



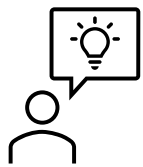
APPLICATION D'UN PUIITS D'ÉNERGIE VIBRATOIRE POUR LA DISSIPATION D'UN MODE DE TORSION DE VÉHICULE

17/10/2024

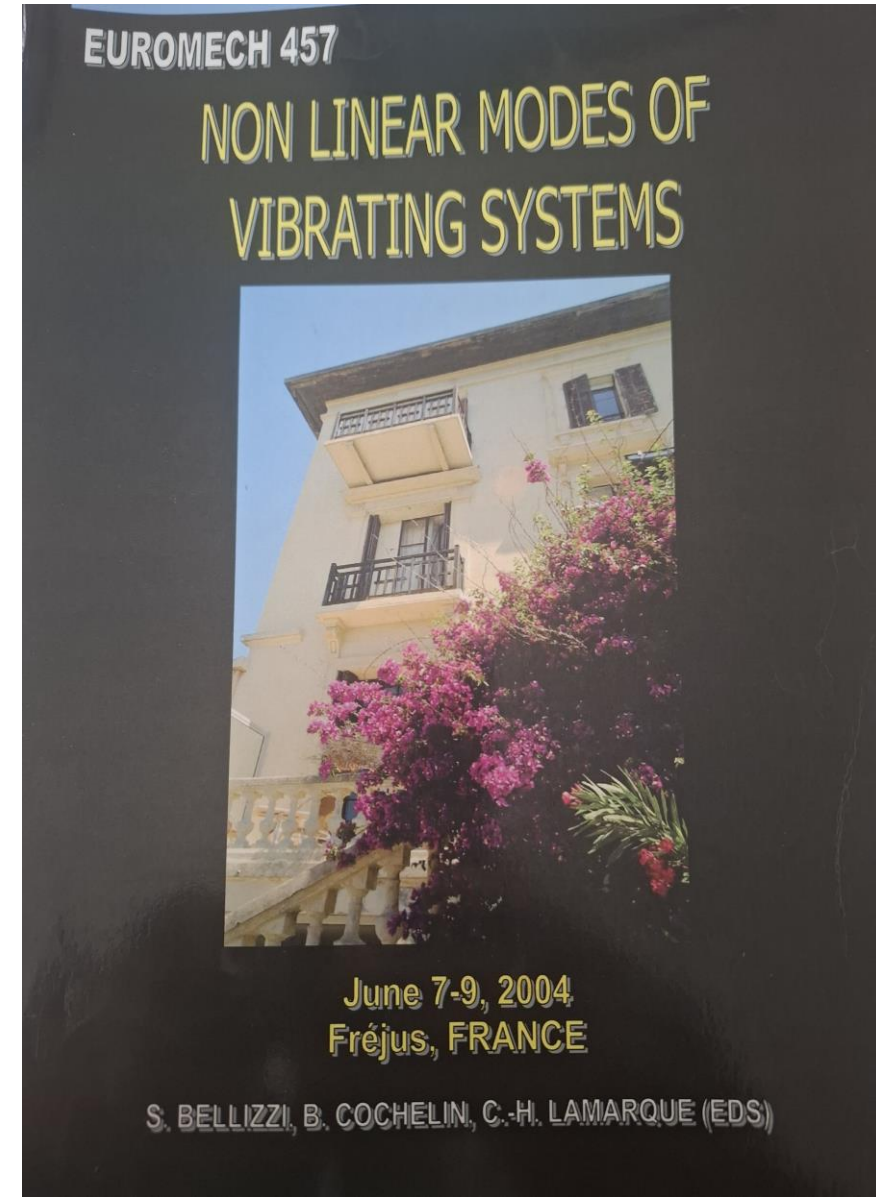
Colloque Euromech 457, Nonlinear Modes of Vibrating systems, juin 2004

- Nonlinear normal modes of energy pumping, A. Vakakis, D.M. McFarland, L. Bergman, L.I. Manevitch, O. Gendelman
- Bifurcations of nonlinear modes of linear oscillator with strongly nonlinear damped attachment, O. Gendelman

