

Caractériser les vibrations et l'acoustique des instruments de musique

Adrien Mamou-Mani

Fondateur SmartInstruments

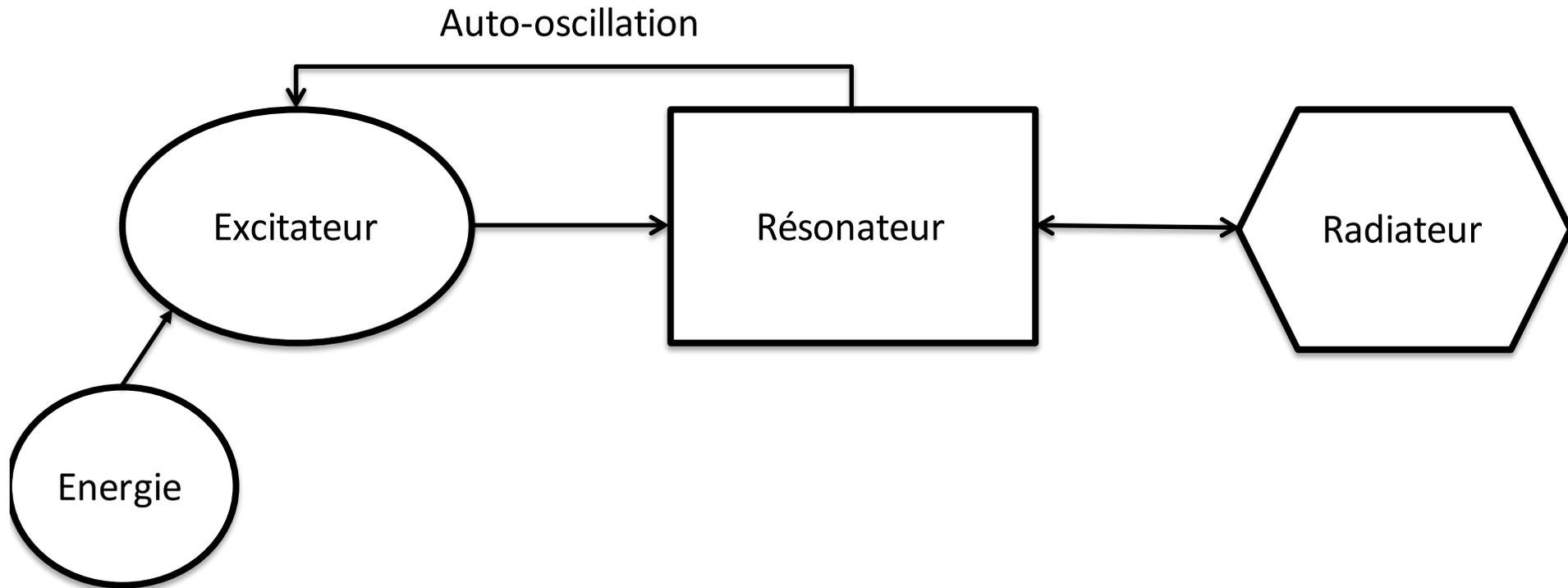
Professeur d'acoustique CNSMDP

Ancien responsable équipe Acoustique Instrumentale IRCAM

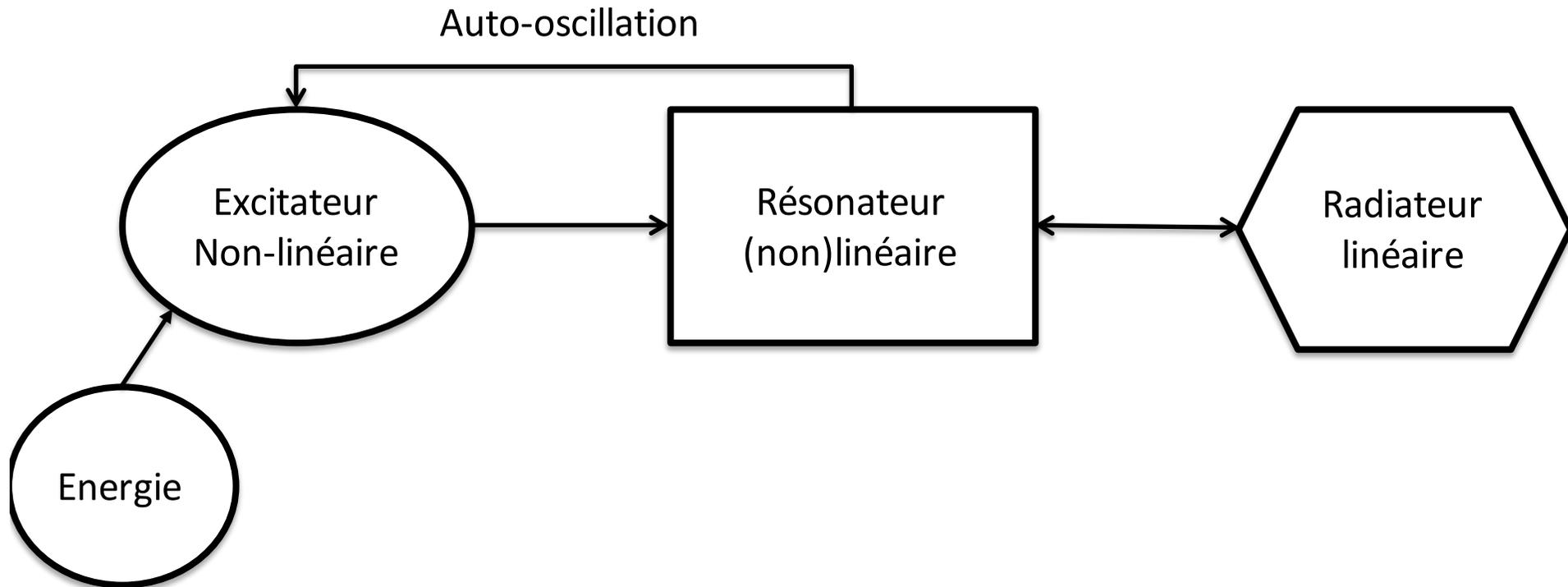
Pourquoi étudier le fonctionnement des instruments?

