



**HAL**  
open science

## Contrôle actif des fréquences d'une membrane de tom : implémentation expérimentale

Marc Wijnand, Brigitte d'Andréa-Novel, Thomas Hélie, David Roze

### ► To cite this version:

Marc Wijnand, Brigitte d'Andréa-Novel, Thomas Hélie, David Roze. Contrôle actif des fréquences d'une membrane de tom : implémentation expérimentale. Congrès des Jeunes Chercheurs en Mécanique (Méca-J), Aug 2021, en ligne, France. . hal-03327193

**HAL Id: hal-03327193**

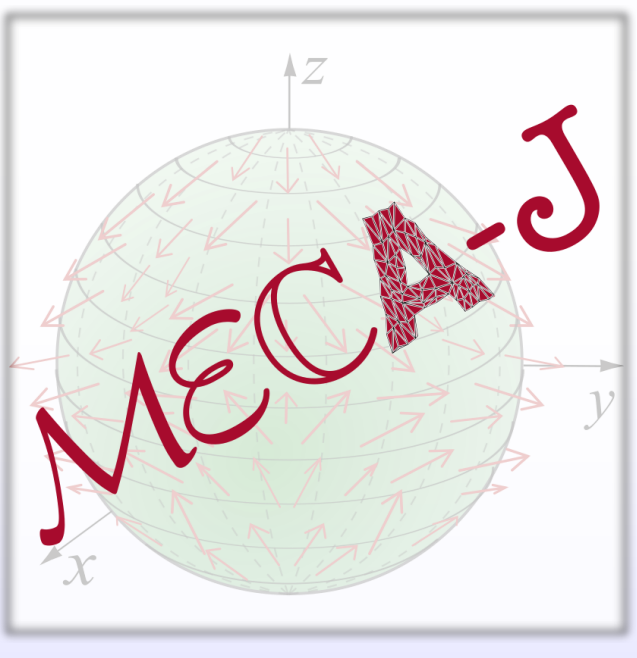
**<https://hal.science/hal-03327193>**

Submitted on 27 Aug 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.





# Contrôle actif des fréquences d'une membrane de tom : implémentation expérimentale

Marc Wijnand<sup>1\*</sup>, Brigitte d'Andréa-Novel<sup>1\*</sup>, Thomas Hélie<sup>2</sup>, David Roze<sup>2</sup>

