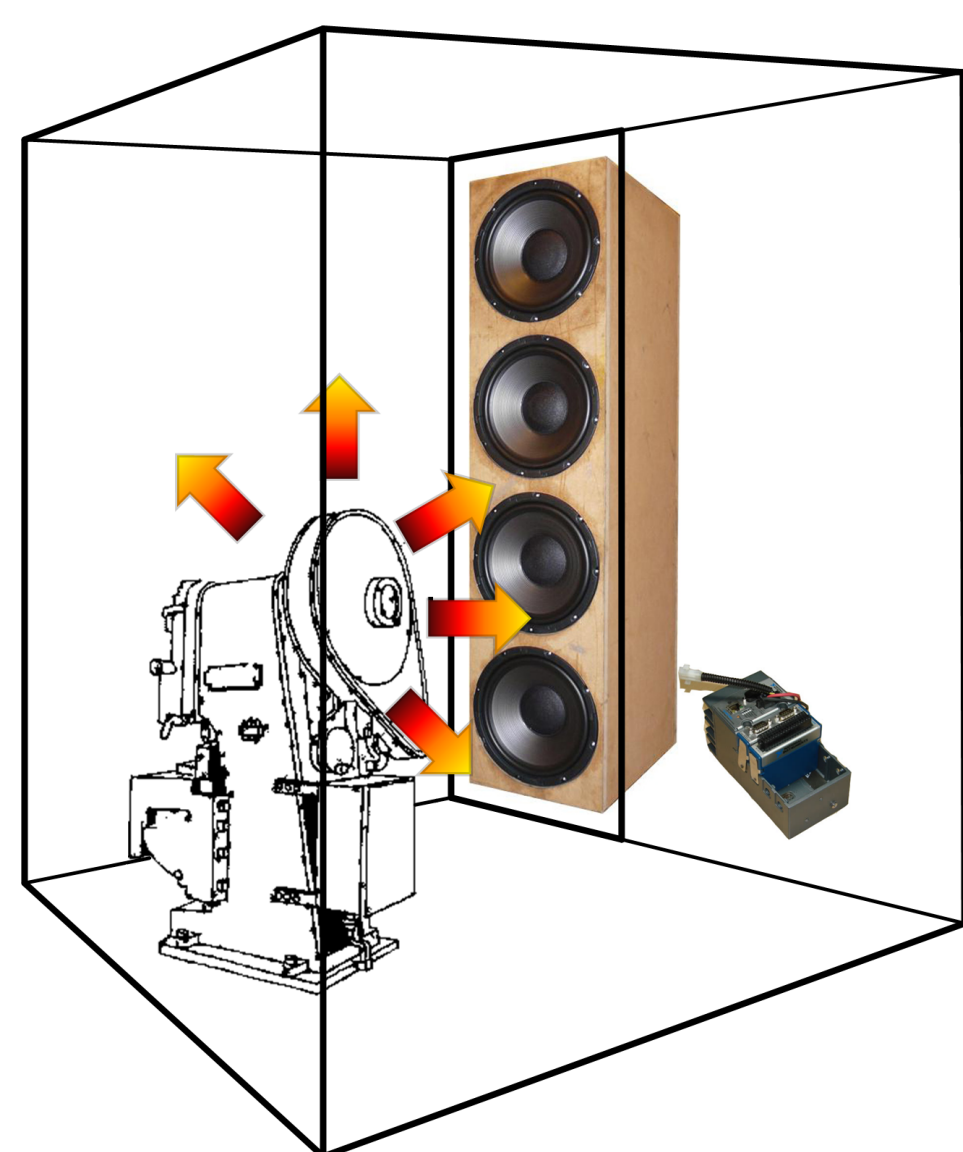




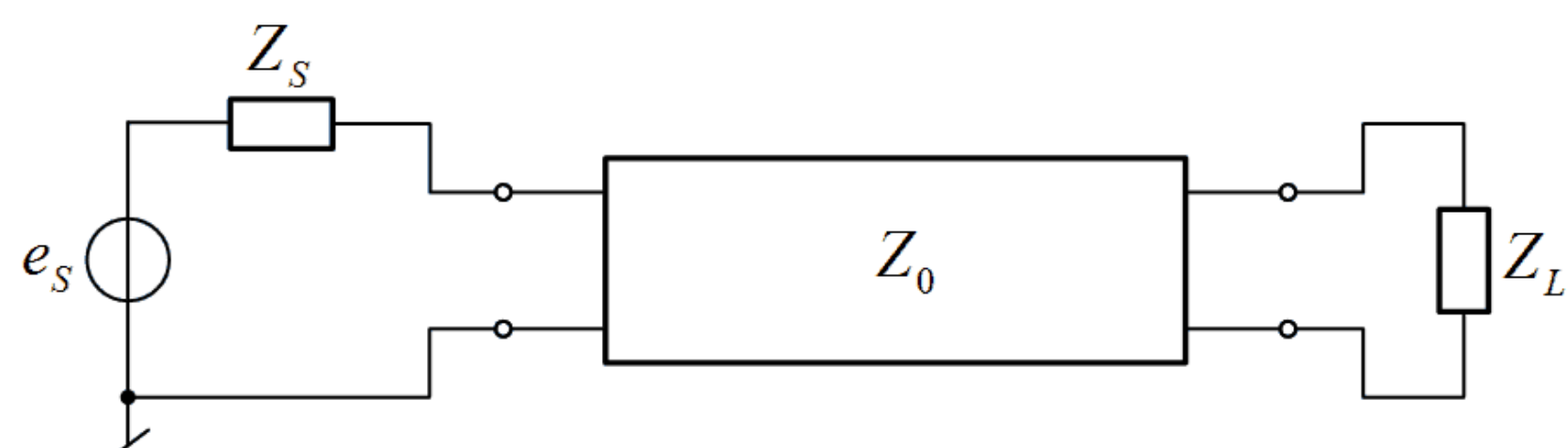
1 - PRÉSENTATION

L'appellation « matériaux électroacoustiques intelligents » entend représenter des haut-parleurs actifs dont l'impédance acoustique peut être considérablement changée de façon contrôlée. D'une manière générale, l'impédance acoustique d'un matériau qui est vu par un champ sonore incident détermine ses propriétés d'absorption, de réflexion et de transmission des ondes sonores.



