

Contrôles modaux semi-actif et hybride, autonomes ou à faible consommation énergétique

S.Harari⁽¹⁻²⁾, C.Richard⁽²⁾, L. Gaudiller⁽¹⁾

⁽¹⁾ Université de Lyon, LaMCoS, INSA-Lyon, CNRS UMR5259, F-69621, France

⁽²⁾ Université de Lyon, LGEF, INSA-Lyon, F-69621, France

Contexte

Dans le domaine des structures embarquées, les vibrations sont généralement néfastes et doivent être contrôlées efficacement. Lorsque le niveau de performance du contrôle doit être important le contrôle passif ne suffit plus et le contrôle actif est nécessaire. Cependant la percée industrielle de ce type de contrôle dans le domaine du transport est jusqu'ici limitée par la nécessité d'embarquer l'énergie opérative et par le volume et la masse des amplificateurs. La réduction, voire l'élimination, du besoin d'énergie opérative est donc la condition d'expansion des techniques actives dans le domaine du transport dans le champ des vibrations et de la vibroacoustique où les matériaux intelligents tels que les matériaux piézoélectriques offre un potentiel fort de réalisation concrètes. Aussi des méthodes semi-actives développées sur composants piézoélectriques qui utilisent des techniques non linéaires de switching de circuits électriques connectés aux éléments piézoélectriques ont été mises au point mais n'ont été efficaces jusqu'ici que sur une excitation sinusoïdale pure.

Objectif

L'objet de ces recherches est la mise au point d'une part de méthodes de contrôle modales autonomes semi-actives et d'autre part de méthodes modales hybrides minimisant l'énergie opérative d'apport extérieur selon le degré d'efficacité désirée, applicables sur des smart structures souples pour n'importe quel type d'excitation.