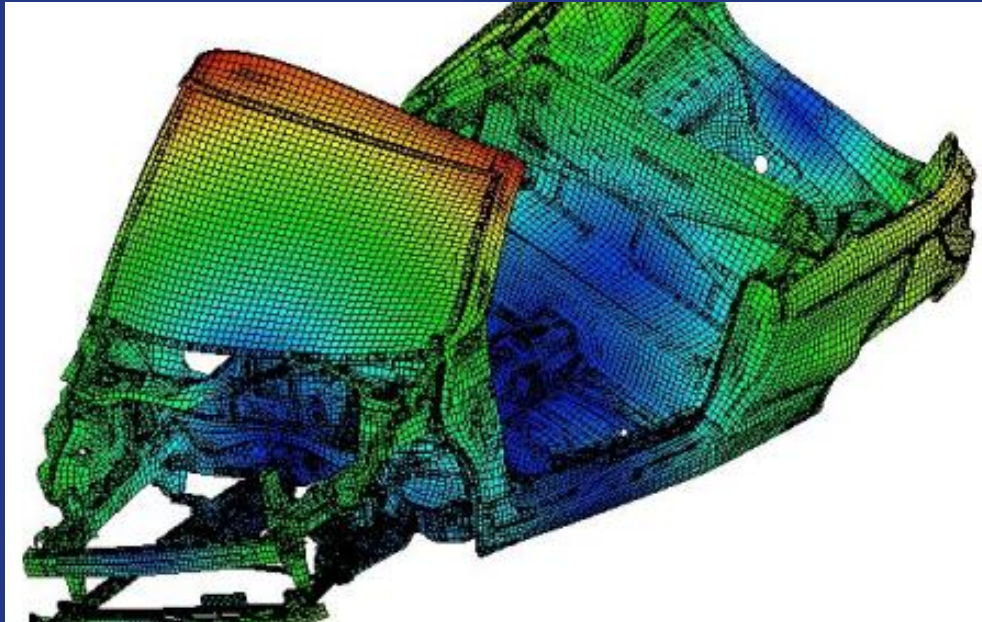
- Contrôle passif de vibrations par pompage énergétique, 2006, *Thèse de doctorat d'E. Gourdon sous la direction de C.H. Lamarque*



« optimiser » les systèmes de dissipation, de type TMD pour les vibrations basses fréquences sur un véhicule automobile



Amélioration du confort vibratoire en trepidations de véhicules cabriolets

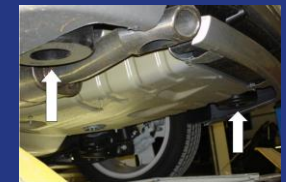


Les irrégularités de routes de types pavés transmettent des efforts dans le domaine fréquentiel [0 40] Hz



Dégradation du confort vibratoire

- Vibrations transversales de baie de pare-brise, de la colonne de direction, la rétrovision est perturbée, et des bruits de carrosserie apparaissent.



Règles de conception

- Rigidifier la caisse (tirants, ...)
- Accorder le mode de galop du GMP sur le mode de torsion
- Add-on de type TMD (307 CC 15kg, 308 CC 11kg, 207 CC 9kg)

- **Relâcher les règles de conceptions en proposant un système efficace de pompage énergétique vibratoire :**
 - Pour profiter des niveaux vibratoires facilitant l'enclenchement du pompage
 - Réduire la masse ajoutée des add-on.
 - Rendre robustes le système sans compromis (masse et amortissement) sur le réglage fréquentiel des TMD (dû à la variation de fabrication des véhicules...)