2 - OBJECTIF

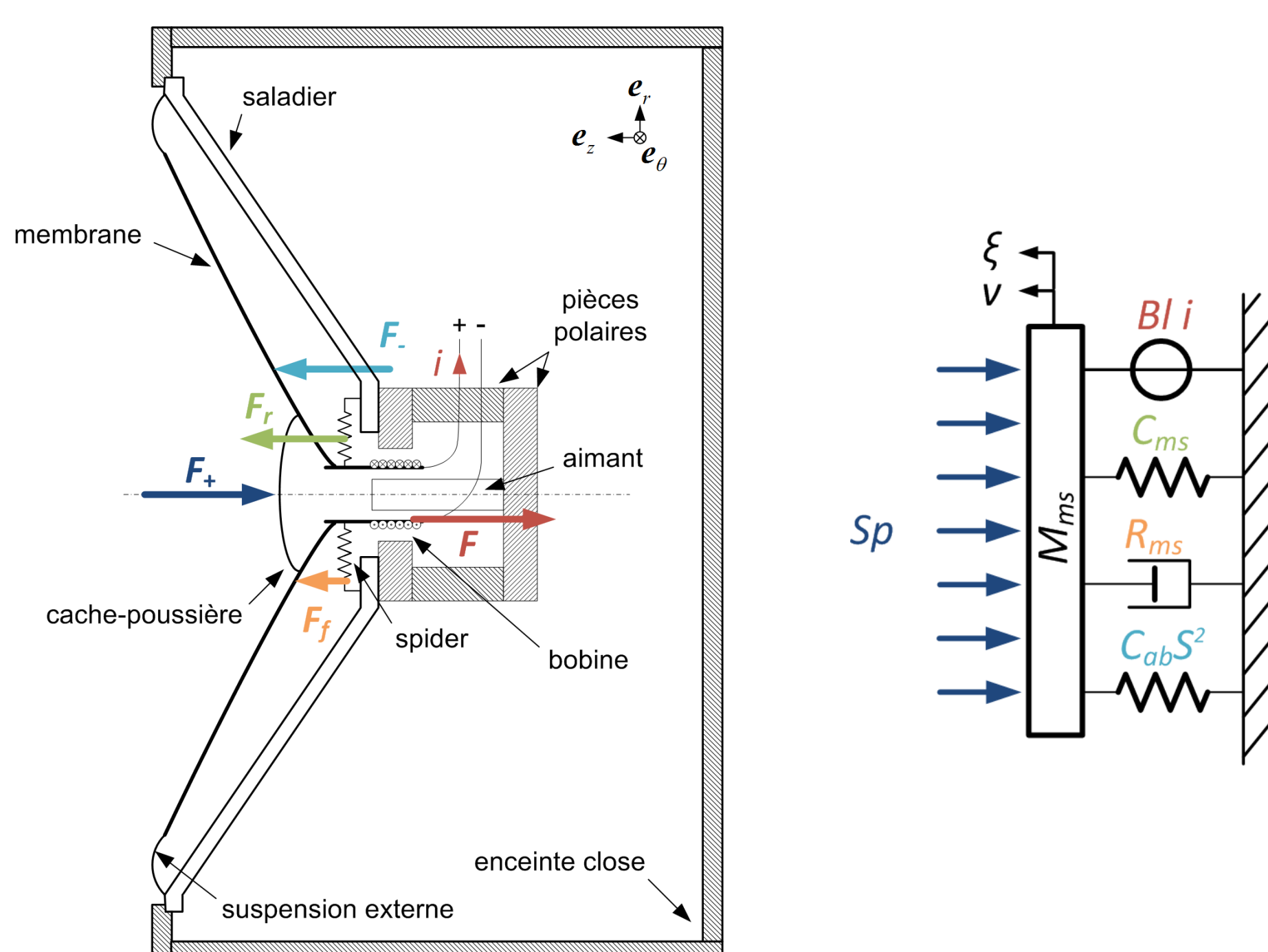
Notre objectif est de mieux contrôler le champ acoustique basse fréquence dans un espace clos, d'améliorer l'isolation phonique entre deux pièces adjacentes ou le confinement de machines, par le développement de matériaux électroacoustiques actifs. Une fois intégrés dans les parois, ces matériaux présentent au champ sonore environnant des propriétés acoustiques variables.



