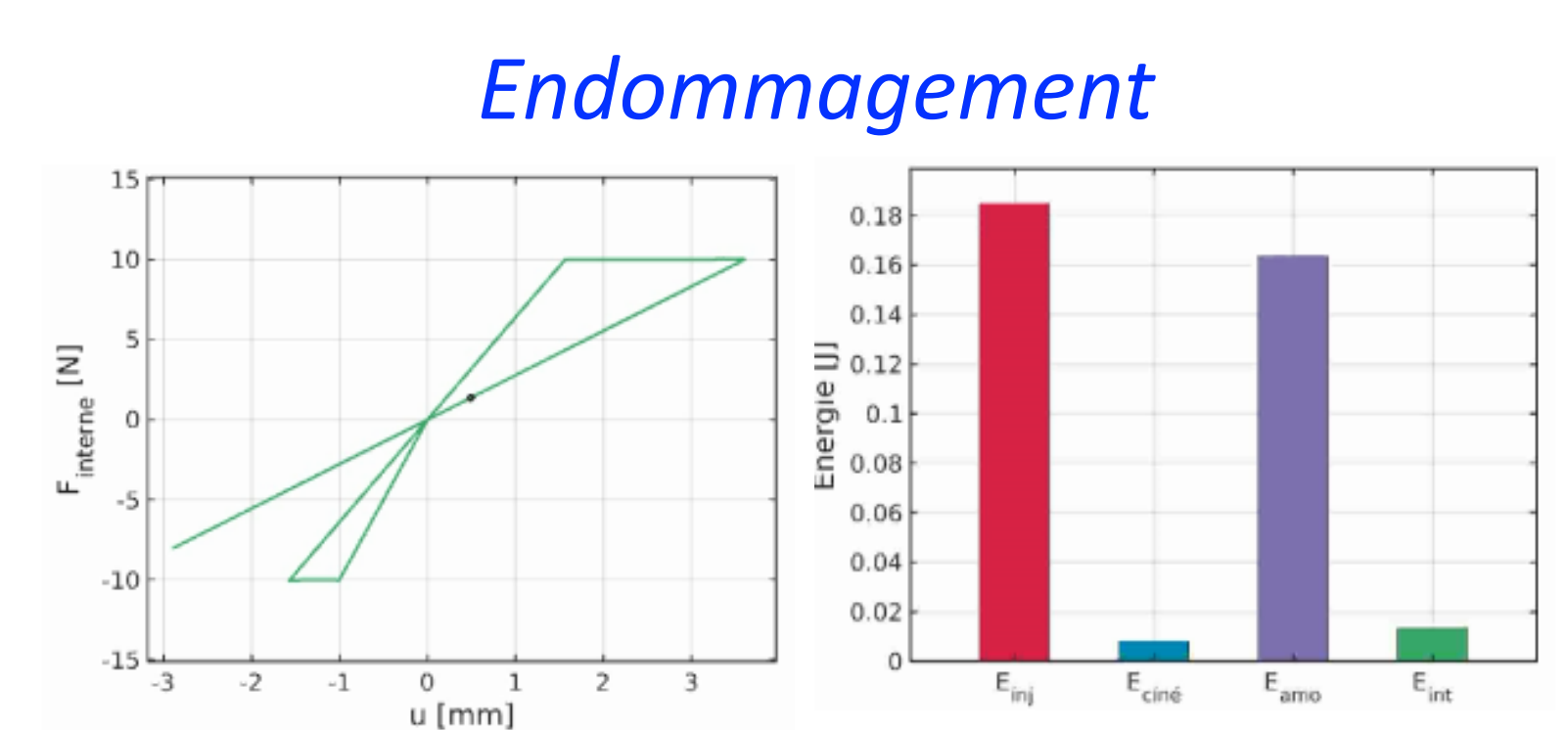
La répartition des énergies dissipées dépend du modèle matériau considéré :