Stratégie de contrôle

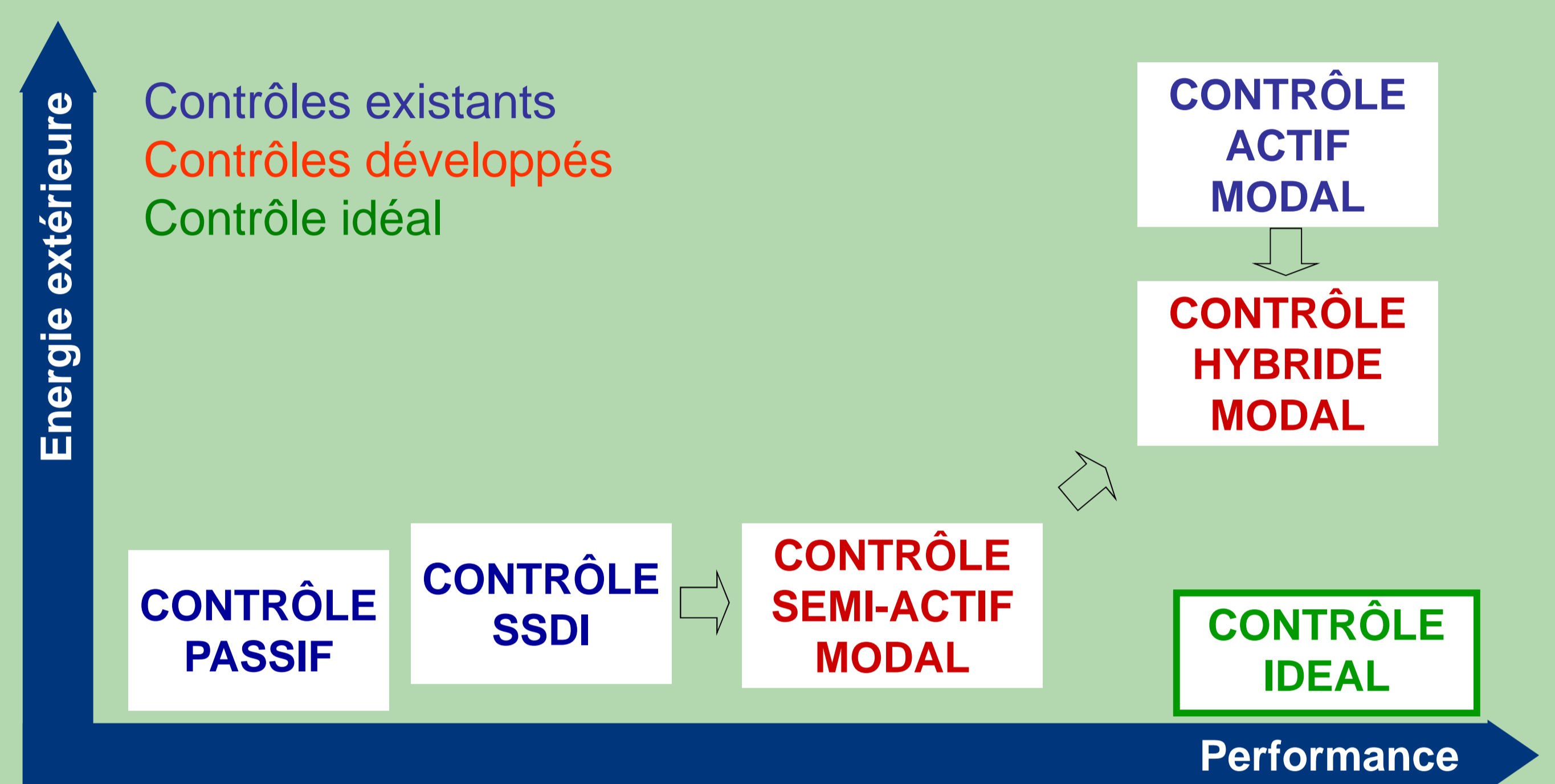
Contrôle modal

- Concentration de l'énergie de contrôle sur les modes ciblés
- Méthode globale permettant de minimiser le nombre de composants piézoélectriques
- Nécessite un modèle modal de la smart structure

Techniques semi-actives de switching (SSDI)

- Méthode non linéaire basée sur l'inversion de la tension des patches piézoélectriques produite par l'énergie cinétique à réduire à l'aide d'un circuit électrique composé d'un switch et d'une inductance
- Énergétiquement autonome (au switch près)
- Bonne efficacité sur l'excitation sinusoïdale d'une fréquence de résonance