Concept d'adaptation d'impédance de la théorie des lignes de transmission

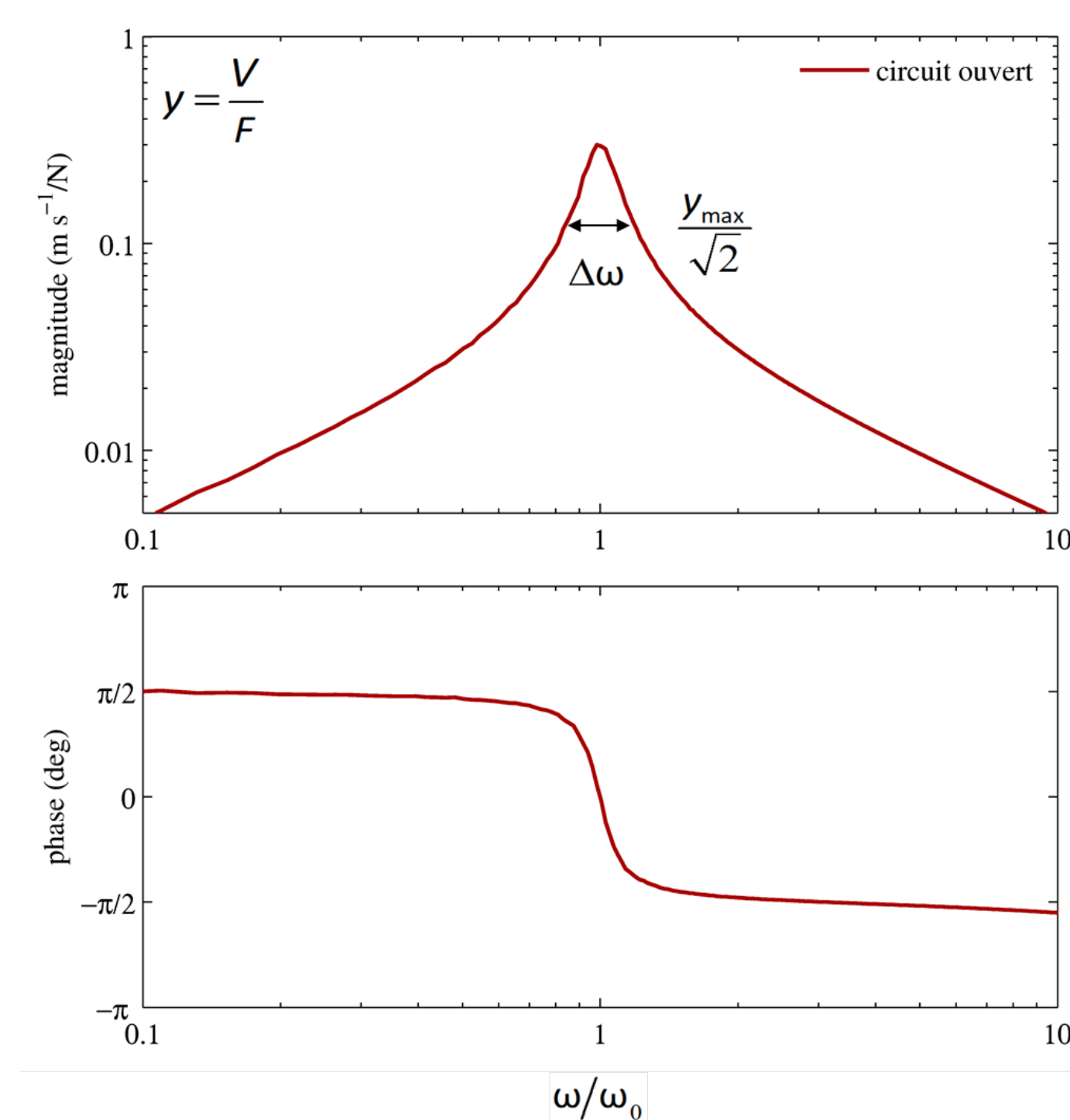
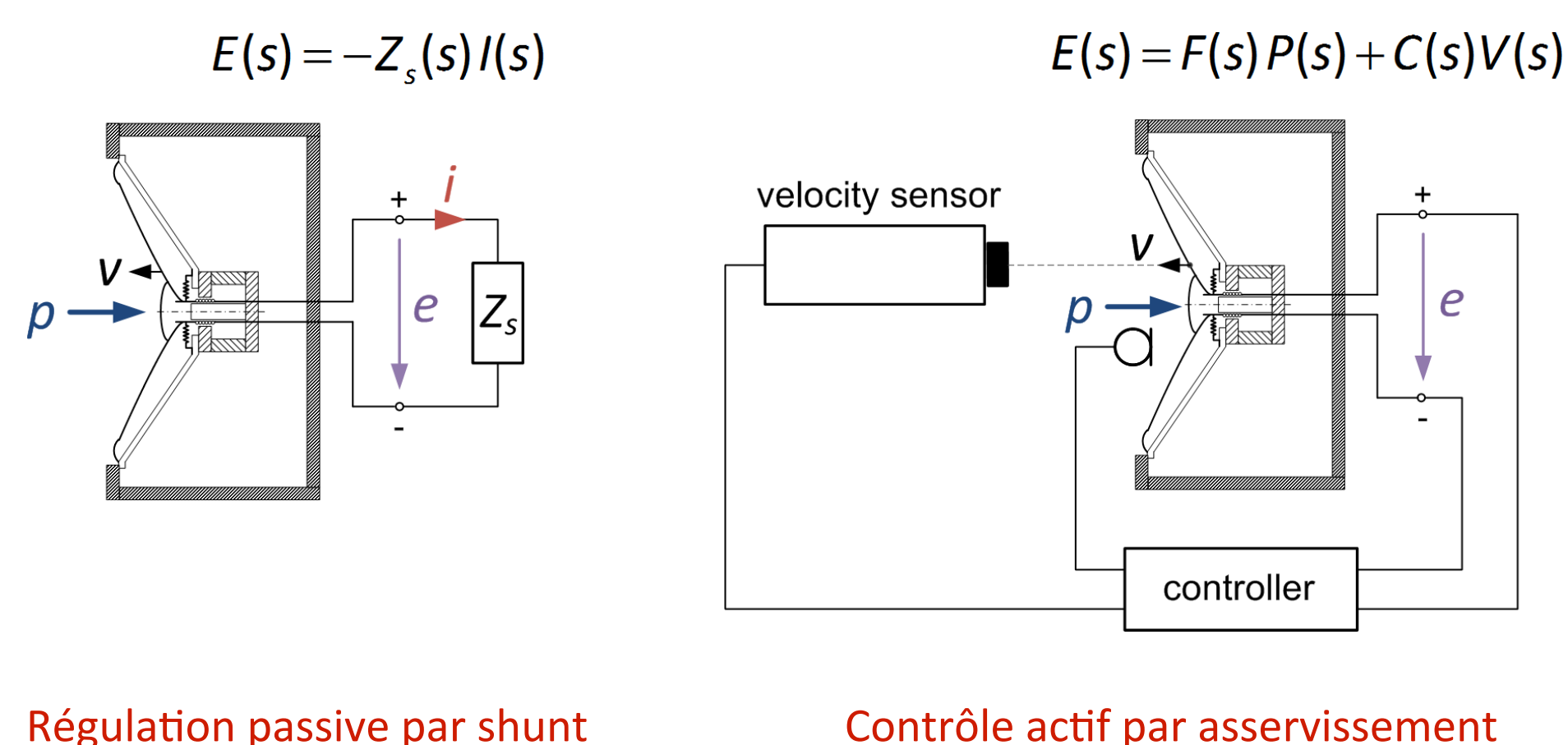
3 - MOTIVATION