Modèle d'oscillateur simple non linéaire



Élasto-plastique

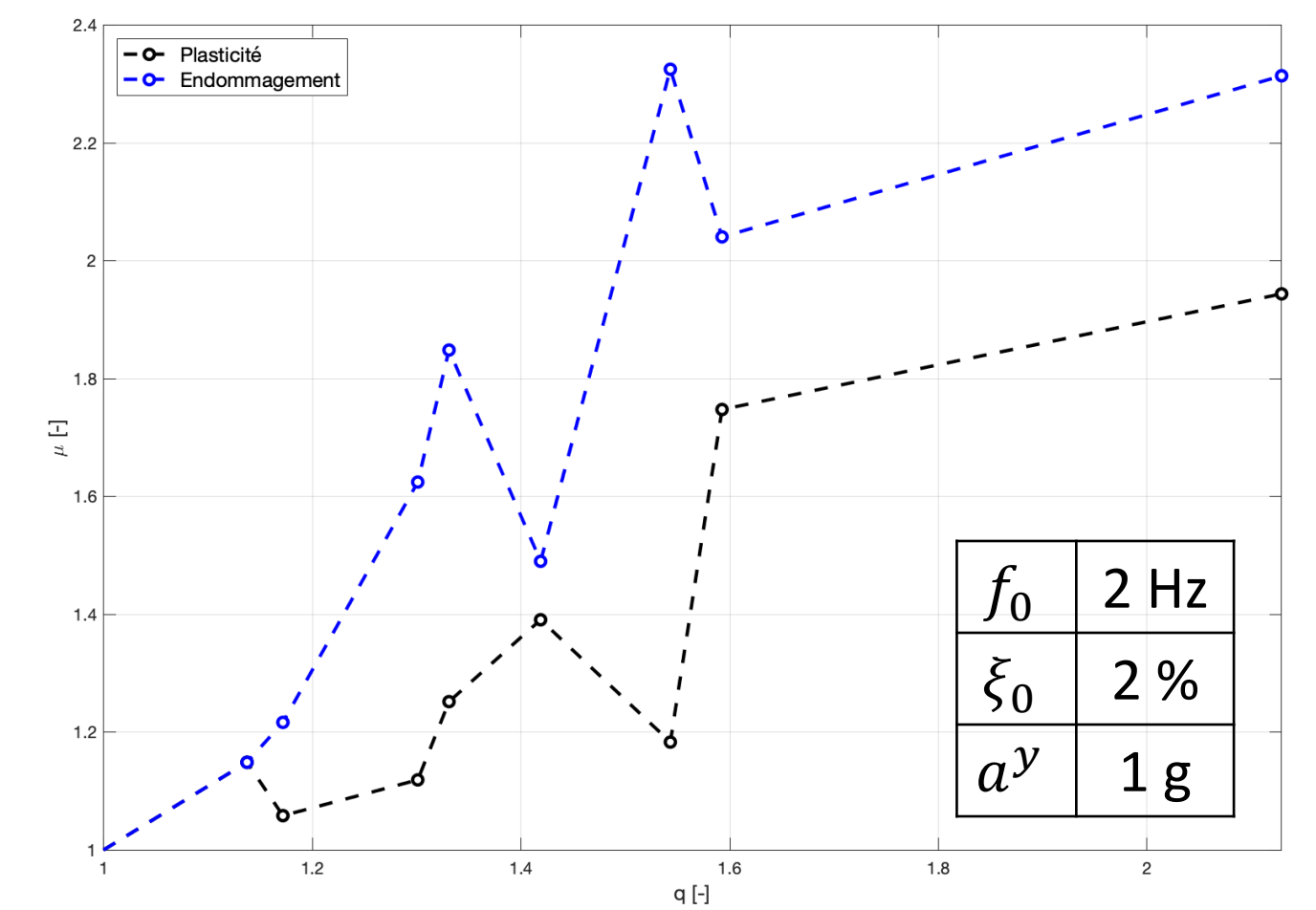