Positionnement énergétique



Contrôle semi-actif modal

Basé sur l'approche modale couplée au contrôle semi-actif non linéaire SSDI

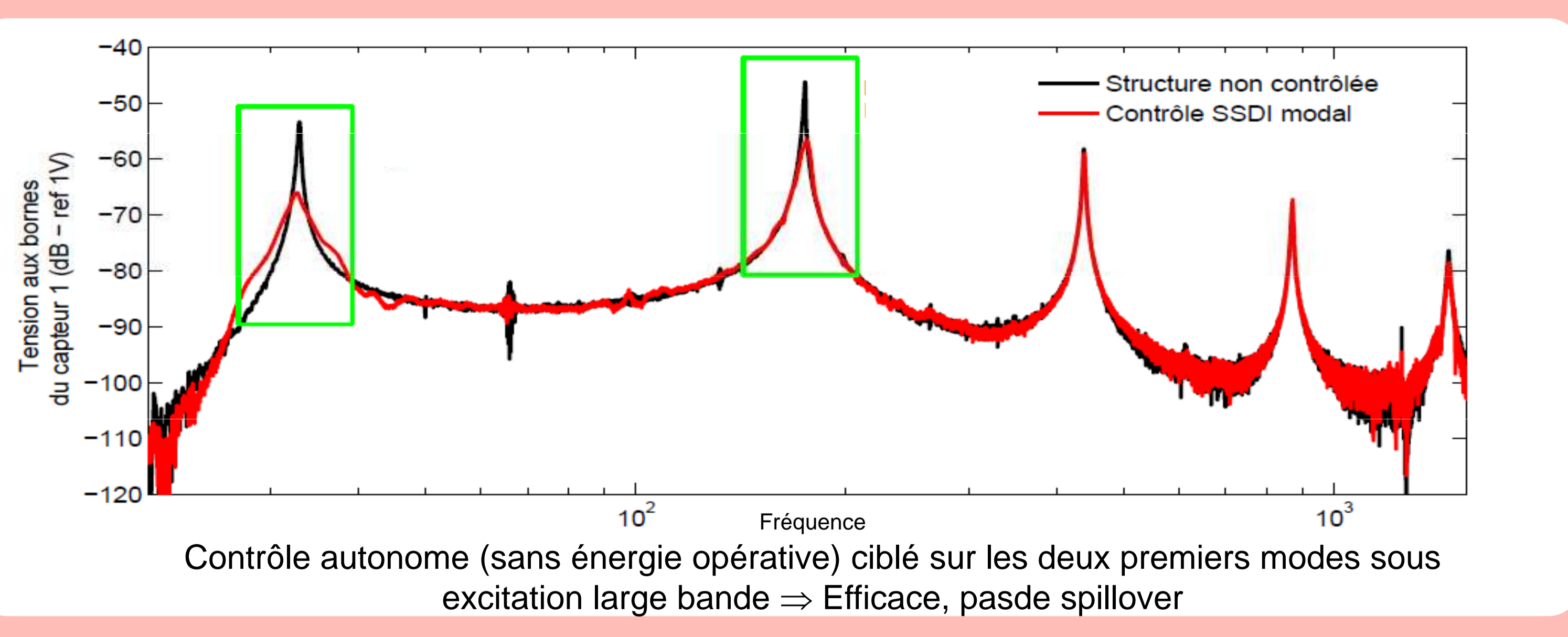
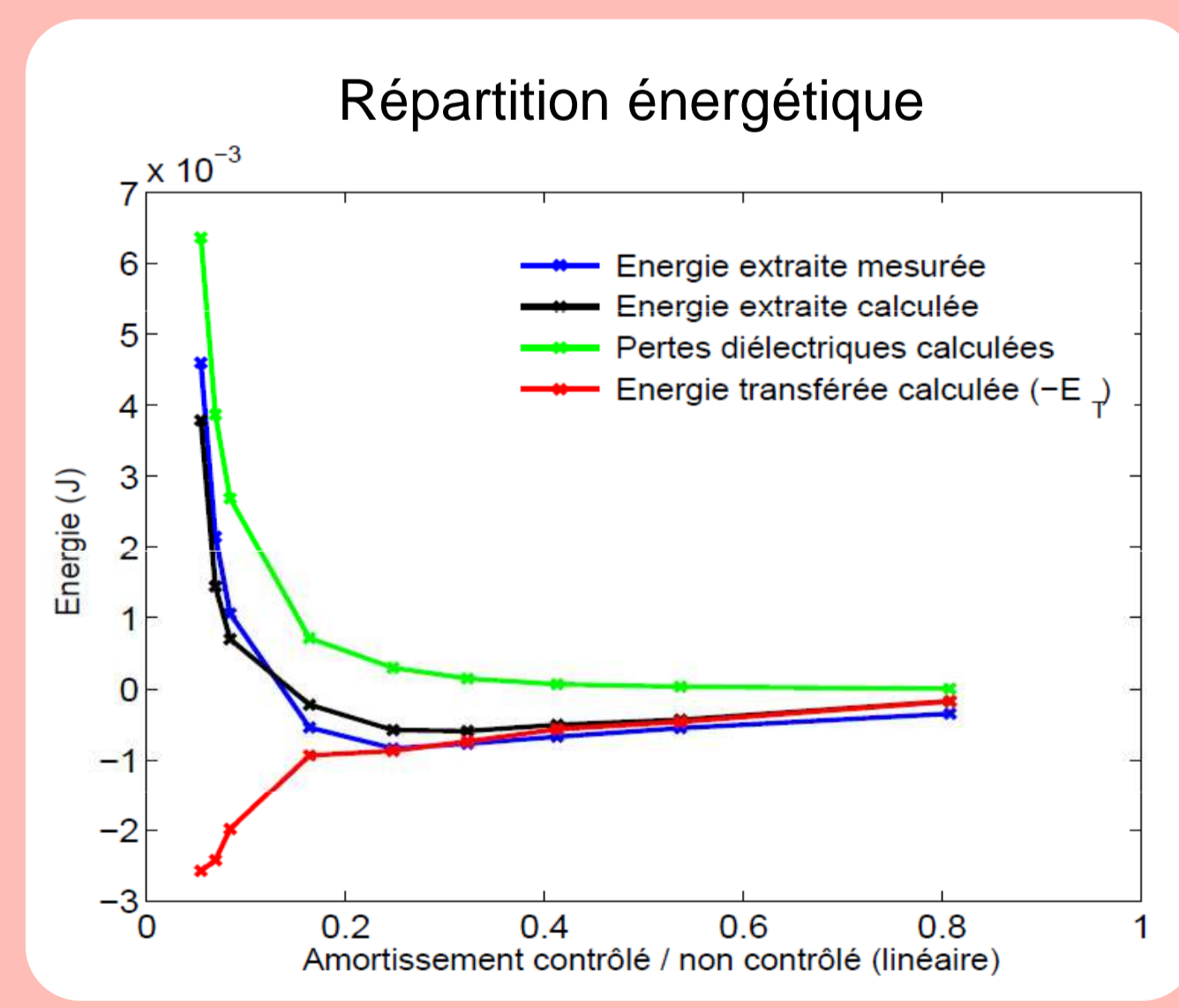
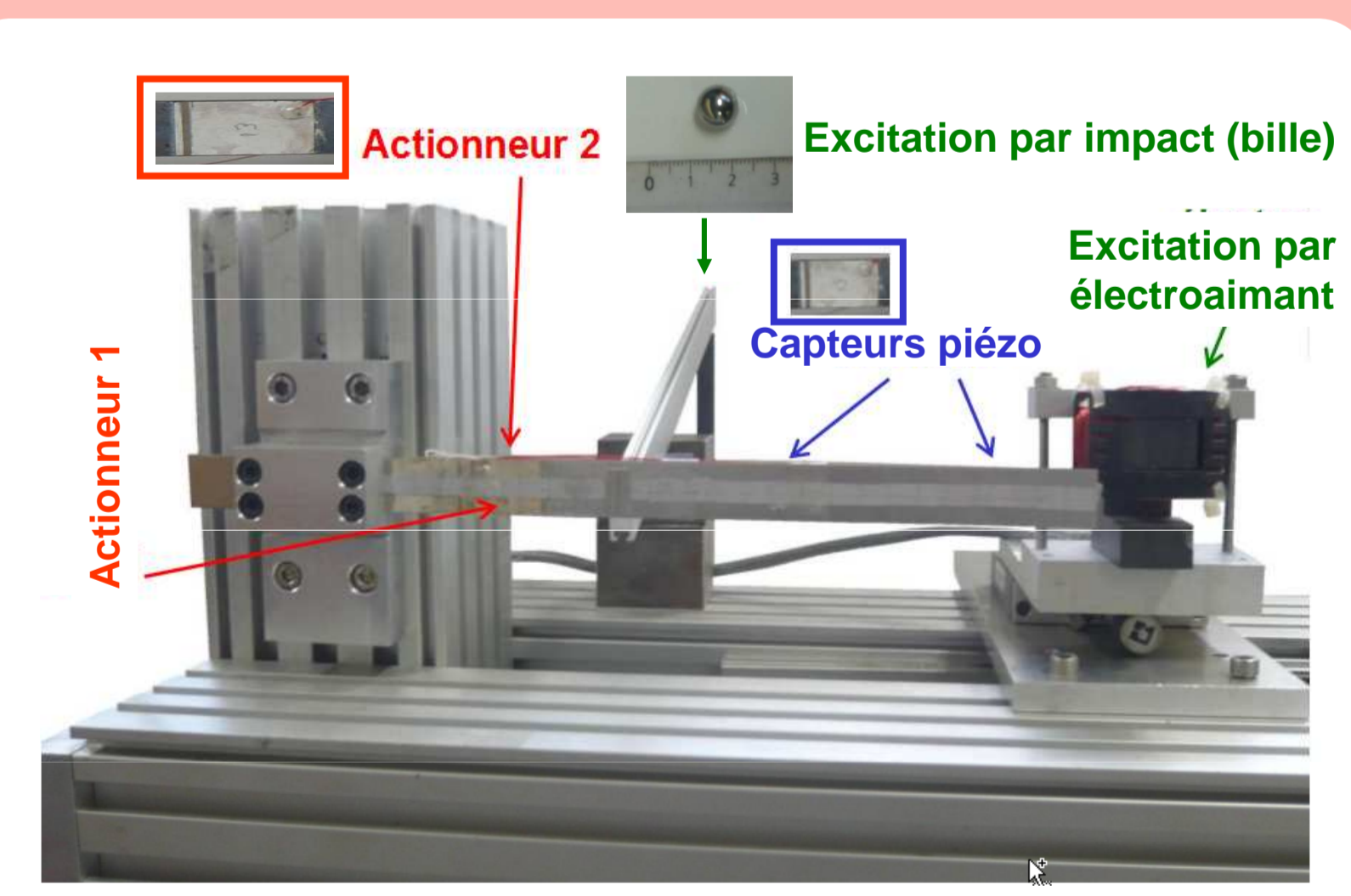
- Efficace dans n'importe quel cas d'excitation, notamment large bande
- Robuste en stabilité comme en performance malgré l'utilisation d'un modèle
- 1 actionneur / mode contrôlé, mais une variante a été développée minimisant le nombre d'actionneur. La technique utilisée est basée sur un contrôle modal en temps réparti (MIMSC)
- Élimination de l'amplificateur lourd et volumineux