Utiliser un haut-parleur comme un dispositif de contrôle du bruit présente plusieurs intérêts : son faible coût et sa disponibilité, la bonne connaissance de son modèle, et surtout le fait qu'il soit déjà configuré pour permettre un traitement acoustique rudimentaire. En effet, un système haut-parleur se comporte naturellement comme un oscillateur harmonique amorti.



5 - STRATÉGIES DE CONTRÔLE

Les techniques classiques de contrôle du bruit à base de haut-parleurs s'opèrent soit par **asservissement** de grandeurs acoustiques captées sur ou au voisinage de la membrane¹, soit par **shunt** en connectant un circuit électronique de dérivation aux bornes du transducteur². Nous avons montré dernièrement que ces deux approches pouvaient être formellement unifiées.



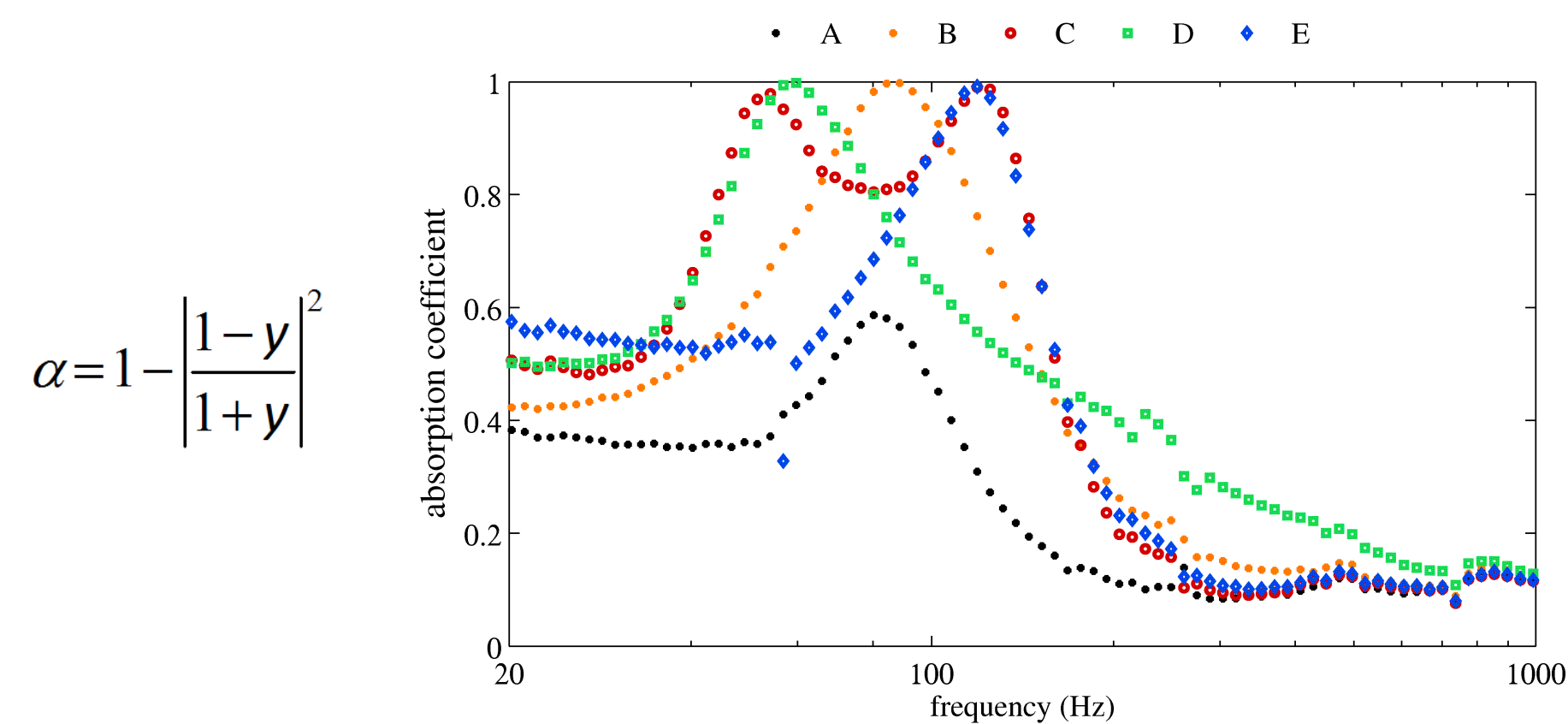
4 - MODÈLE

Le modèle LTI du haut-parleur s'obtient à partir de la loi de Kirchhoff et de la seconde loi de Newton :