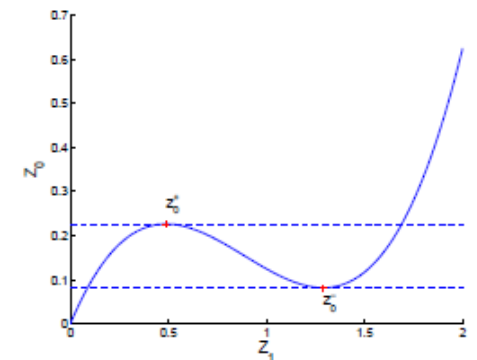
Collaboration ENTPE 2006-2012

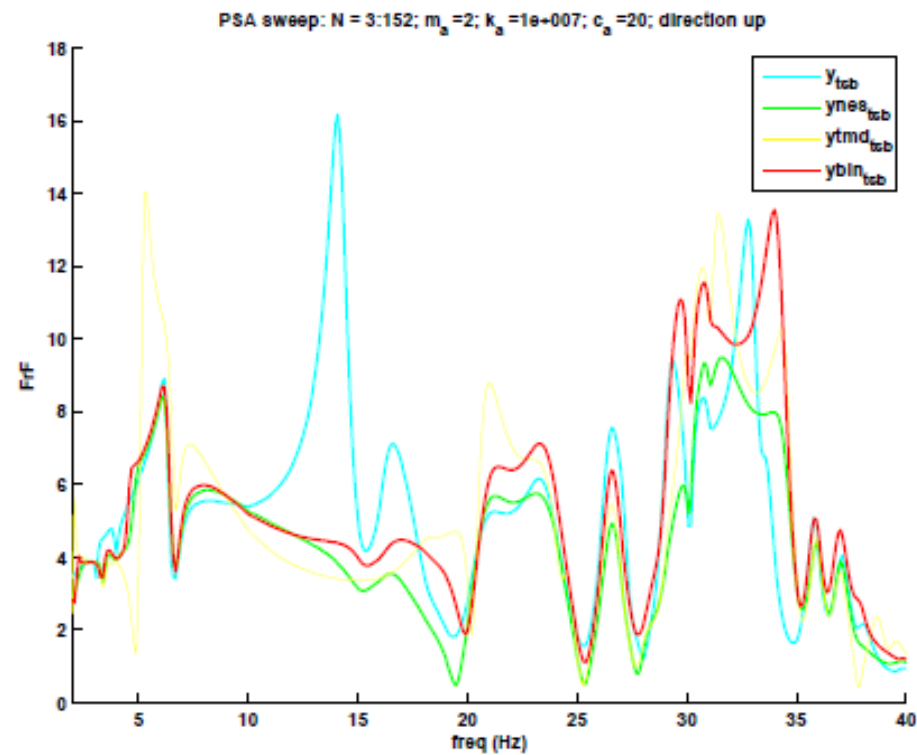
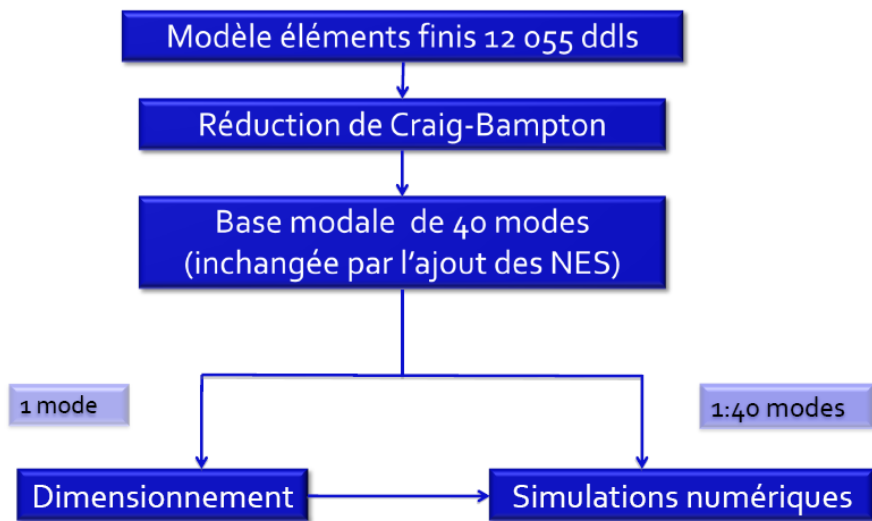
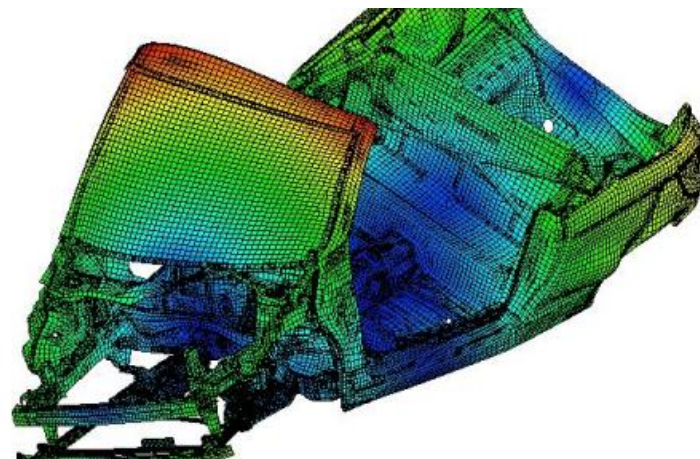
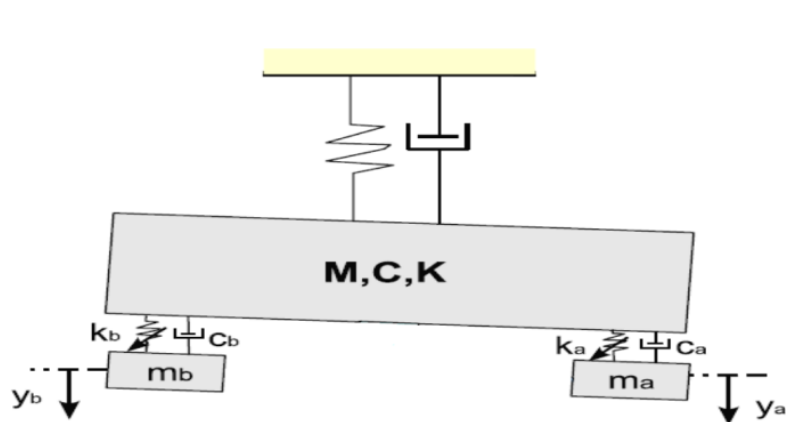
- **Contrat de collaboration 2006**
- **Accompagnement thèses:**
 - T.A. Nguyen: Etude du comportement dynamique et optimisation d'absorbeurs non linéaires: théorie et expériences, 2010
 - B. Vaurigaud: Contrôle vibratoire passif par assemblage d'absorbeurs non linéaires, 2011.
- **La méthode de dimensionnement inédite développée au cours de l'étude :**
 - Par approximation de la solution périodique au voisinage de la résonance 1:1 du système couplé, (Manévitch)
 - Puis par séparation des dynamique rapide et lente...
 - ...et développement par échelle multiple...
 - Et enfin élimination des termes séculaires (notre solution est bornée!).
 - On obtient une relation caractérisant les échanges énergétiques entre mode de vibrations non linéaires :