- Connaissance (description, prédiction) :
acoustique, organologie, ethnomusicologie
- Ingénierie (détection de défaut, contrôle qualité)
- Invention

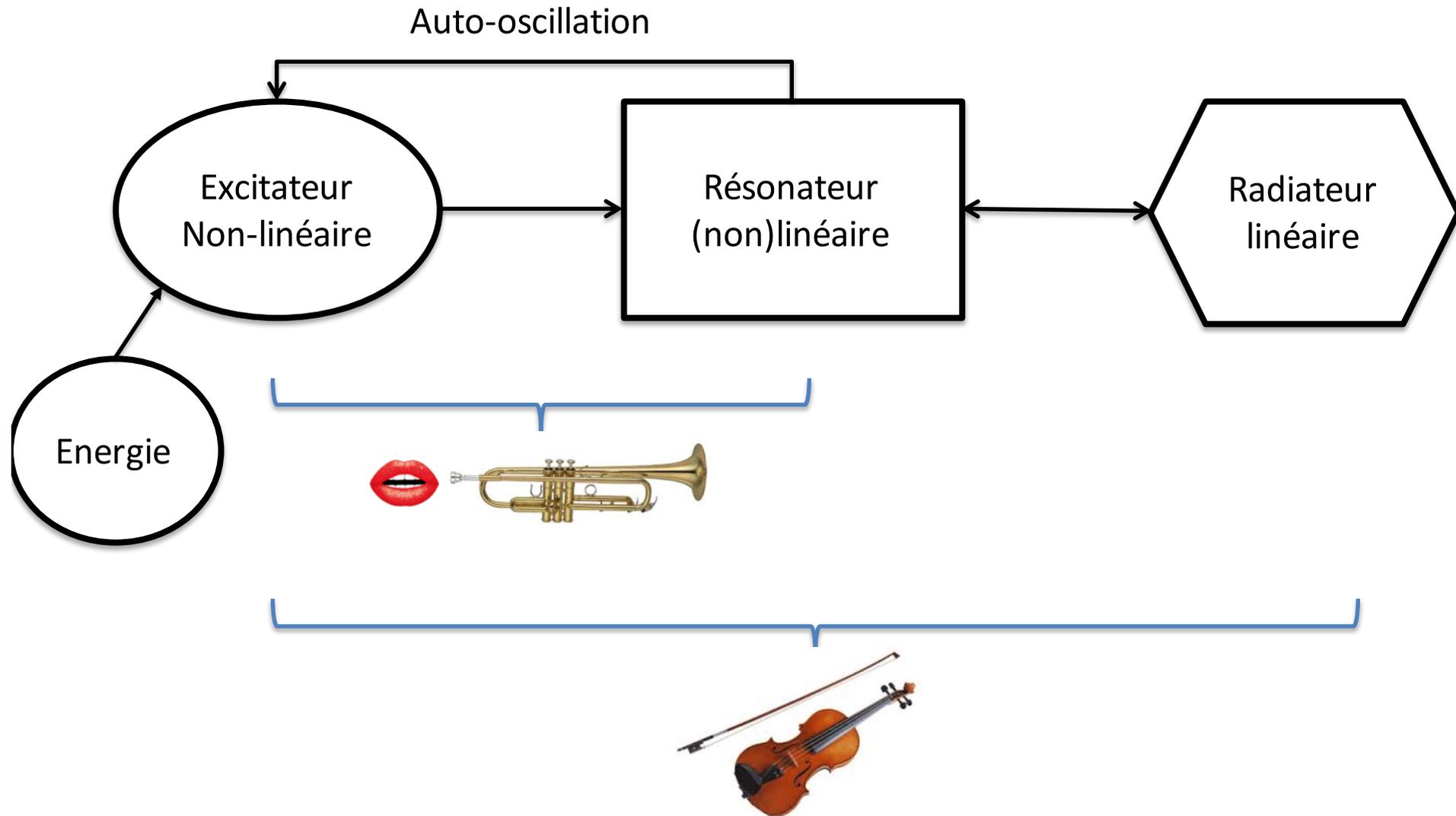
Le modèle « standard »



Le modèle « standard »

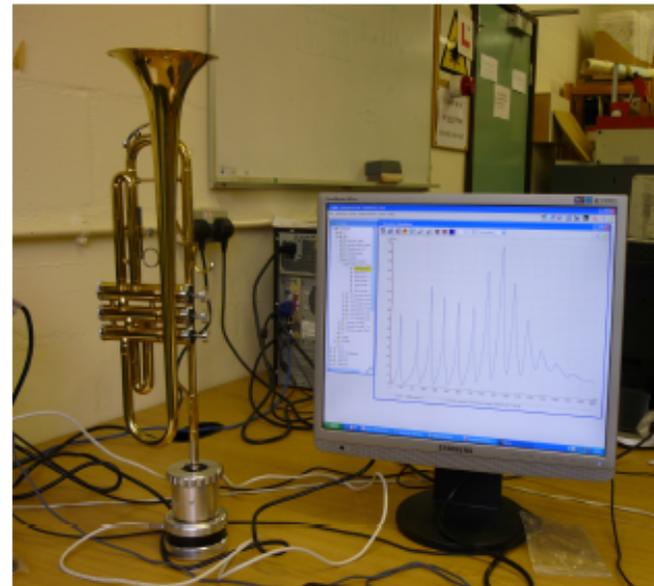
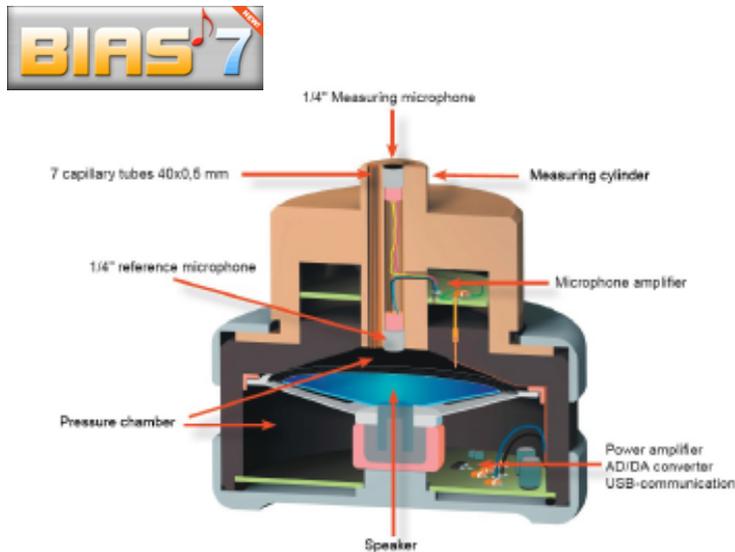


Le modèle « standard »