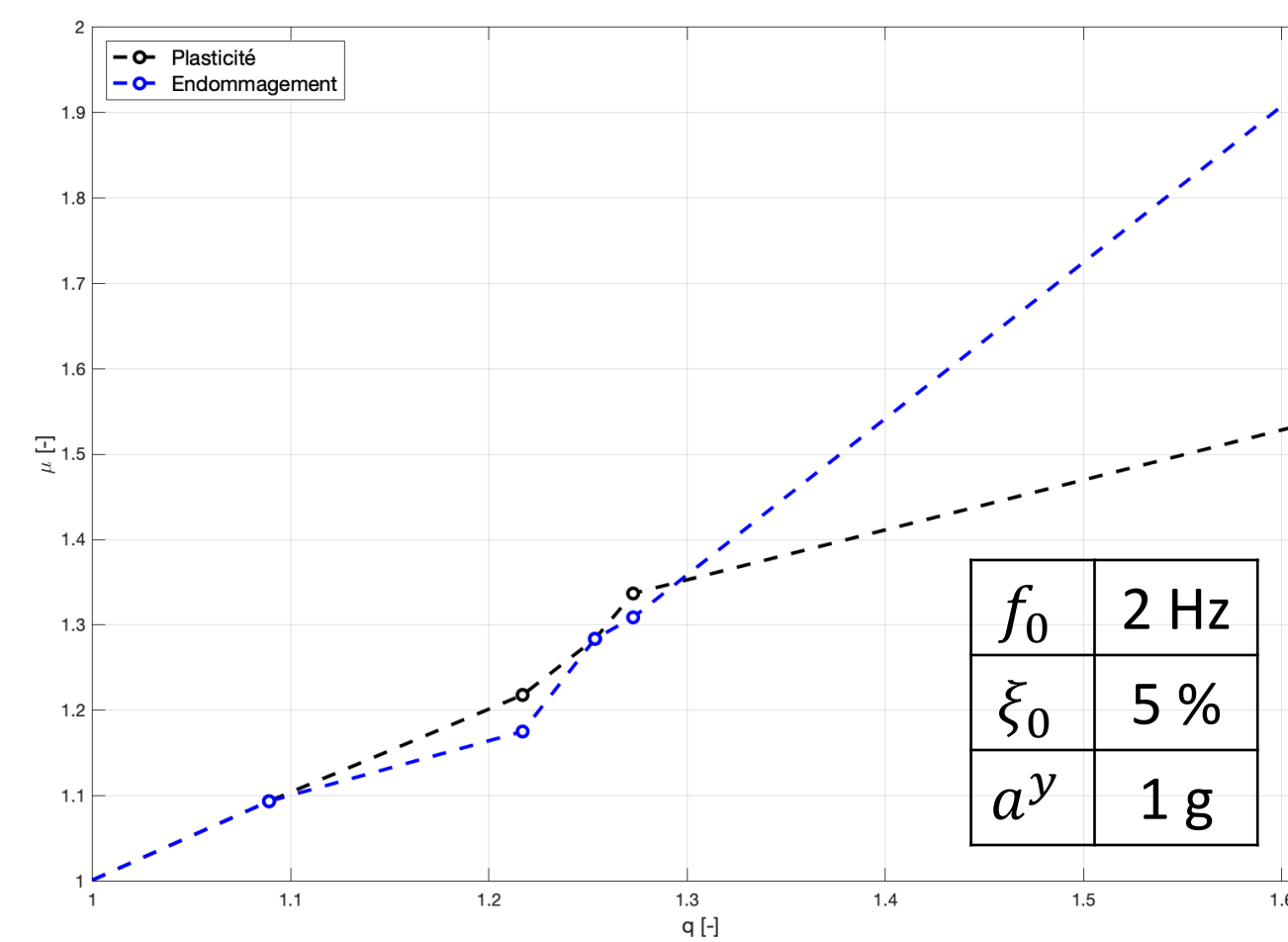
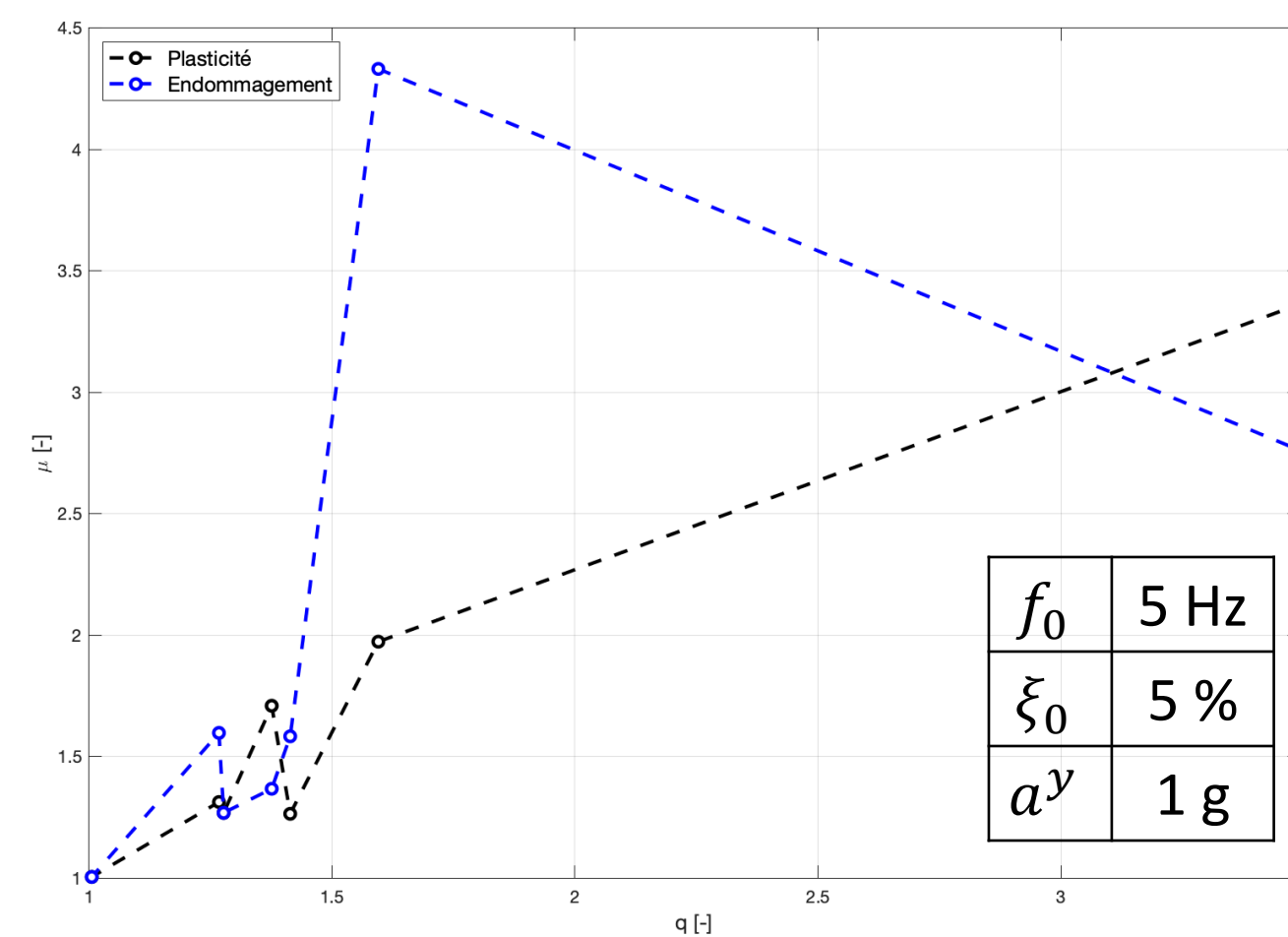