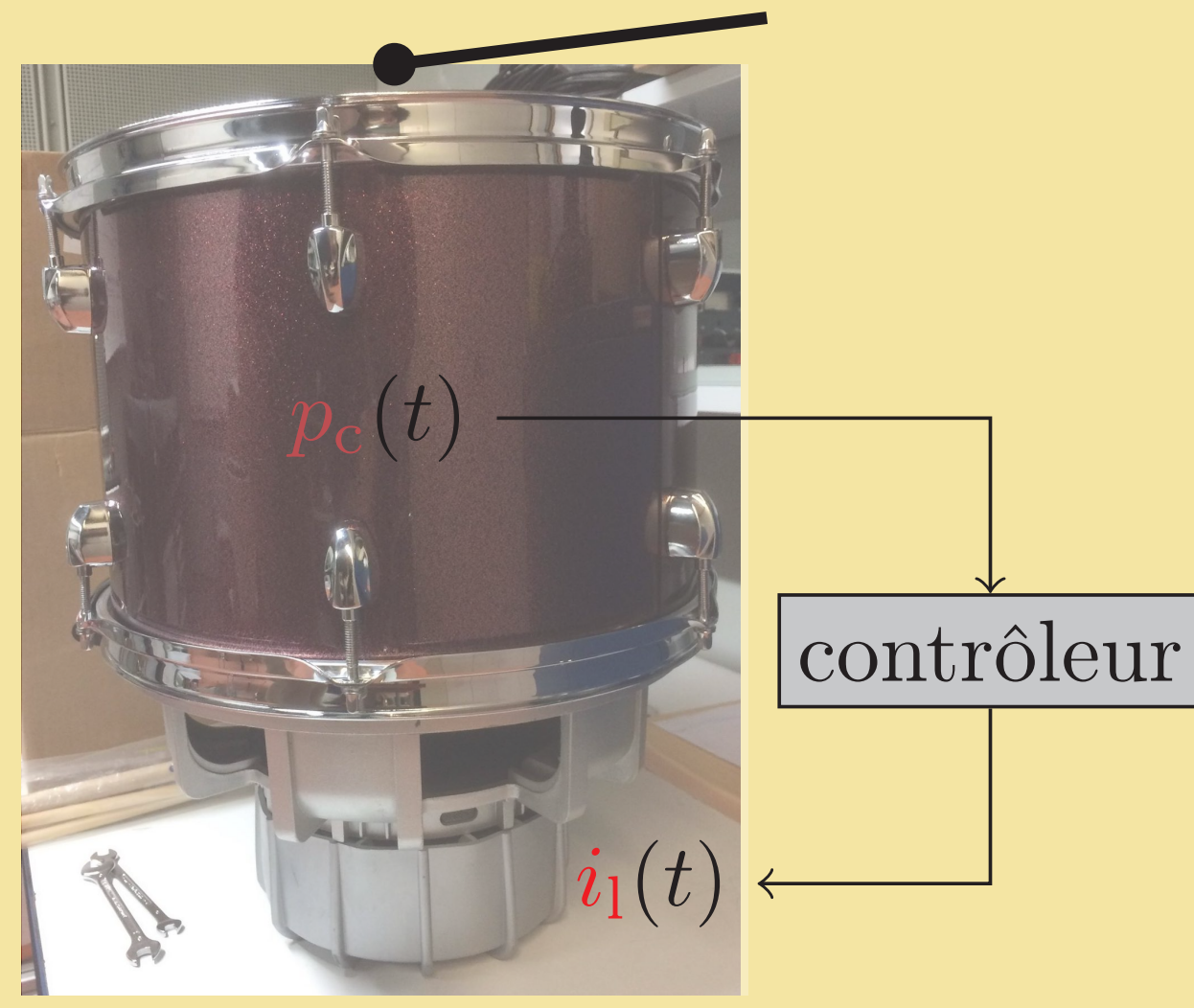
marc.wijnand@ircam.fr – Équipe S3AM, STMS Lab (Ircam – <sup>2</sup>CNRS – <sup>1</sup>Sorbonne Université), Paris – 2021

\*projet ANR Finite4SoS (*Finite time control and estimation for systems of systems*, ANR 15 CE23 0007)