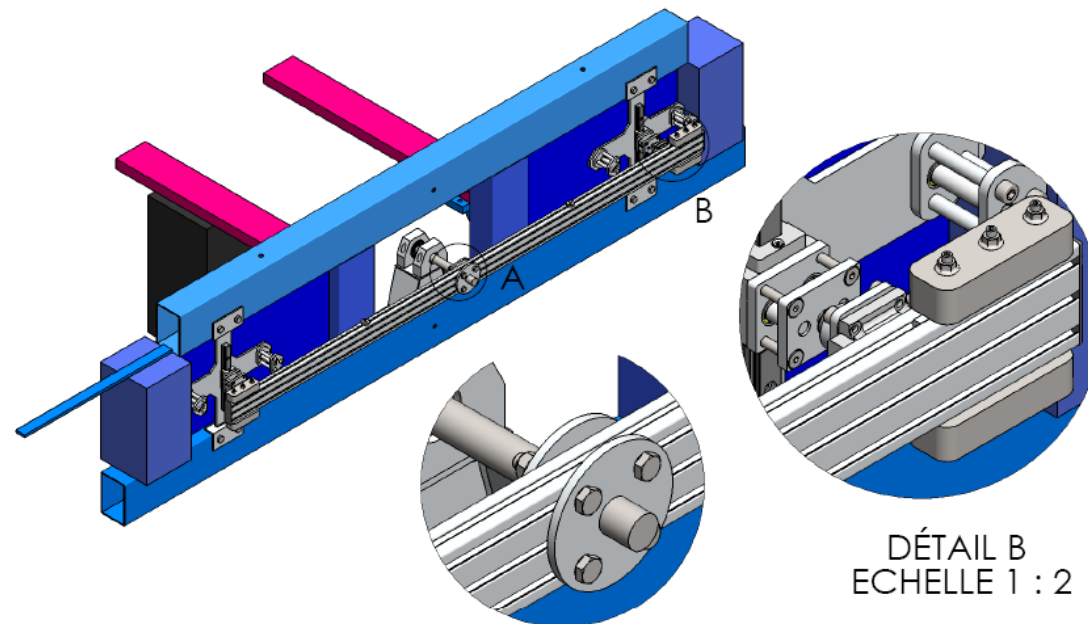
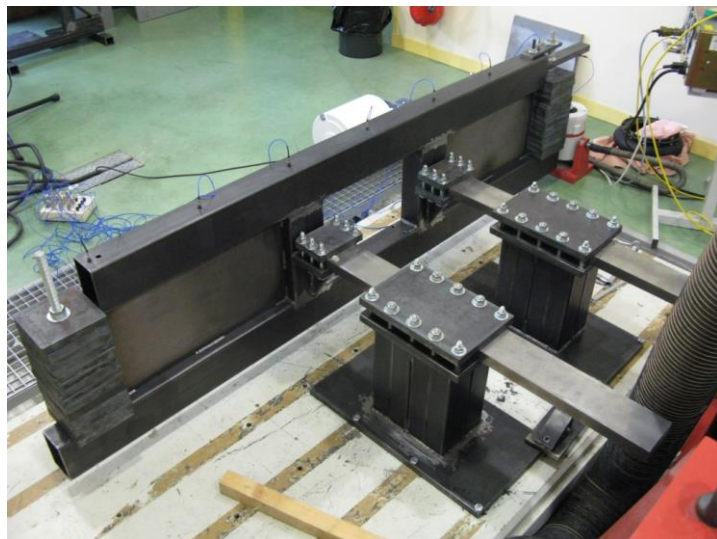
$$k > k_{opt} = \Omega_{opt} m \omega_0^2 = \frac{8}{81} \frac{m \omega_0^2}{E_0^{init}} \left[4 - (1 - 3\xi^2) \left(3 - \sqrt{1 - 3\xi^2} \right) \right]$$