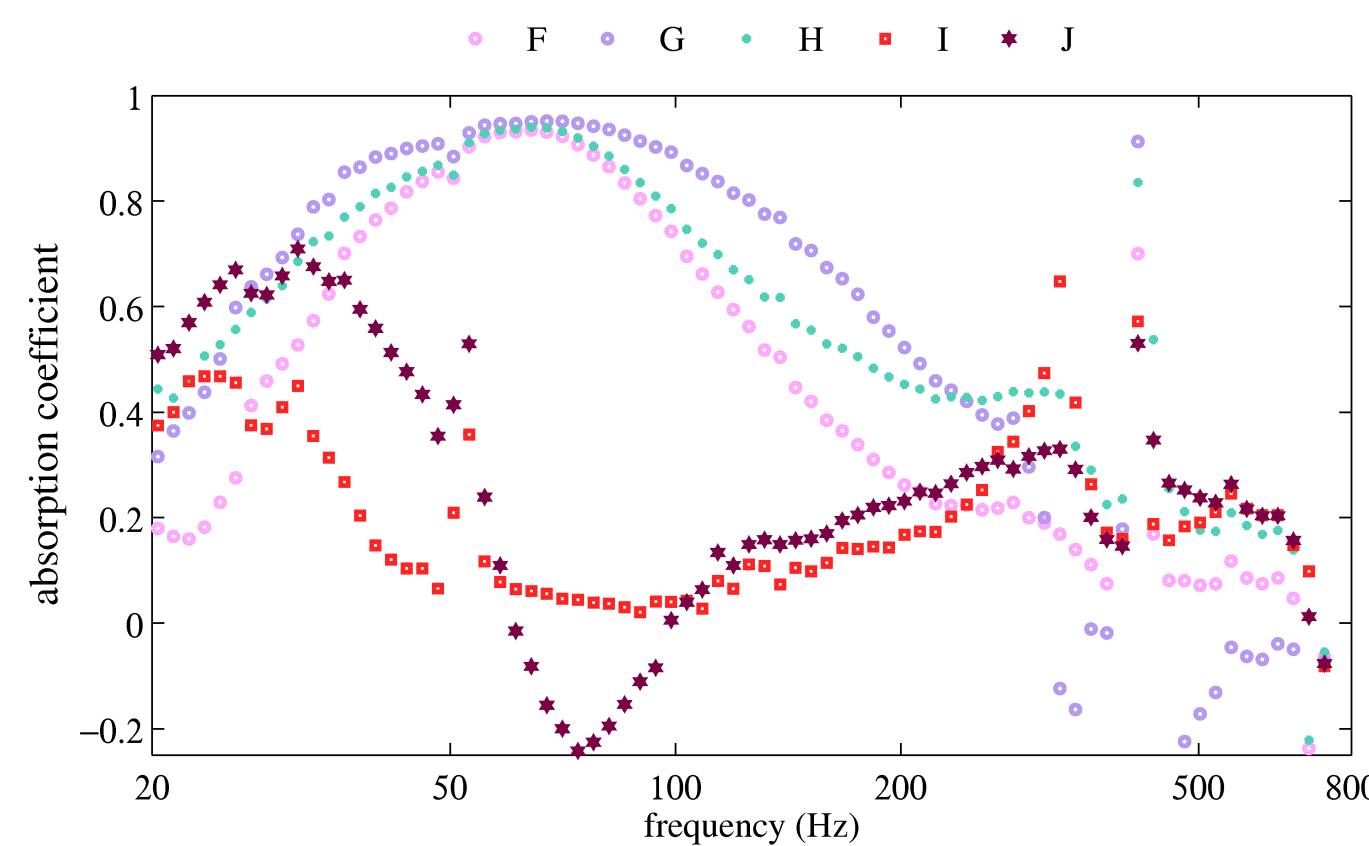
$$SP(s) = -\left(sM_{ms} + R_{ms} + \frac{1}{sC_{mc}}\right)V(s) + BI I(s)$$