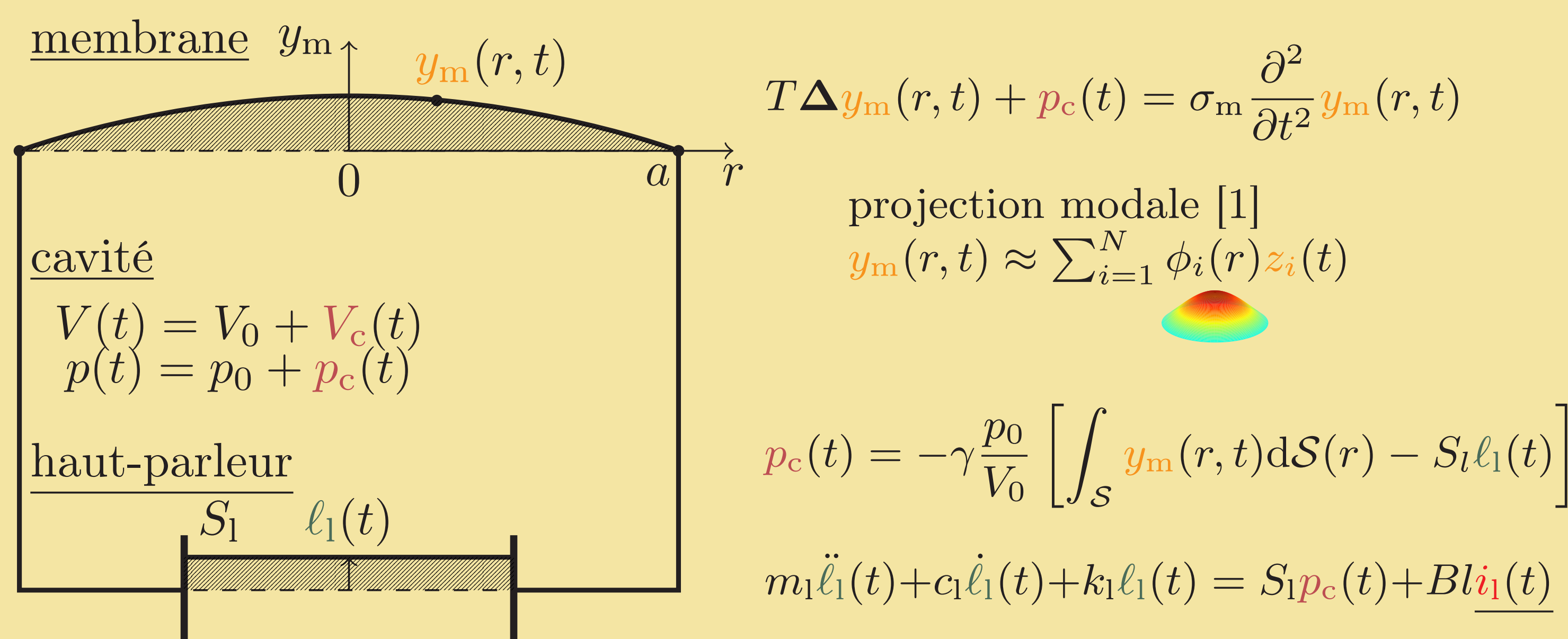


## Introduction

- contrôle actif d'un instrument de musique (*un tom*)
- modifier le son (*fréquences des modes axisymétriques de la membrane*)
- boucle de contrôle entre pression  $p_c(t)$  dans la cavité et courant  $i_1(t)$  (tension  $u_1(t)$ ) appliqué(e) au haut-parleur



## 1. Modèle physique



## 2. Loi de commande

observateur-régulateur [2, 3, 4]

- asservissement de la position du haut-parleur vers une position cible par une loi de commande en temps fini (rapide mais raide)

$$\dot{i}_1 = \kappa_1 \left[ l_1 - l_1^{\text{réf}} \right]^{\frac{\alpha}{2-\alpha}} + \kappa_2 \left[ \dot{l}_1 - \dot{l}_1^{\text{réf}} \right]^\alpha + \dots \quad \text{avec } [x]^\alpha \triangleq \text{sign}(x)|x|^\alpha, \alpha \in ]0,1[$$

- erreur de position ( $l_1 - l_1^{\text{réf}}$ ) → erreur de pression ( $p_c - p_c^{\text{réf}}$ )  
*( $p_c$  mesurée, sans propagation ;  $z_i$  observées)*

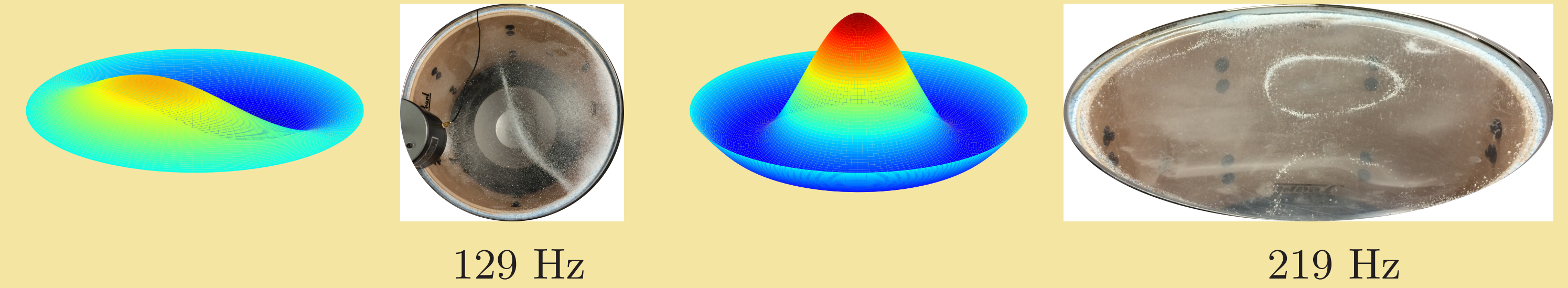
- pression de référence réalisant un placement de pôles ( $\Delta f_i$ )