$$\frac{1}{\omega_0} \frac{\partial Z_0}{\partial \tau_1} = -\xi_0 Z_0 - \xi Z_1$$

$$Z_0 = Z_1 \left[\xi^2 + \left(1 - \frac{3}{4} Z_1 \right)^2 \right]$$

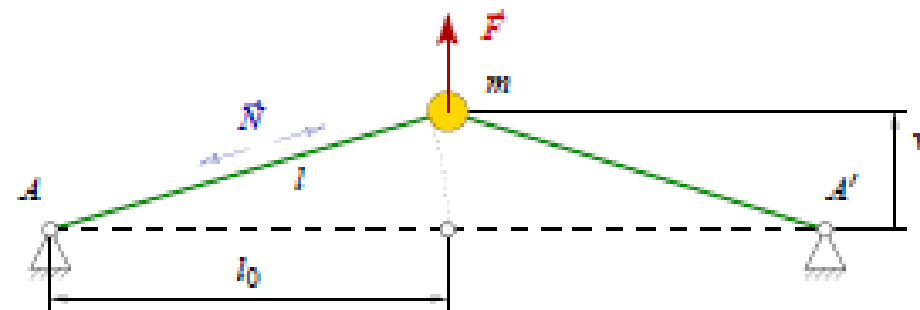
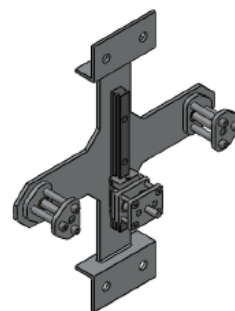
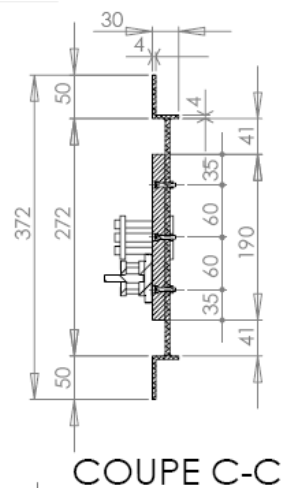
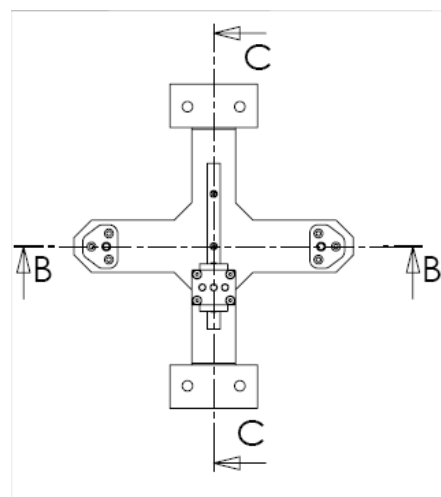