$$E(s) = -(R_e + sL_e)I(s) + BIV(s)$$

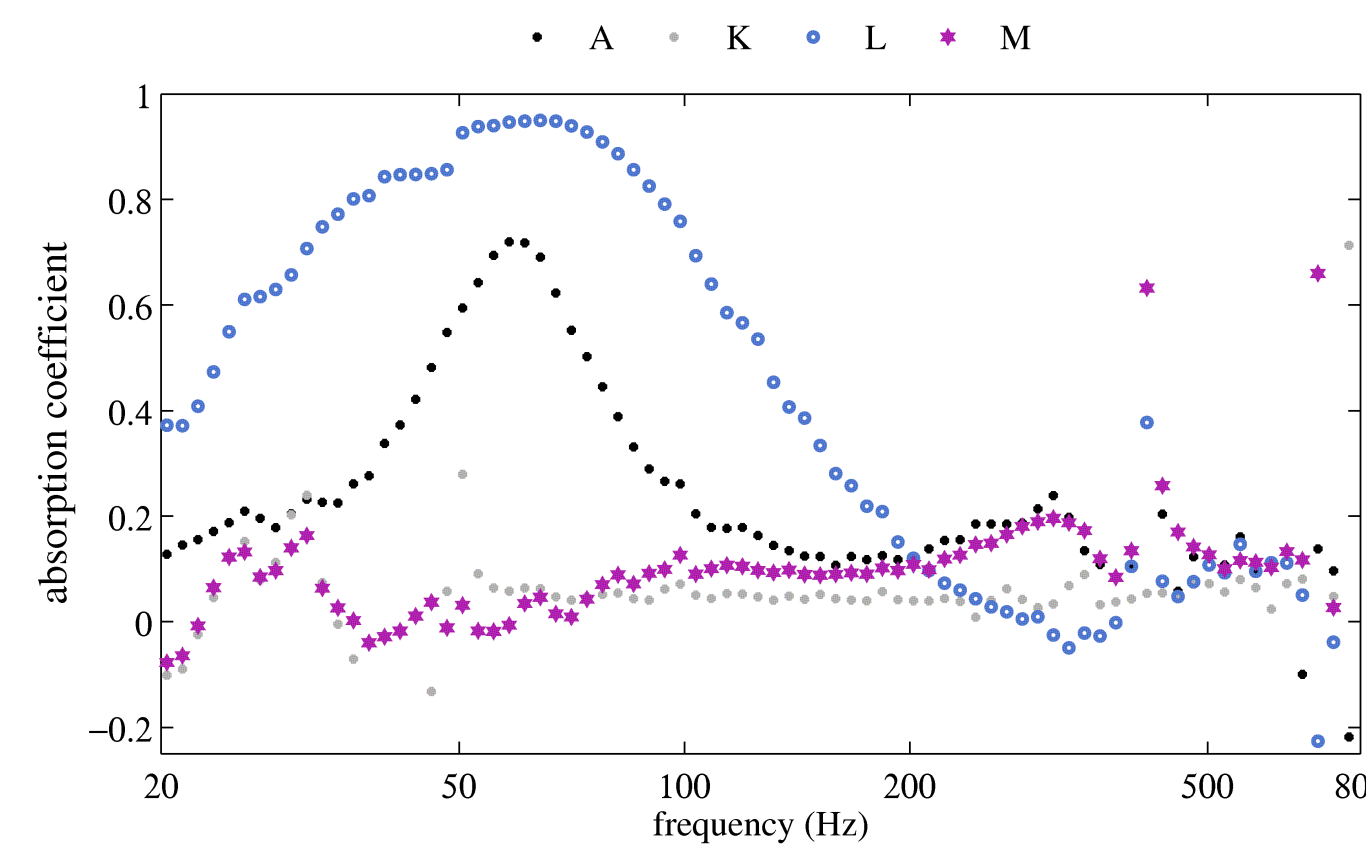
6 - RÉSULTATS



RÉGULATION PASSIVE PAR SHUNT²