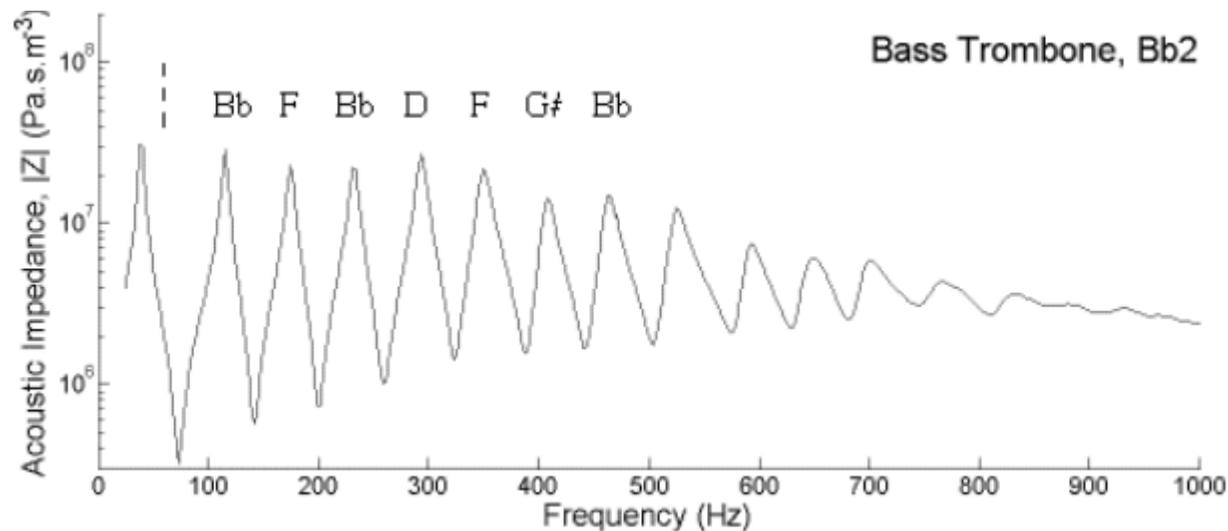
Caractériser le résonateur des instruments à vent

- L'impédance d'entrée
 - Rapport pression/débit à l'entrée de l'instrument
 - Signature face aux lèvres du musicien



Caractériser le résonateur des instruments à vent

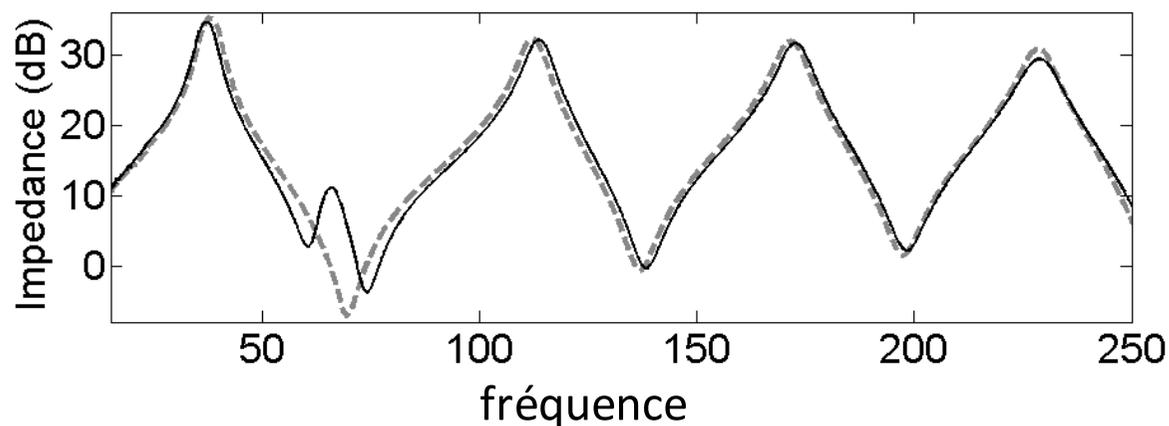
- L'impédance d'entrée
 - Rapport pression/débit à l'entrée de l'instrument
 - Signature face aux lèvres du musicien



Site Music Acoustics UNSW <http://newt.phys.unsw.edu.au/music/>

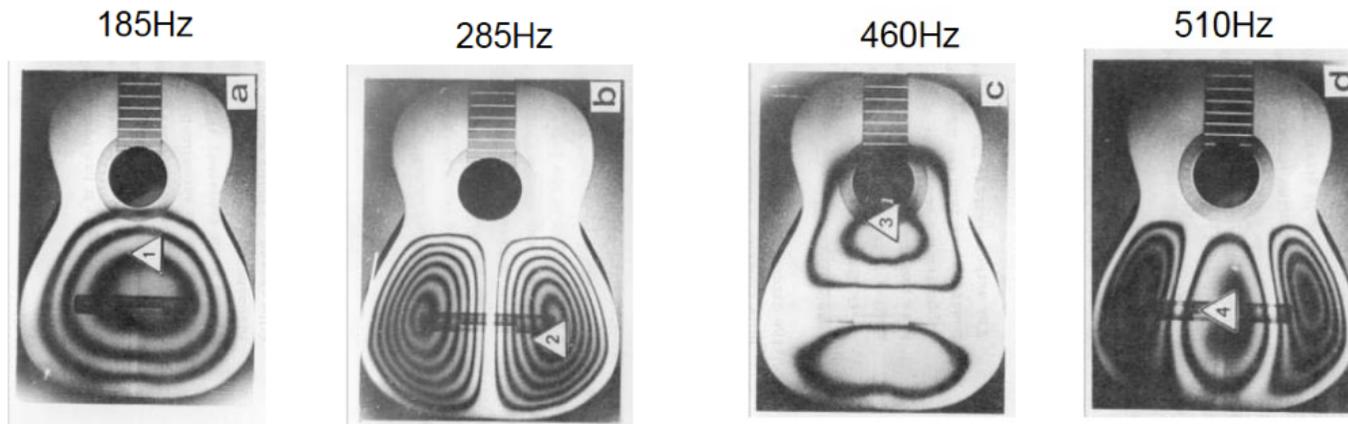
Caractériser le résonateur des instruments à vent

- Exemple d'utilisation de l'impédance d'entrée: défaut basse fréquence avec sourdine sèche