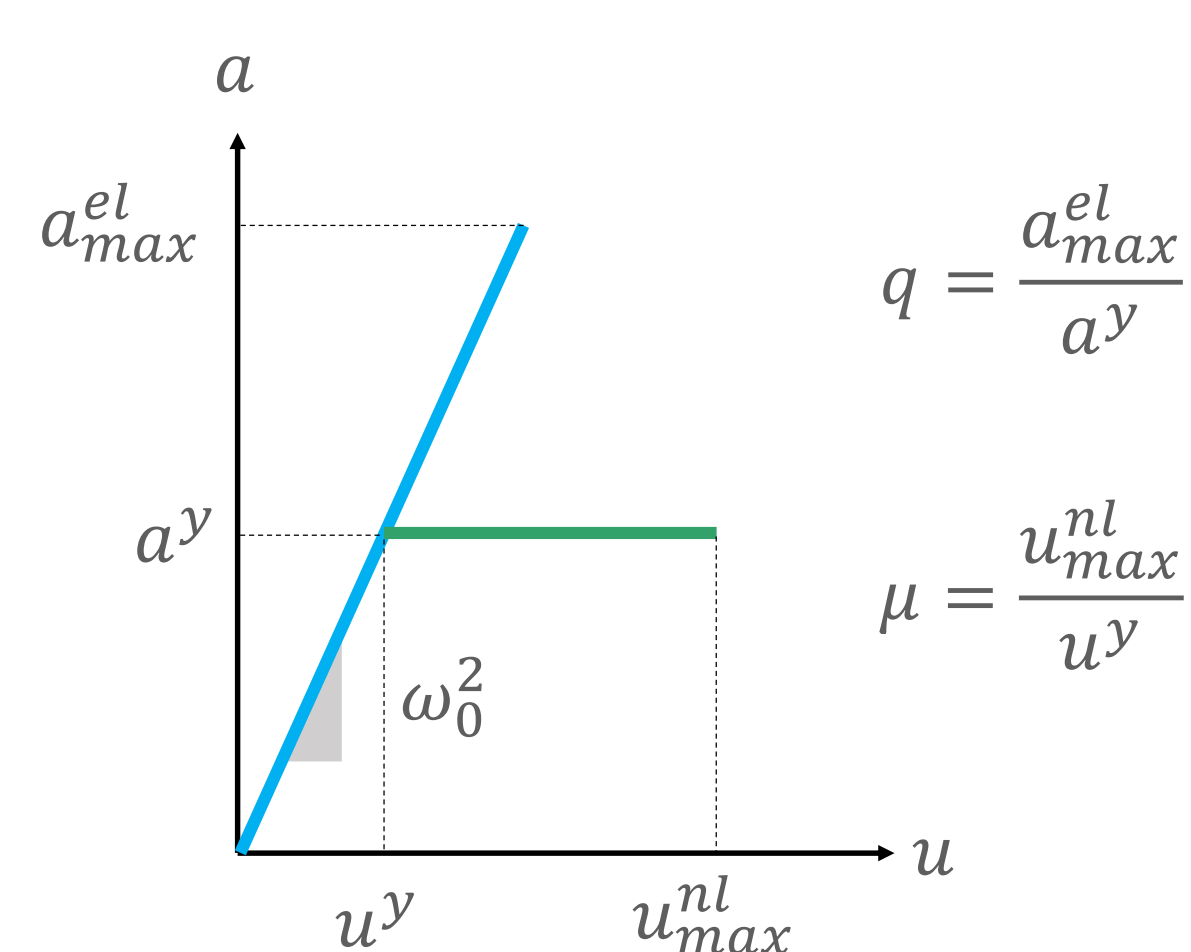