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} z_i \\ \dot{z}_i \end{bmatrix} = \mathbf{A}_m \begin{bmatrix} z_i \\ \dot{z}_i \end{bmatrix} + \mathbf{B}_m p_c^{\text{réf}} \quad \text{avec } p_c^{\text{réf}} = - \sum_{i=1}^N [k_{i,a} z_i + k_{i,b} \dot{z}_i] = -\mathbf{K} \begin{bmatrix} z_i \\ \dot{z}_i \end{bmatrix}$$

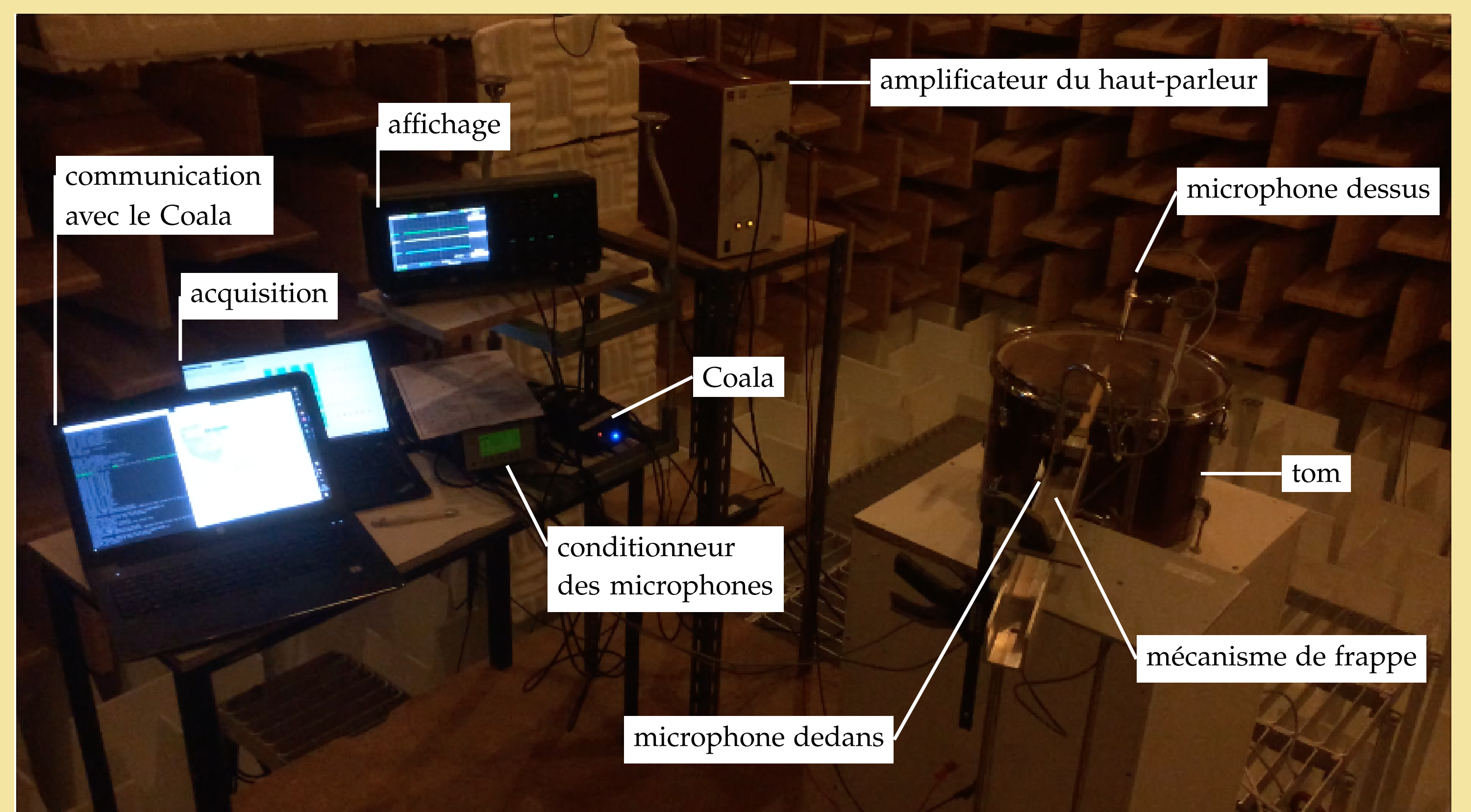
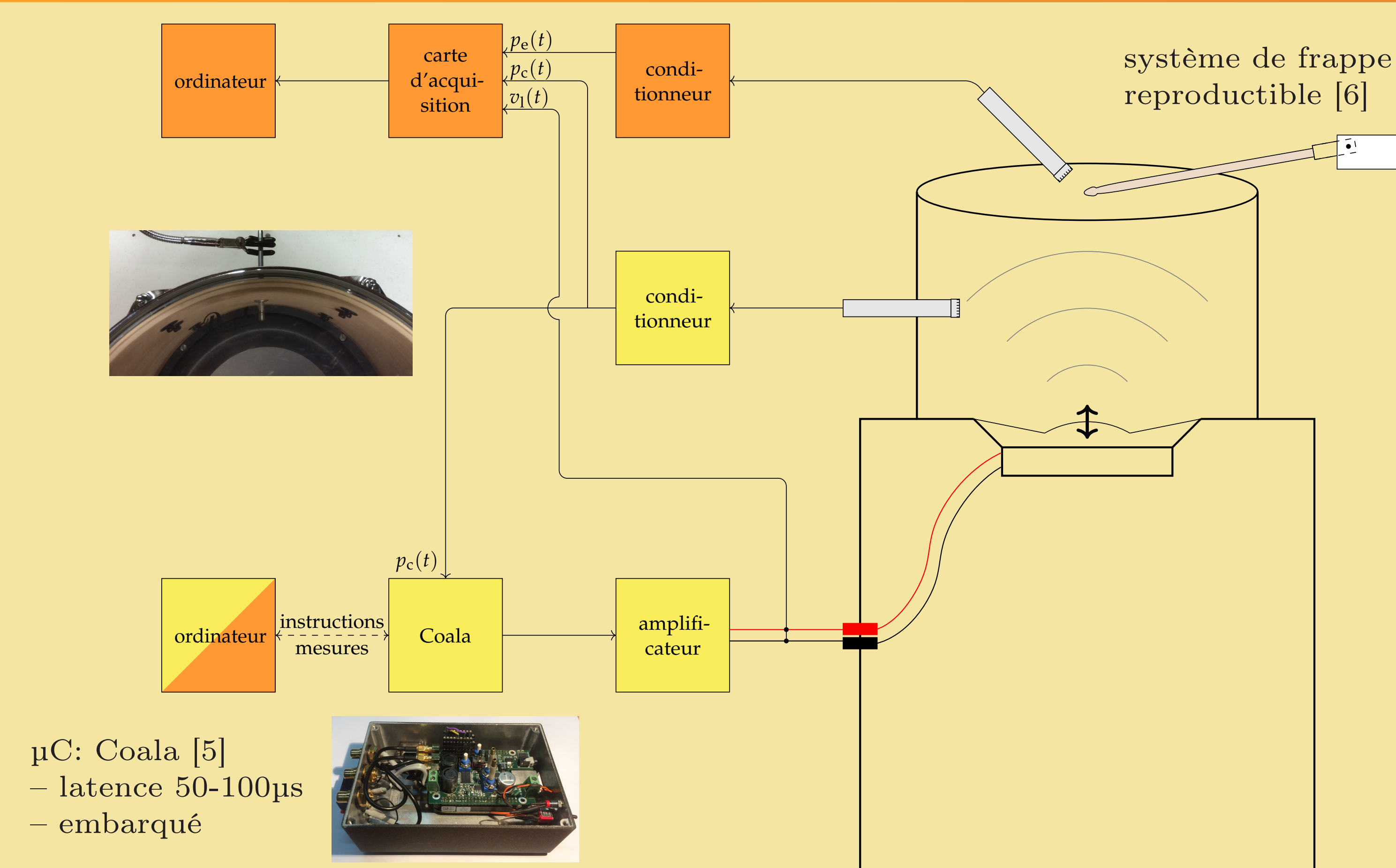
## 3. Identification