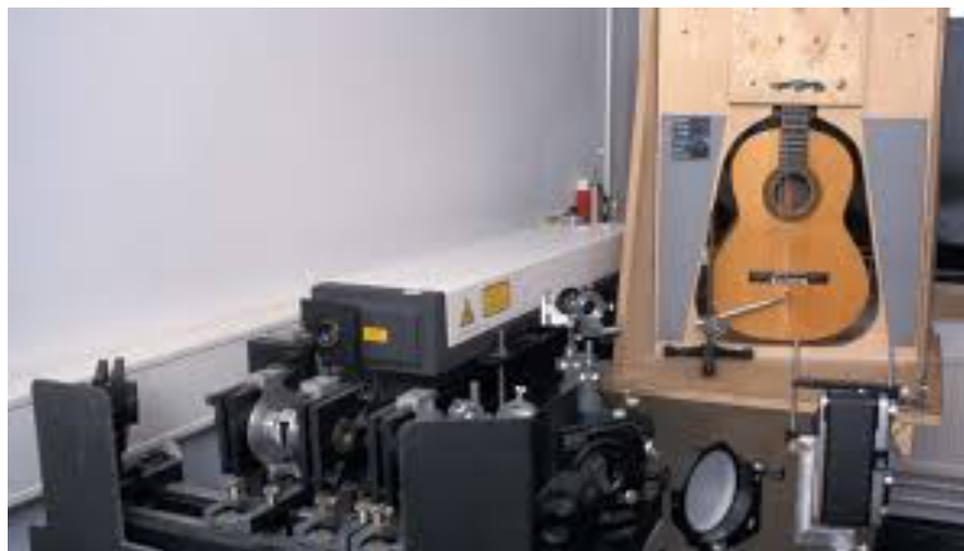


Caractériser le radiateur des instruments à cordes

- Radiateur = caisse de résonance
- Visualisation des résonances (modes de vibration)



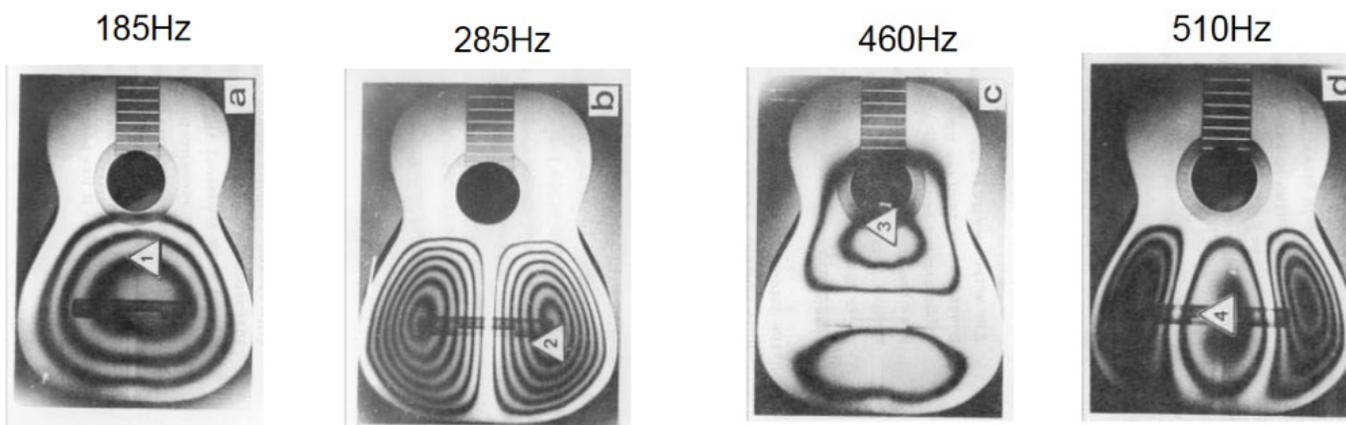
Jansson (1983)



Interférométrie laser
Richardson

Caractériser le radiateur des instruments à cordes

- Radiateur = caisse de résonance
- Visualisation des résonances (modes de vibration)

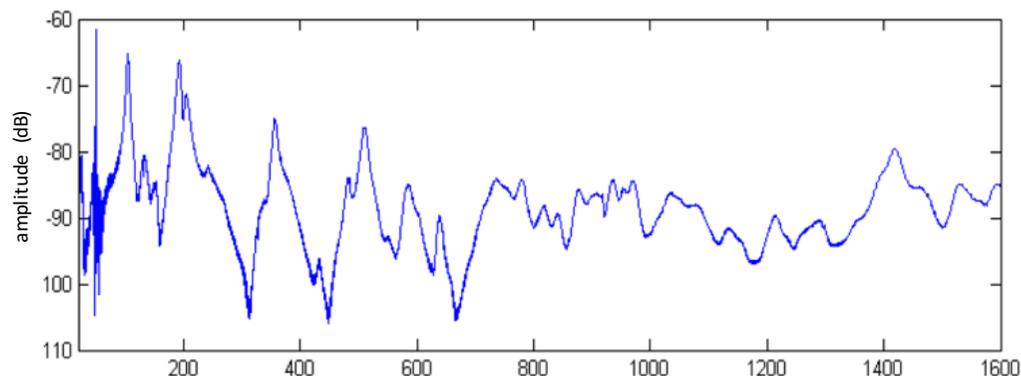


Jansson (1983)

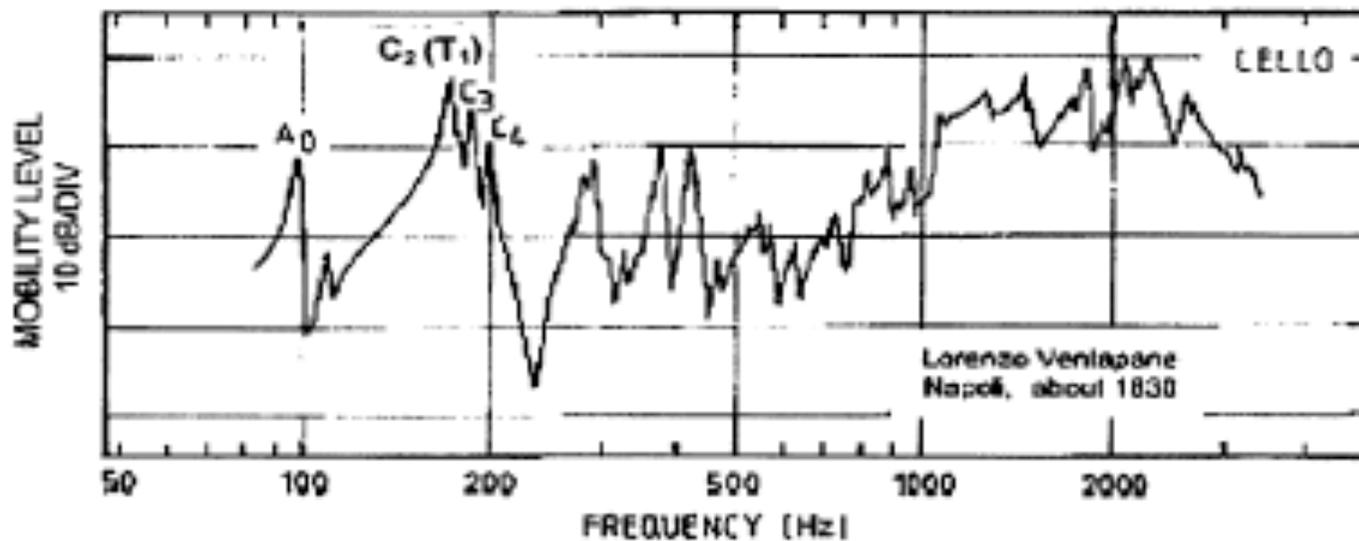
- Admittance (mobilité) au chevalet: rapport vitesse/force au chevalet



Plateforme d'aide à la facture instrumentale



Exemple: d'où provient la note du loup du violoncelle du violoncelle?