Endommagement

Influence des mécanismes dissipatifs sur les indicateurs de la réponse sismique

On retranscrit forfaitairement le niveau de non linéarité observée par la structure avec la **ductilité** μ et le **coefficient de comportement** q .

Les indicateurs de la réponse sismique sont sensibles au type de non linéarité.

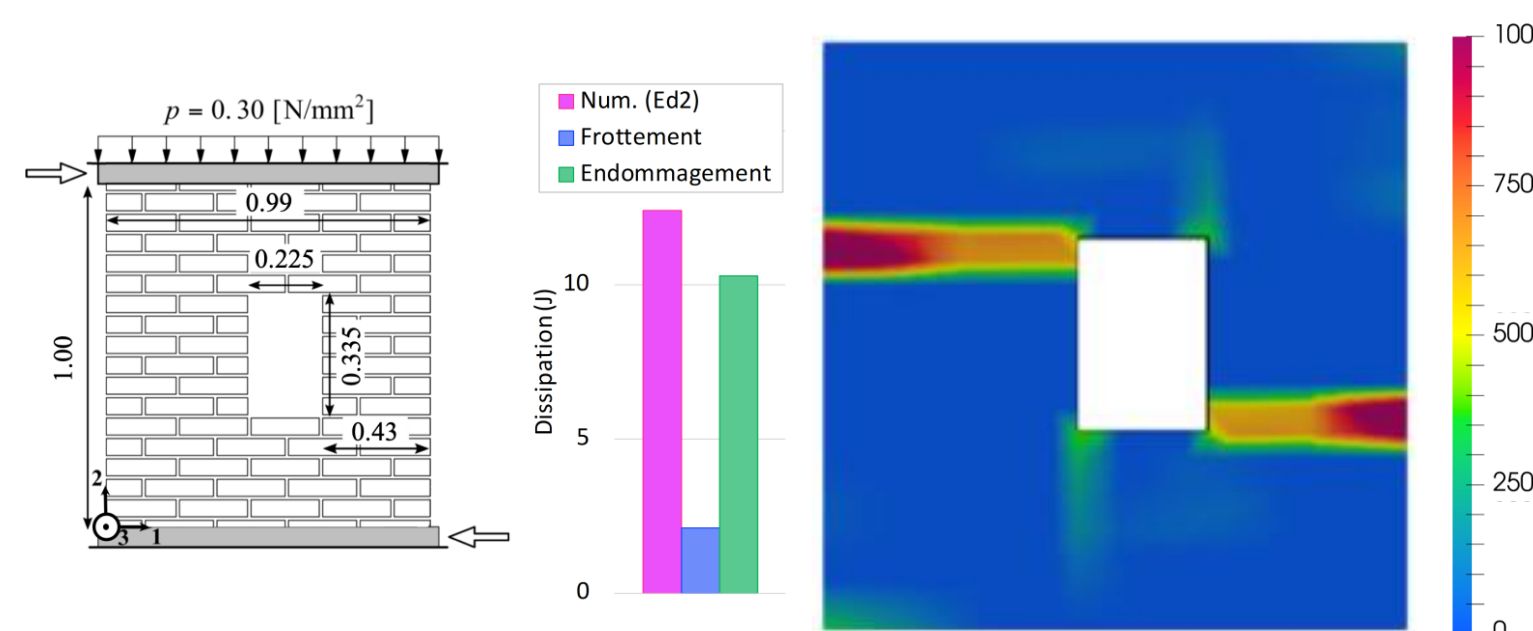


Modèle maçonnerie [1,2]

Mécanismes représentés :

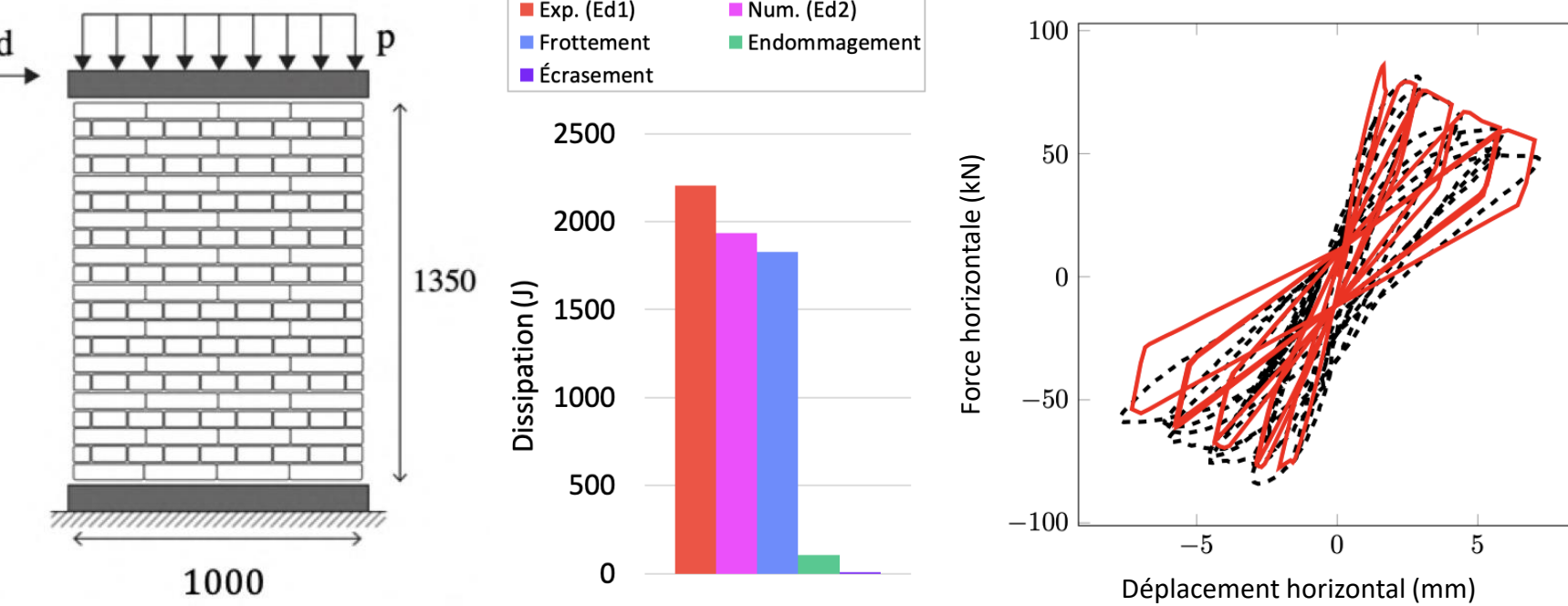
- Endommagement
- Frottement
- Asymétrie traction/compression
- Effet unilatéral
- Écrasement des blocs