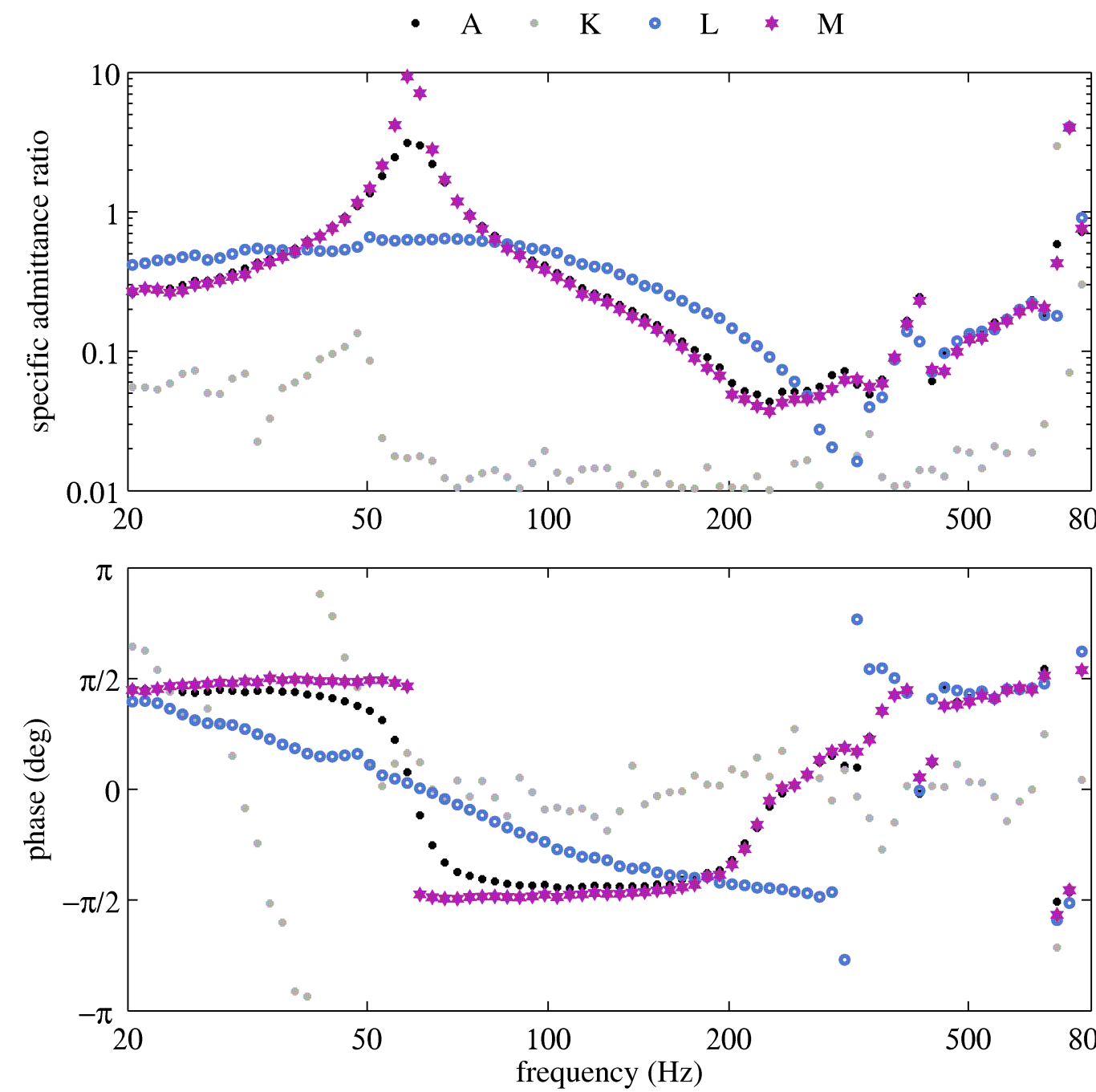
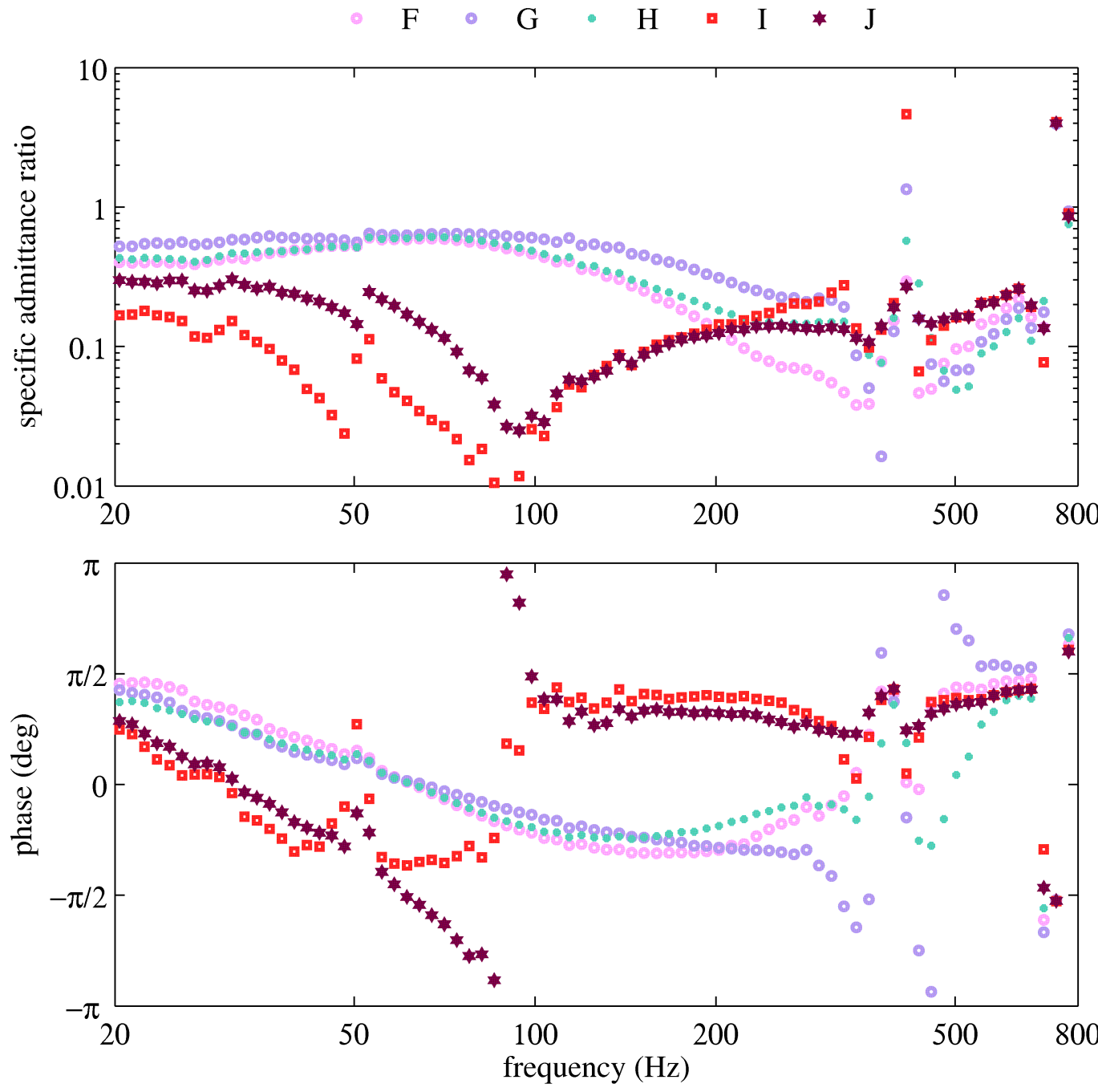
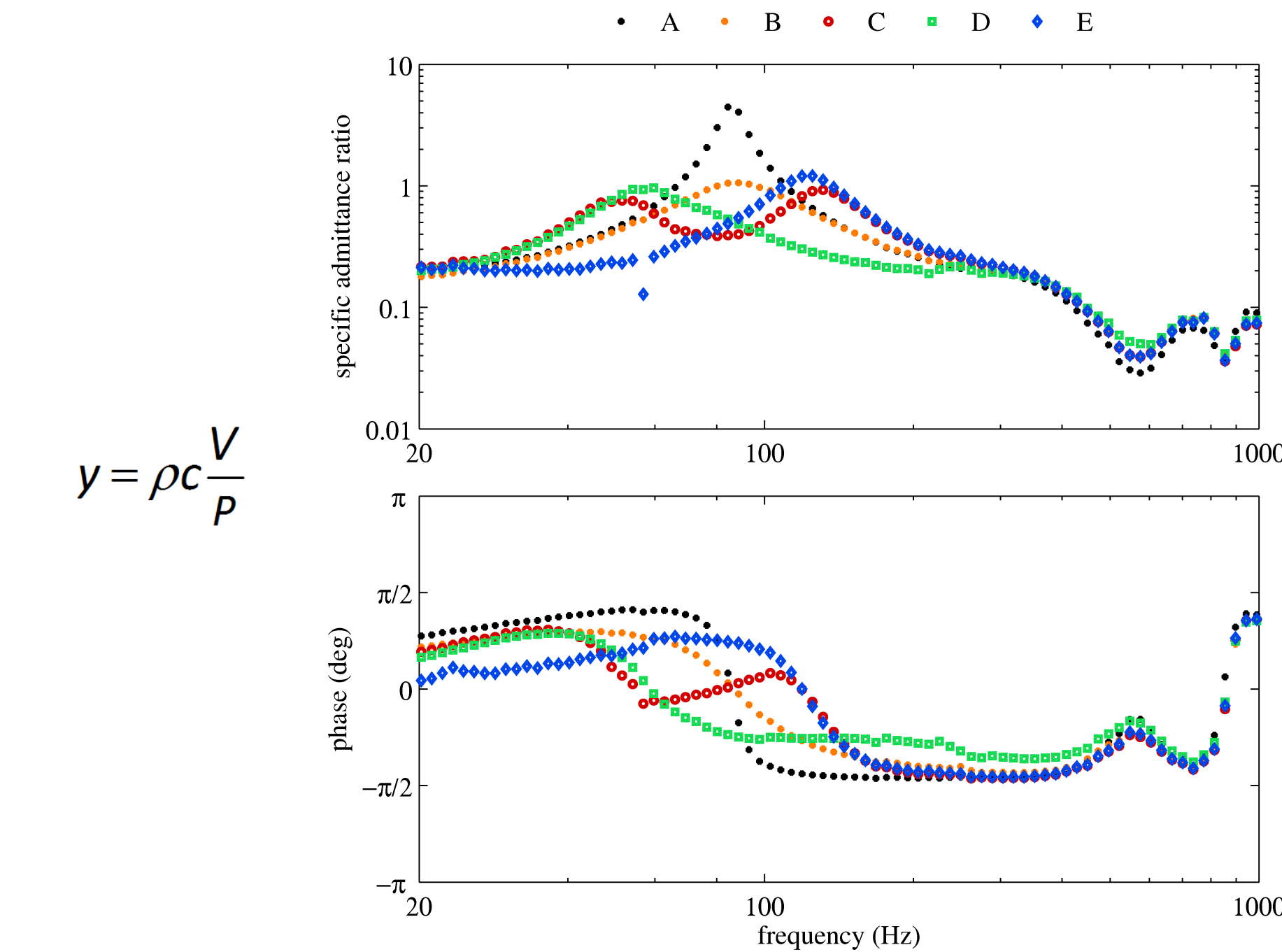