mesure/estimation des paramètres physiques

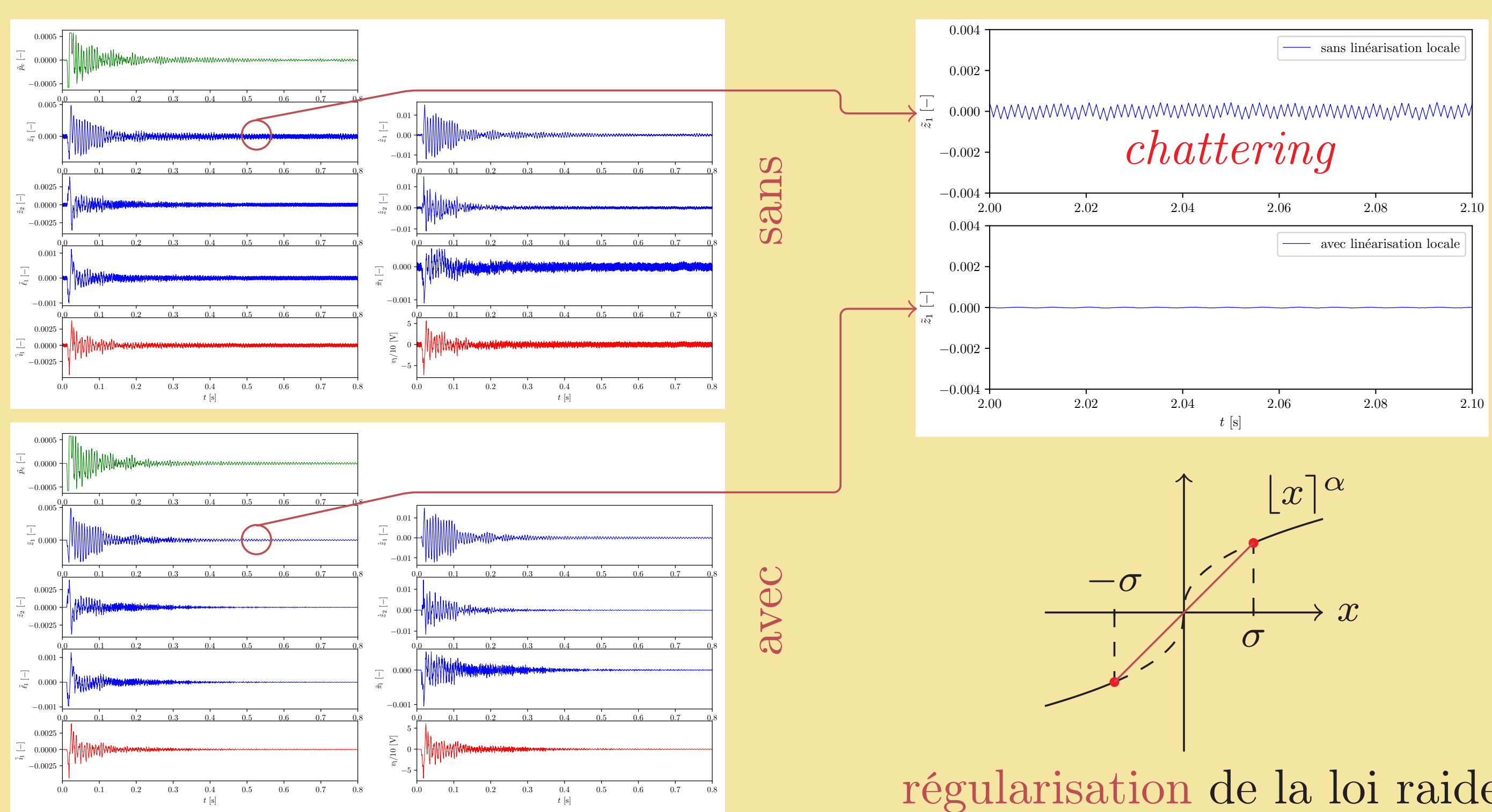
p.ex. tension de membrane  $T$  à partir des figures de Chladni