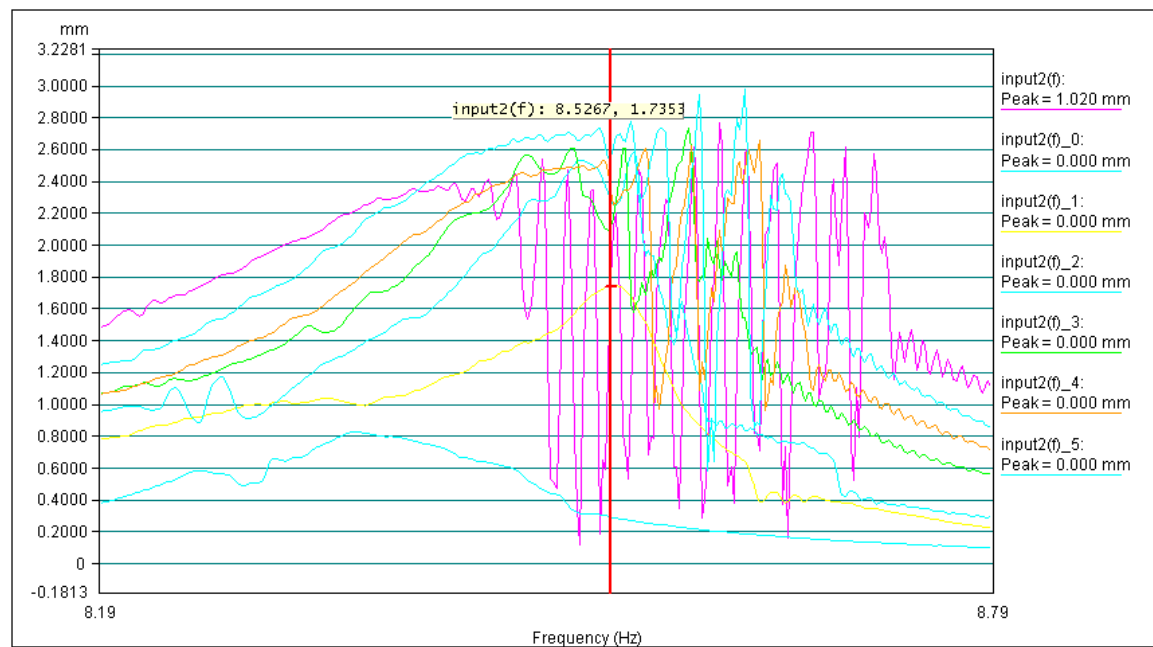
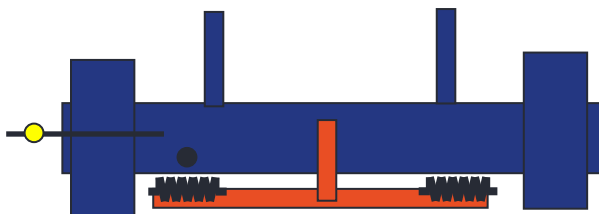