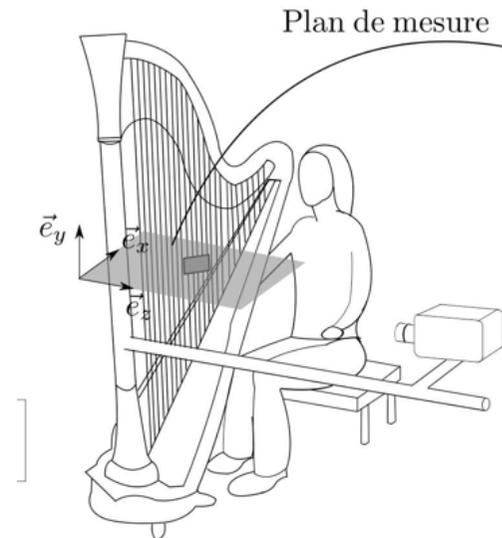
Extrait de Askenfelt (1982)

Et le musicien?

- Mesures du contrôle du violoniste (Demoucron Ircam)



- Films avec caméra rapide: doigt du harpiste (Chadefaux LAM d'Alembert UPMC)



Simuler

- Corde virtuelle jouée par archet réel (Demoucron Ircam)
- Le logiciel Modalys de l'IRCAM

Contrôler

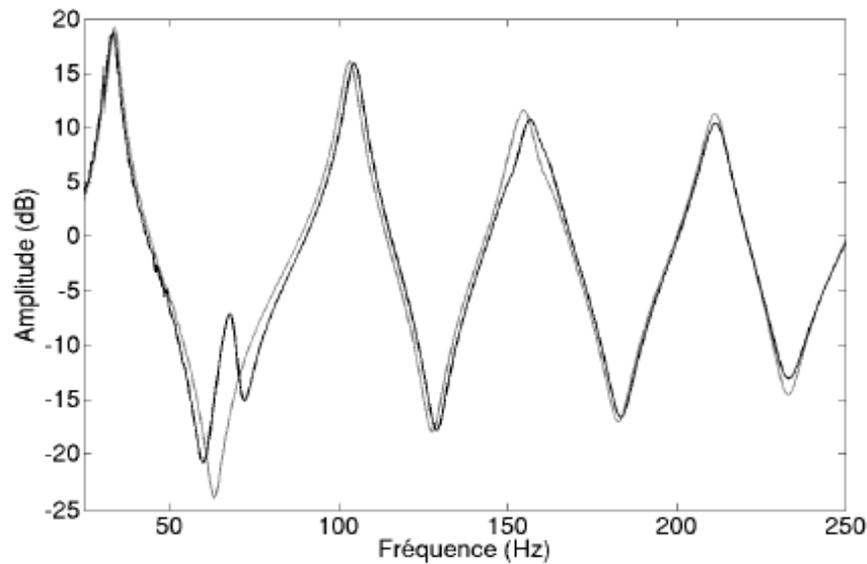
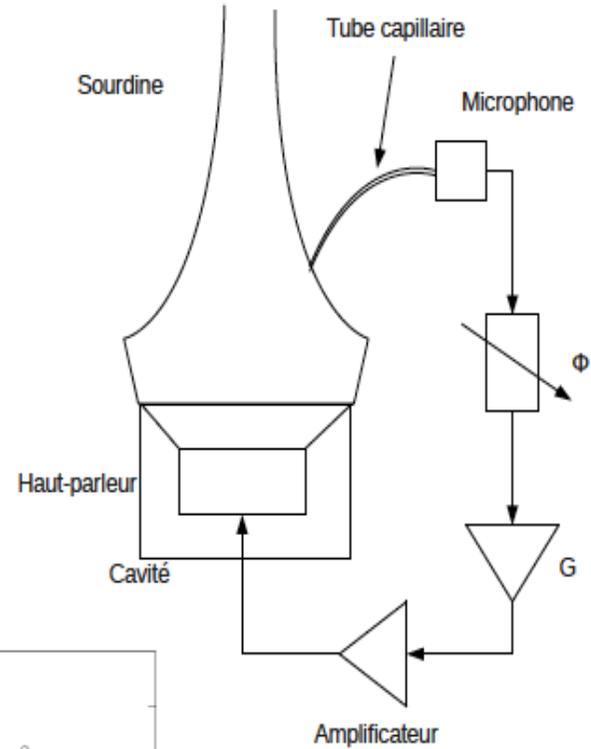
SmartInstruments: vers des instruments à propriétés acoustiques programmables