Essai Vermelfoort (monotone) [3]



Essai Anthoine (cyclique) [4]

Estimation des dissipations :

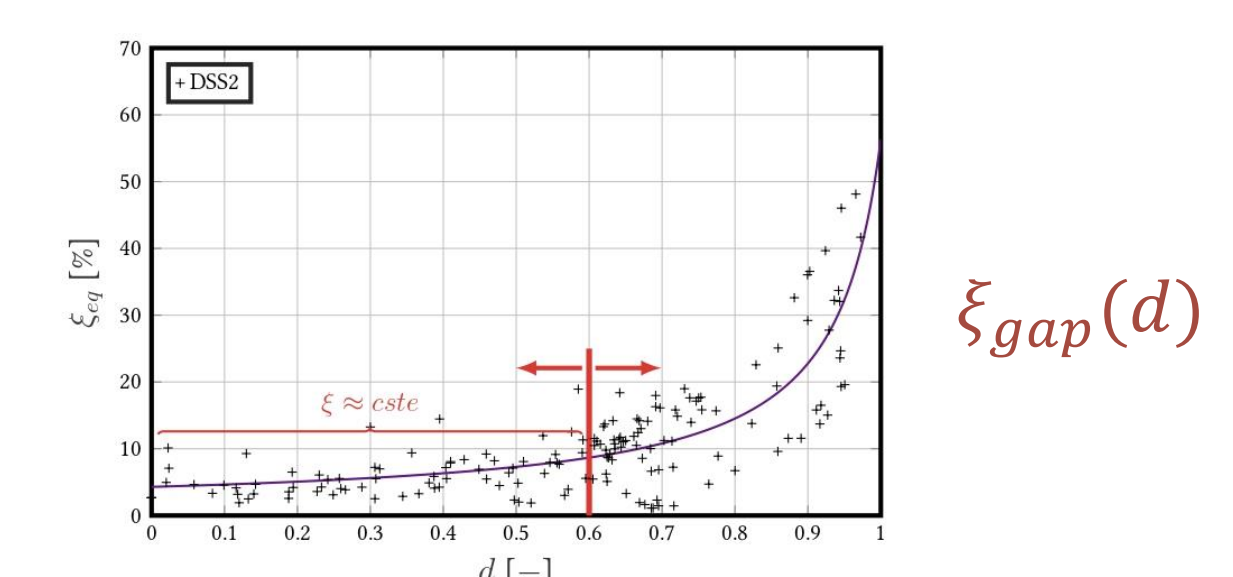


Modèle d'amortissement [5]

Les modèles de comportement non linéaires arrivent à décrire les dissipations en chargement cyclique. Pour des réponses sismiques, une dissipation complémentaire peut être observée.