DÉTAIL B
ECHELLE 1 : 2

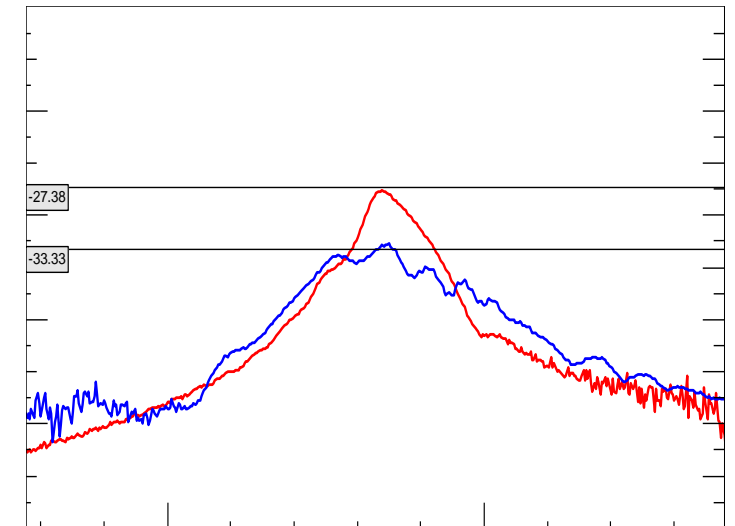
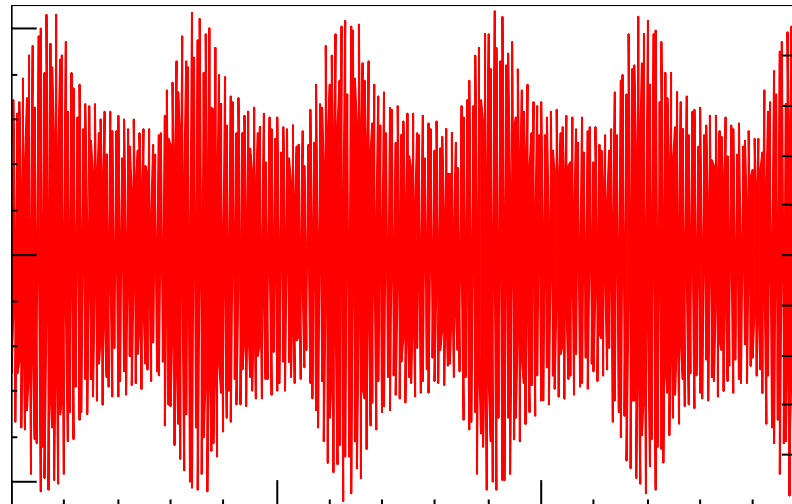
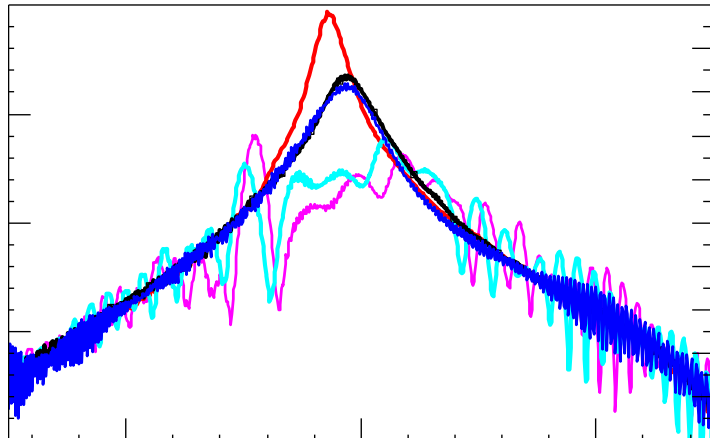
DÉTAIL A
ECHELLE 1 : 2