Sourdine active



microphone

haut-parleur



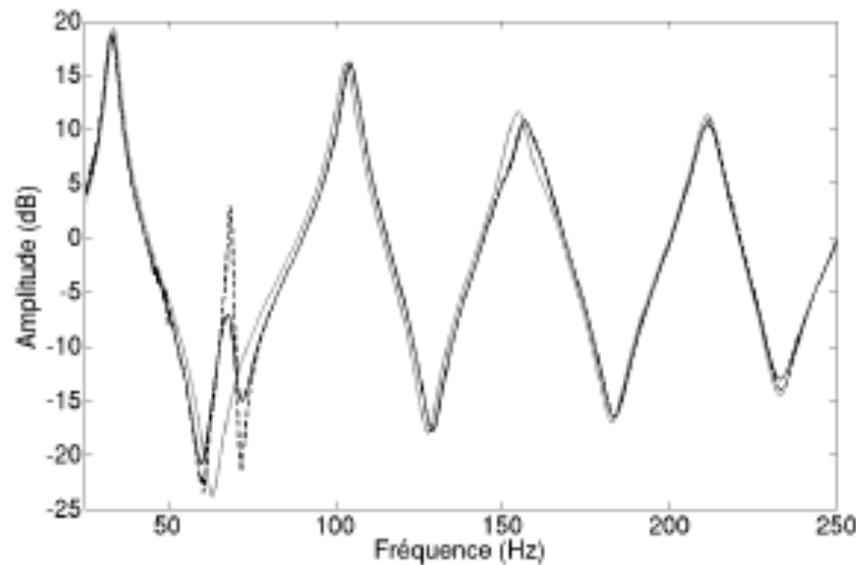
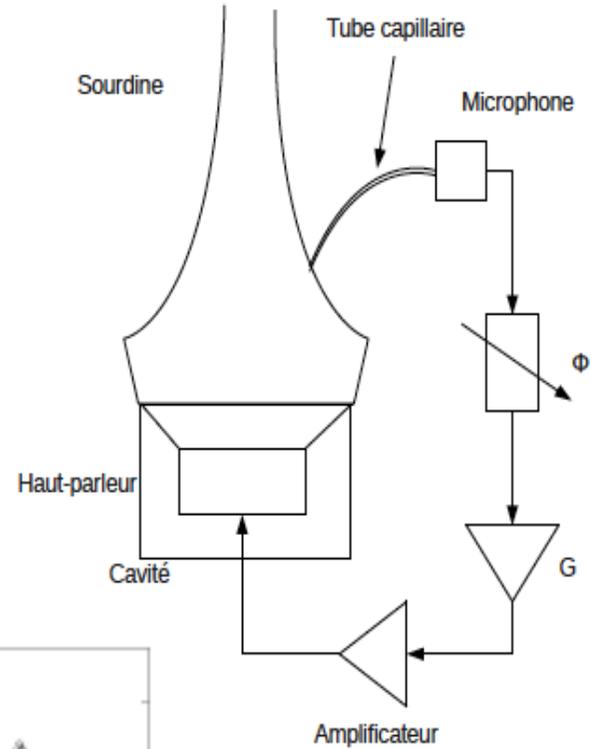
$$H_{BF} = \frac{H}{1 - HGe^{j\phi}}$$

Sourdine active



microphone

haut-parleur



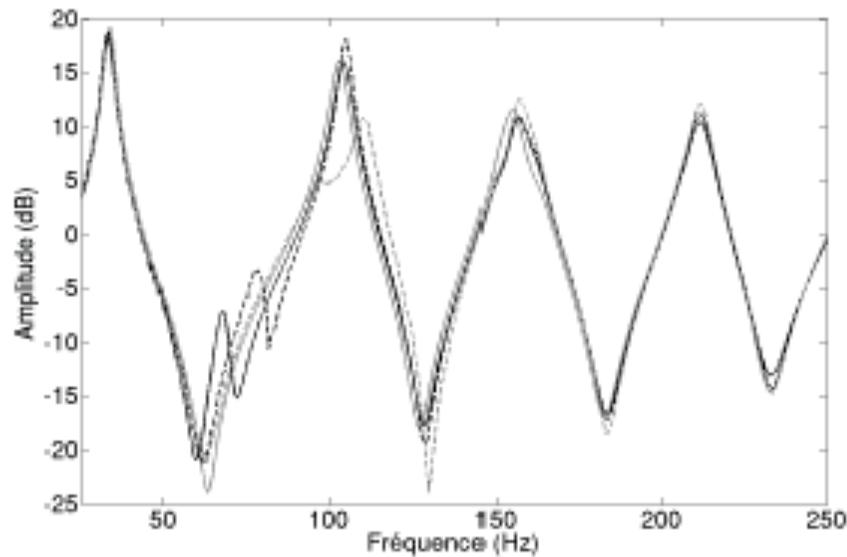
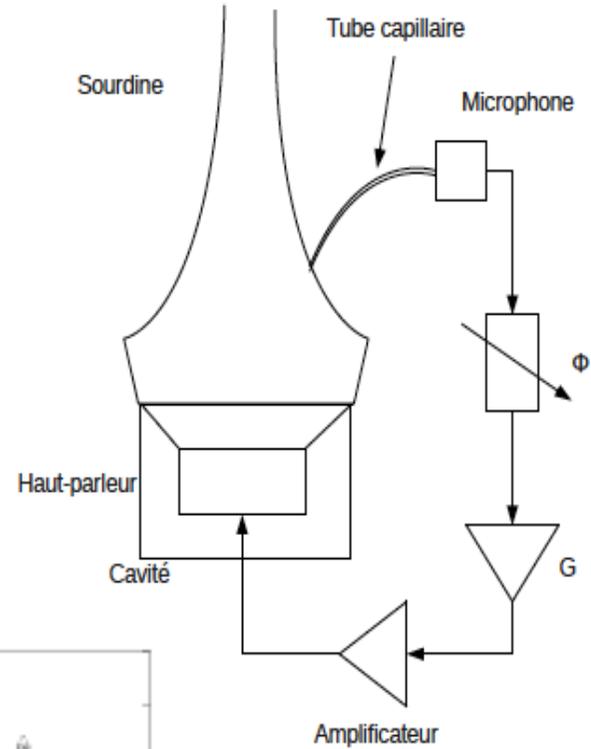
$$H_{BF} = \frac{H}{1 - HGe^{j\phi}}$$

Sourdine active



microphone

haut-parleur



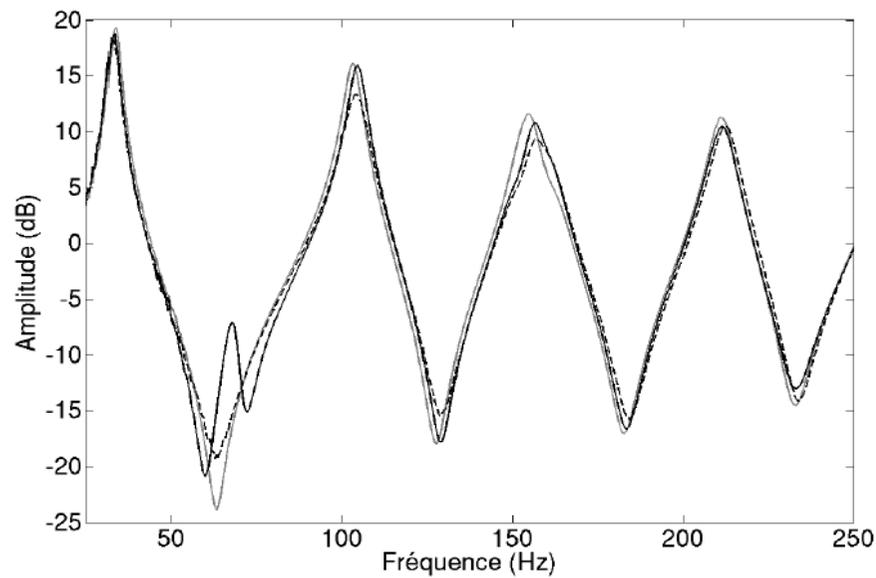
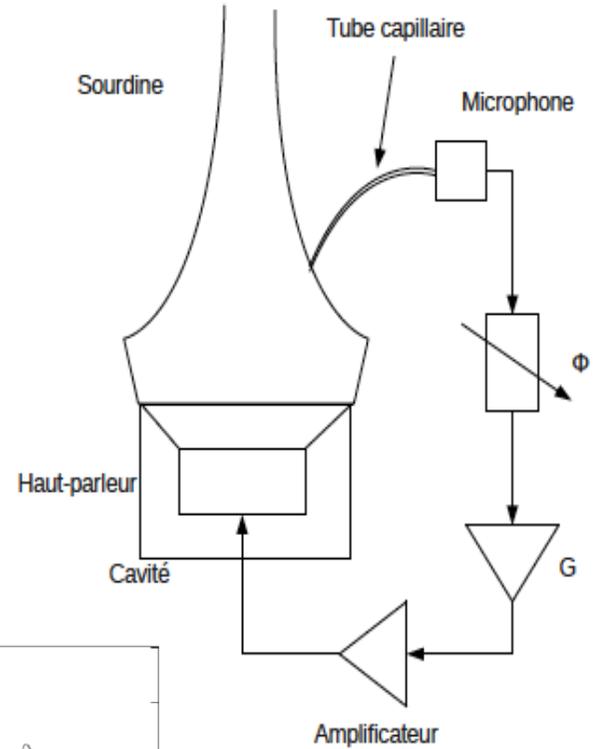
$$H_{BF} = \frac{H}{1 - HGe^{j\phi}}$$