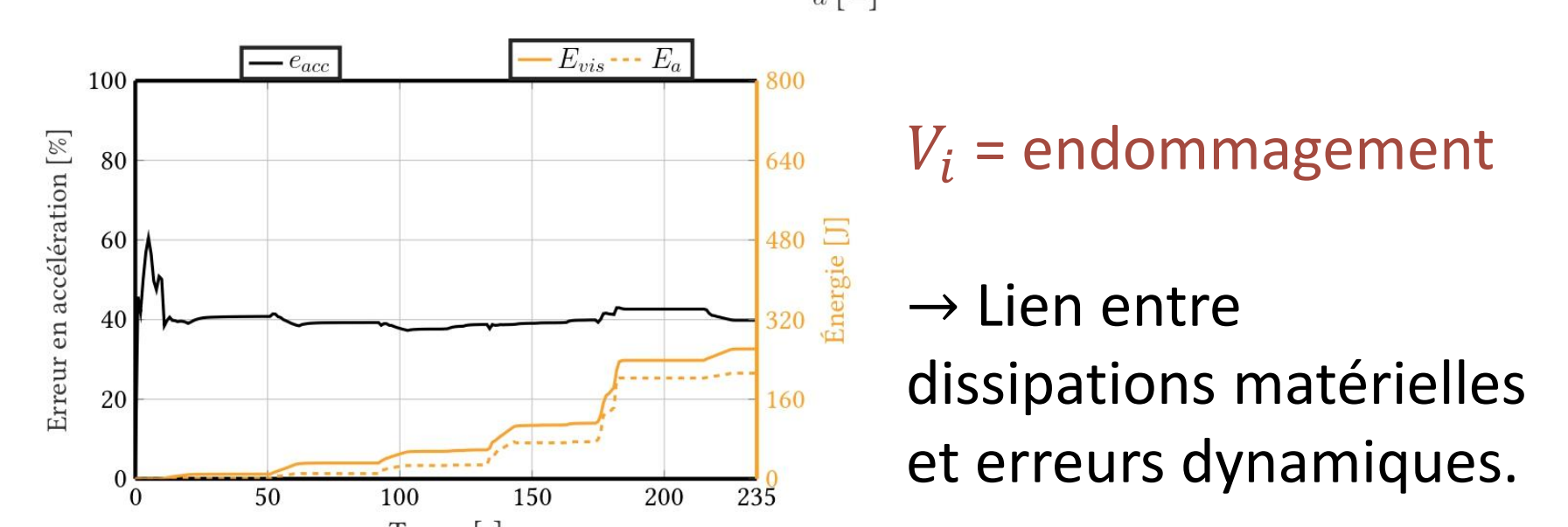
Modèle d'actualisation

de l'amortissement : $\xi = \xi_0 + \xi_{gap}(V_i)$



Modèle d'amortissement

global : $\mathbb{C} = f_{V_i}^{\xi}(V_i)\mathbb{K} + \beta\mathbb{M}$



Conclusions et perspectives

On observe une dépendance de la réponse sismique au travers du bilan énergétique au type de mécanismes non linéaires. Cette dépendance induit une identification d'indicateurs de la réponse sismique utilisé pour les calculs simplifiés dépendante du modèle choisi. Il est donc nécessaire de représenter au mieux les mécanismes en jeu et leur évolution.

Un modèle de comportement récemment développé pour la maçonnerie [1,2] permet de reproduire les dissipations et les couplages entre mécanismes pour des chargements monotones et cycliques avec une identification des dissipations par mécanisme.

D'observations sur des structures composées de matériaux quasi-fragiles, le calcul de la réponse sismique nécessite d'introduire des dissipations complémentaires non observées en chargement quasi-statique. En perspective, une stratégie couplant modèle non linéaire et modèle d'actualisation de l'amortissement [5].

Références

- [1] Tisserand, P. J., Rostagni, H., Giry, C., Nguyen, T. T. H., Desmorat, R., & Ragueneau, F. (2022). An orthotropic damage model with internal sliding and friction for masonry-like material. *Engineering Fracture Mechanics*, 267, 108397.
- [2] Rostagni, H., Giry, C., & Ragueneau, F. (2025). A dissipative orthotropic non-local approach for objective modelling of masonry structures. *Computers and Structures*, 315, 107802.
- [3] Vermelfoort, A. T., Rajmakers, T., & Janssen, H. J. M. (1993). Shear tests on masonry walls. In *6th North American Masonry Conference*, 6-9 June 1993, Philadelphia, Pennsylvania, USA (pp. 1183-1193). Technomic Publ. Co..
- [4] Anthoine, A., Magonette, G., & Magenes, G. (1995, August). Shear-compression testing and analysis of brick masonry walls. In *Proceedings of the 10th European conference on earthquake engineering* (Vol. 3, pp. 1657-1662). Duma.
- [5] Chambreuil, C., Giry, C., Ragueneau, F., & Léger, P. (2023). Identification methods of material-based damping for cracked reinforced concrete beam models. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 52(7), 2156-2178.



JOURNEES NATIONALES
MAÇONNERIE

5ème édition - Bordeaux

12 et 13 Juin 2025