CONTRÔLE ACTIF PAR ASSERVISSEMENT¹



CONTRÔLE SEMI-ACTIF PAR FILTRAGE NUMÉRIQUE³

A	Z _s : ∞
B	Z _s : R shunt
C	Z _s : RLC série
D	Z _s : RC parallèle
E	Z _s : RL parallèle
F	F = 5, C = -5
G	F = 20, C = -20
H	F = 5, C = -5 & lead-lag
I	F = -15, C = -25 & lead-lag
J	F = -14, C = 0 & lead-lag
K	Terminaison rigide
L	Z _s : synthèse cas F
M	Z _s : synthèse cas I



7 - CONCLUSION

Les recherches effectuées ouvre la voie à une technique de contrôle semi-active du bruit. Cette approche innovante repose sur la synthèse de filtres numériques permettant, par régulation électrique aux bornes du haut-parleur, d'imiter les performances obtenues par asservissement, mais sans capteur.

RÉFÉRENCES

- ¹ Electroacoustic absorbers: bridging the gap between shunt loudspeakers and active sound absorption, H. Lissek, R. Boulandet, R. Fleury, J. Acous. Soc. Am., 129(5), 2011
- ² Electroacoustic absorbers II: implementation of a digital synthetic admittance for controlling the dynamics of an electroacoustic transducer, R. Boulandet, E. Rivet, H. Lissek, Proc. 18th Int. Congress on Sound and Vibration, Rio de Janeiro, Brasil, 2011
- ³ Optimization of electroacoustic absorbers by means of designed experiments, R. Boulandet, H. Lissek, Applied Acoustics, 71(9), 2010



REMERCIEMENTS

Ce travail a été soutenu financièrement par le Fond National Suisse (FNS) de la recherche scientifique sous la subvention 200021-116977.