Sourdine active



microphone

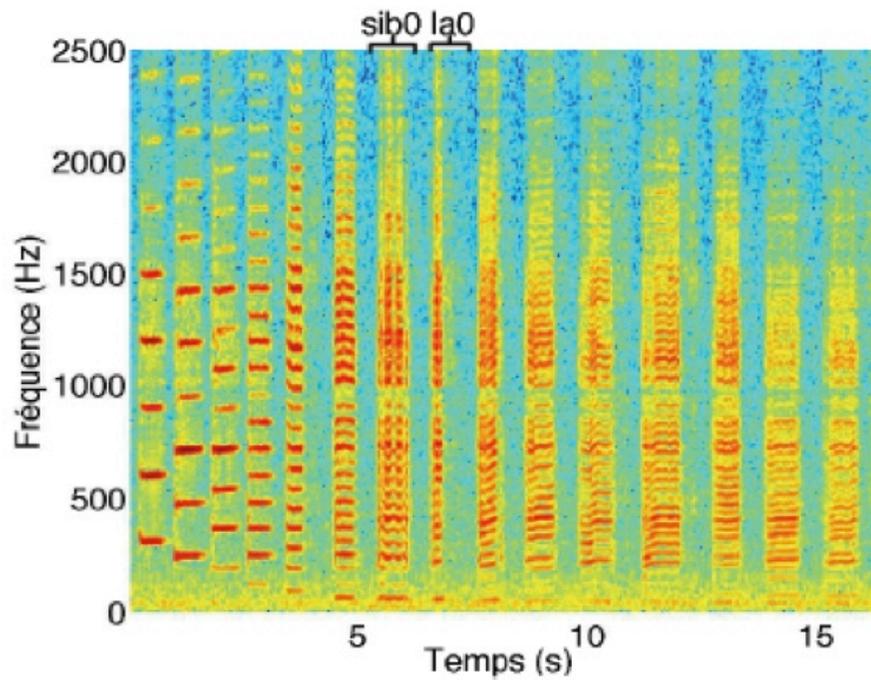
haut-parleur



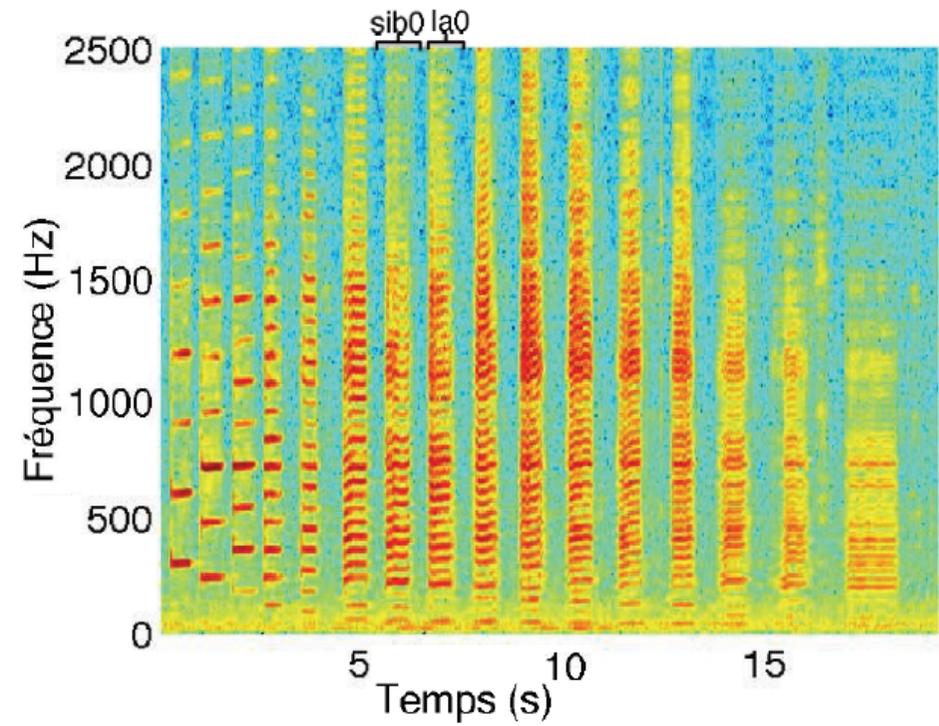
$$H_{BF} = \frac{H}{1 - HGe^{j\phi}}$$

Sourdine active

Sans contrôle



Avec contrôle



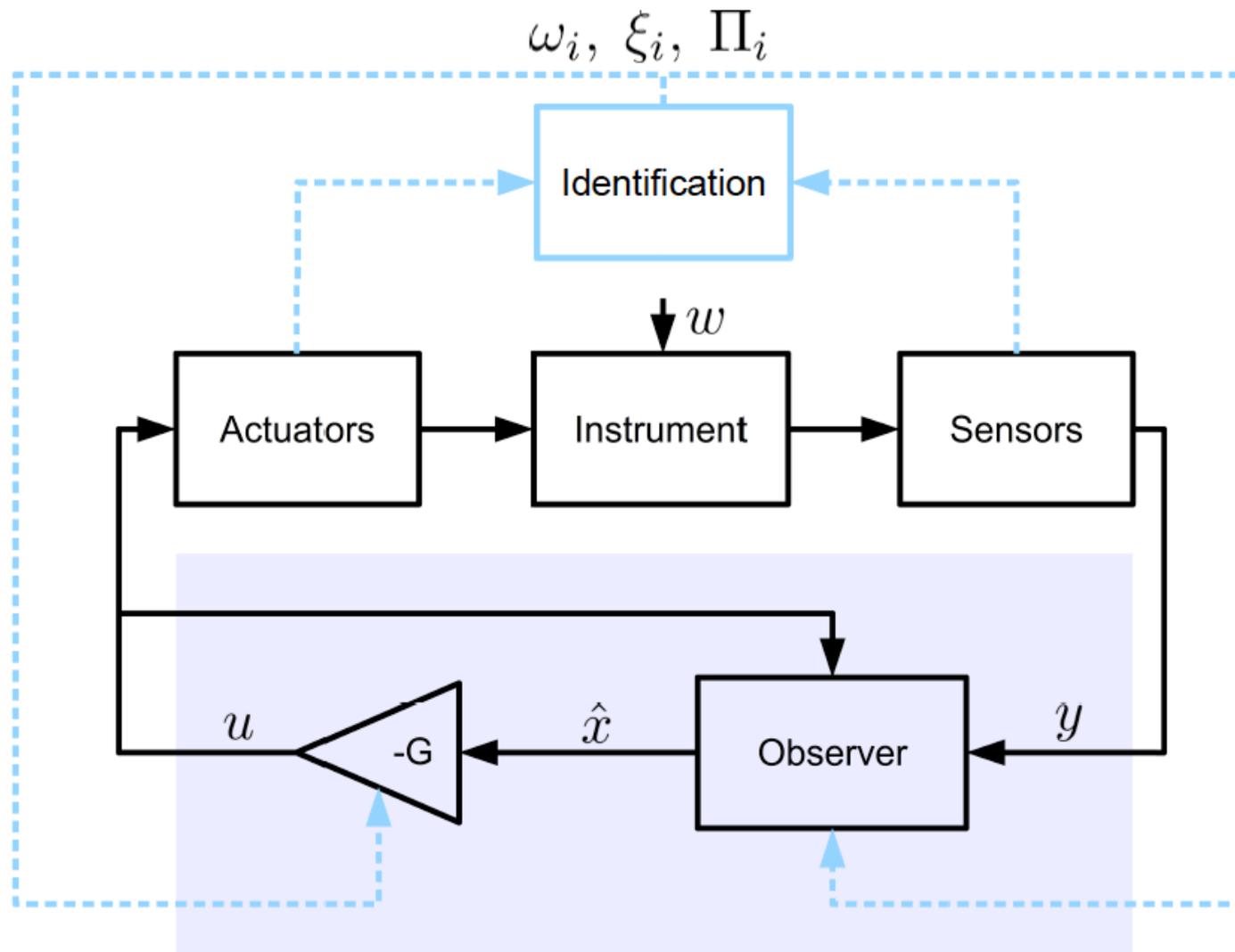
Contrôle actif modal

coll. Baptiste Chomette, d'Alembert (UPMC)

- Dans la plupart des cas d'instruments:
 - La fonction de transfert capteur/actionneur montre plusieurs pics
 - Les qualités sonores basses fréquences et la jouabilité sont liées à plusieurs pics
- Le contrôle actif modal est une bonne solution
 - Permet de contrôler plusieurs modes avec un seul couple capteur-actionneur