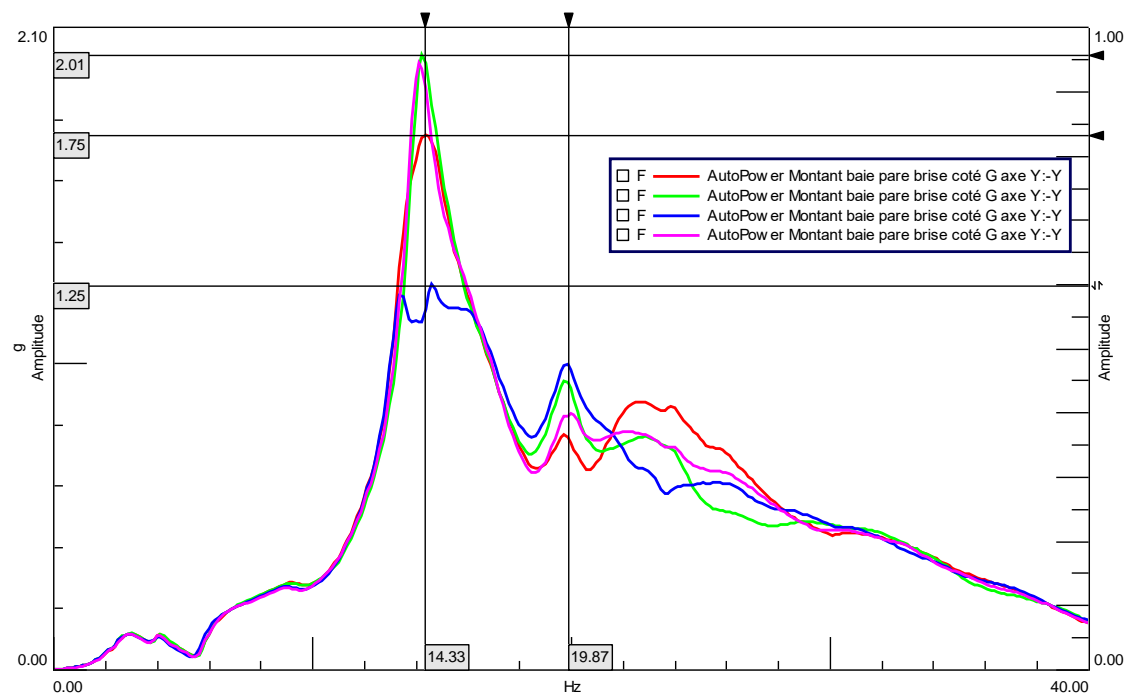
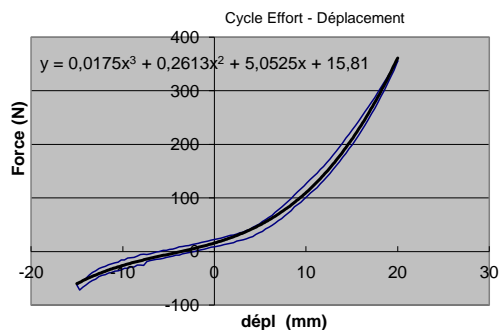
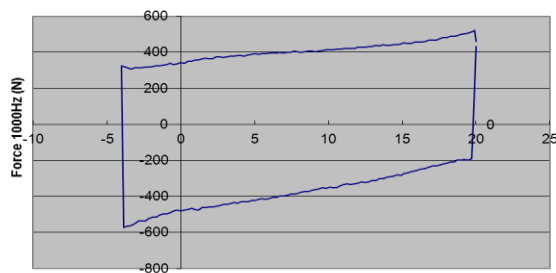
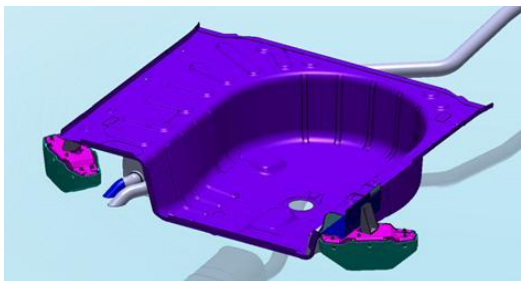
Mode de torsion à à 8.5 Hz...

- **Existence d'un mode rigide de balancier autour de l'axe de rotation**
- **On élimine le balancier :**
 - Possibilité de couplage des NES qui ne travaillent plus nécessairement de manière « synchrone »
 - Précontrainte due à la gravité des NES, et non linéarité de type non régulière (à jeu)
 - Article: Vibratory energy exchange between a linear and a nonsmooth system in the presence of gravity, A.T. Savadkoochi, C.H. Lamarque et al. , Nonlinear dynamics, Vol 69, 2012





Configuration	Raideur du ressort N/mm	Masse kg	Précontrainte mm	Code couleur
véhicule série (avec TMD)	~ 53 ~ 50	6,3 kg à G 5 kg à D		bleu
Véhicule sans TMD	/	/	/	vert
2 NES référence	80	1 chacun	0	magenta
1 NES à droite précontraint	80	1	2,5	rouge



- 4 Brevets déposés à l'INPI.
- Solution sur étagère... mais malheureusement non déployée par manque de projet véhicule cabriolet.
- Exploration pour dissiper les vibrations d'anneau arrière de VUL, ou de percussions sur les trains arrière à traverse déformable.



Les contributeurs principaux aux travaux présentés:

- Claude-Henri Lamarque,
- Aliréza Turé Savadkoohi,
- S. Pernot
- T.A. Nguyen
- Bastien Vaurigaud
- ...

CONTACT

Zoran DIMITRIJEVIC

Virtual Engineering/Methods and Tools
zoran.dimitrijevic@stellantis.com