Contrôle modal hybride

Hybridation du contrôle actif modal avec le contrôle semi-actif modal non linéaire SSDI

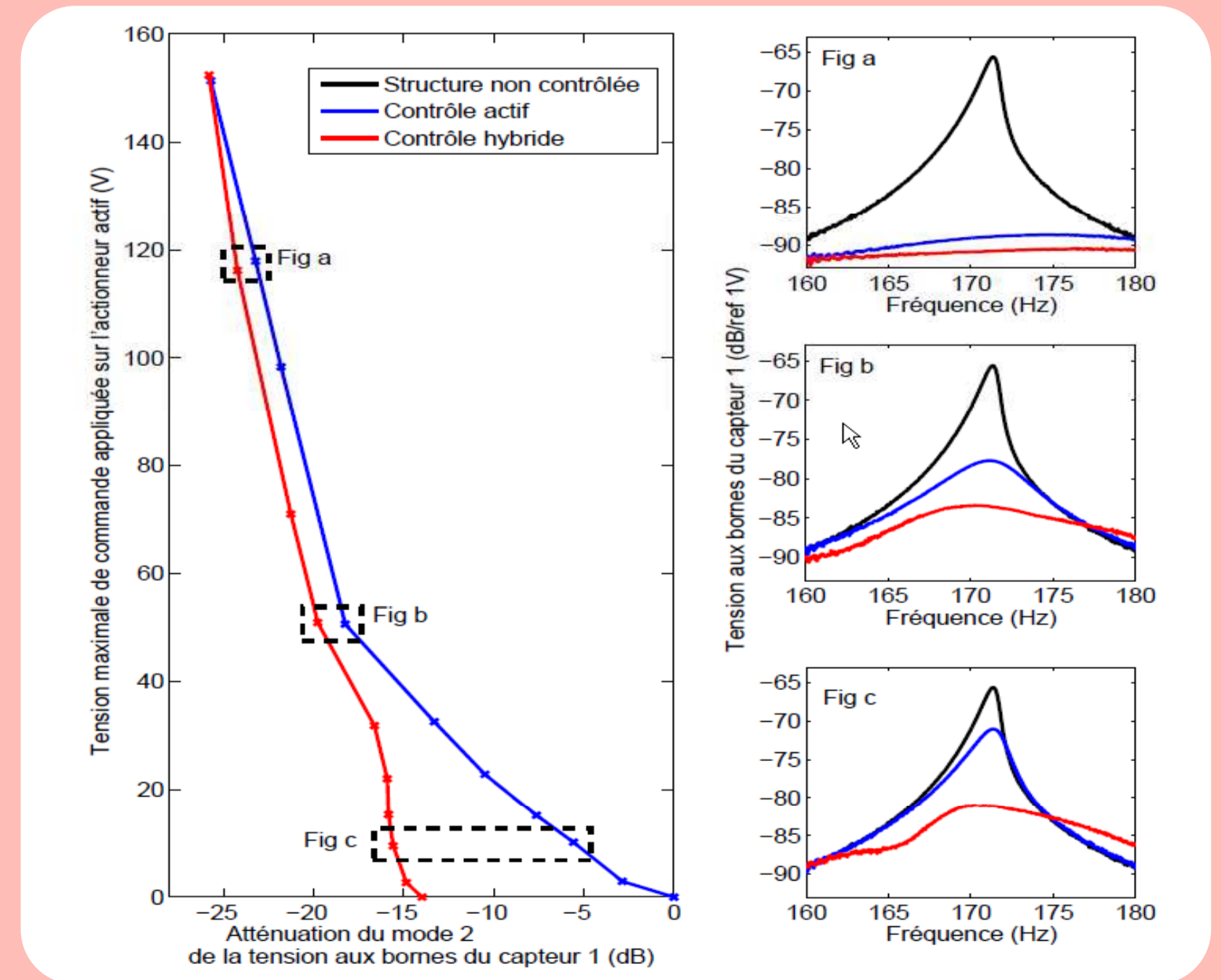
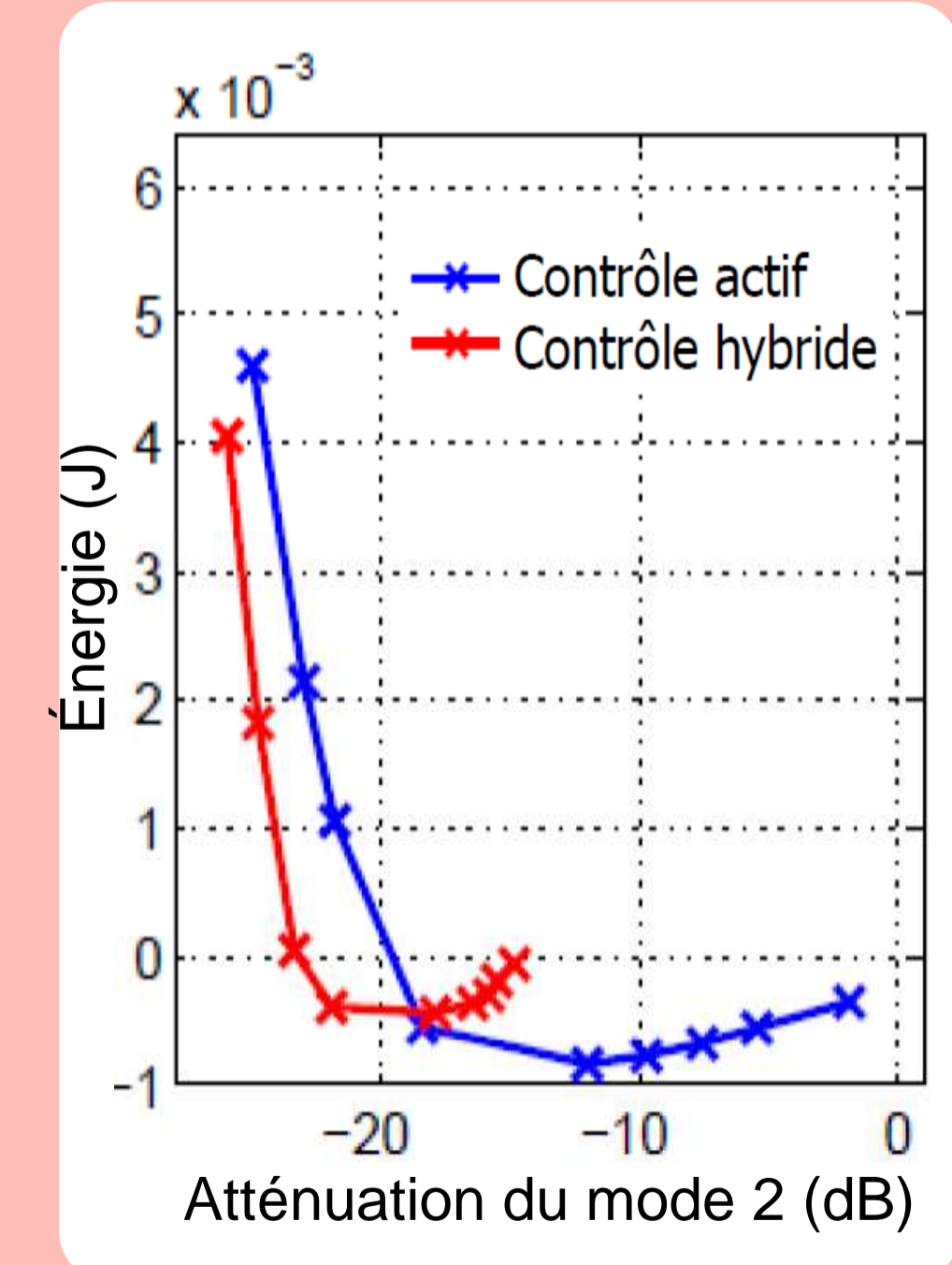
- Les performances jusqu'à celle du contrôle actif modal
- Économie d'énergie induite par l'utilisation du contrôle semi-actif modal sur les modes dominants : beaucoup moins d'énergie opérative par rapport au contrôle actif
- Réduction quasi proportionnelle de l'amplificateur : réduction de volume et de masse embarquée.

Expérimentations



Analyse énergétique

- A performances égales, le contrôle hybride réduit l'énergie opérative de contrôle, la masse et le volume de l'amplificateur
- Contrôle indiqué pour améliorer la durée de vie des systèmes par réduction de l'endommagement modal par exemple tout en permettant une performance très importante.



Contacts

Stephanie.harari@insa-lyon.fr (PhD thesis 2006 - 2009)
 luc.gaudiller@insa-lyon.fr (Prof. PhD Supervisor LaMCoS)
 Claude.richard@insa-lyon.fr (Prof. PhD Supervisor LGEF)