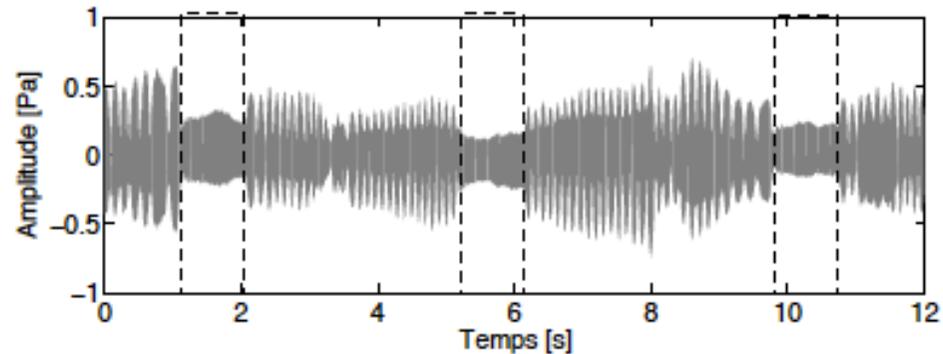
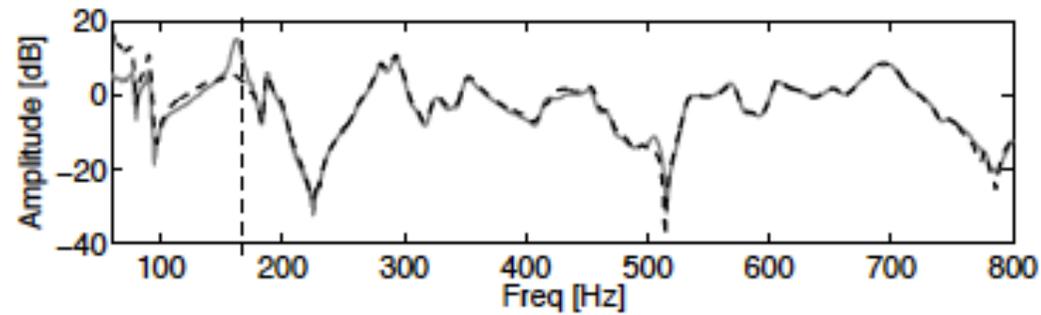
Contrôle actif modal

coll. Baptiste Chomette, d'Alembert (UPMC)



Contrôler

- Contrôler la note du loup du violoncelle



Contrôler

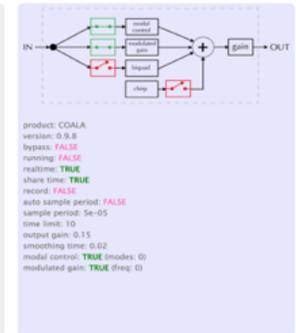
- Technologie

- COALA

- Système embarqué temps-réel
 - Latence très faible (20 μ s)



COALA 0.9.8



- Instrumentarium



Quatuor
R. Dumonteil



Sourdines cuivres
D. Wick



Guitare
M. Dupont



Clarinette basse
Selmer

Quelques détournements artistiques

- Giani Caserotto (guitare)
- Robert HP Platz, Caroline Delume (guitare)
- Juan Arroyo avec Quatuor Tana
- Franceso Filidei avec Quatuor Bela