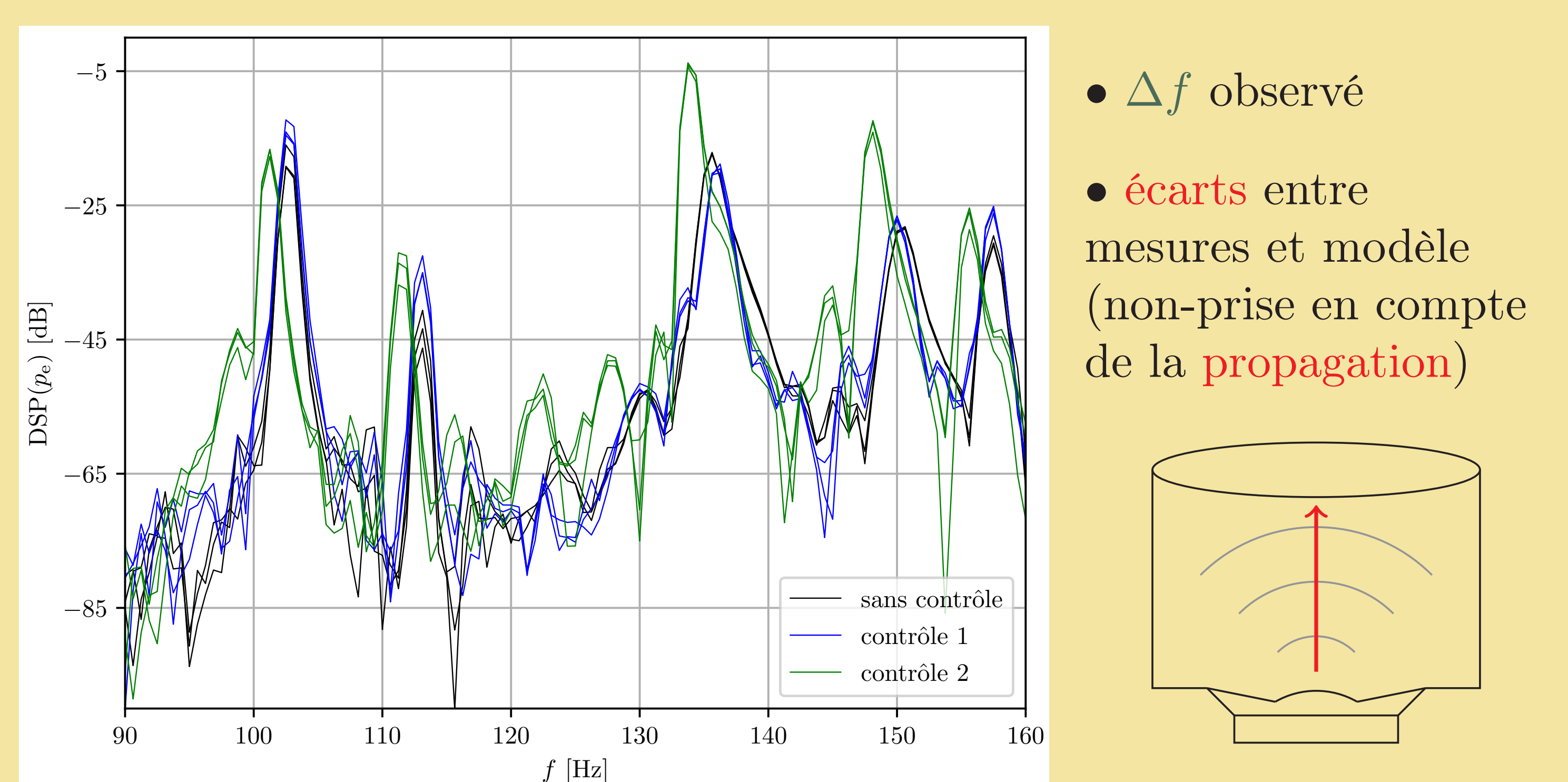
## 4. Dispositif expérimental



## 5. Résultat (i) : régularisation



## 6. Résultat (ii) : changement de fréquences



## Références

- [1] P.M. Morse. *Vibration and sound*. American Society of Acoustics, 1995.
- [2] T. Lebrun, M. Wijnand, T. Hélie, D. Roze, B. d'Andréa-Novel, *Electroacoustic absorbers based on finite-time control of loudspeakers: a numerical investigation*. First International Nonlinear Dynamics Conference, Rome, 2019, Vol. II, pp. 23-31.
- [3] M. Wijnand, B. d'Andréa-Novel, B. Fabre, T. Hélie, L. Rosier, D. Roze. *Active control of the axisymmetric vibration modes of a tom-tom drum*. IEEE 58th Conference on Decision and Control (CDC), Nice, 2019, pp. 6887-6892.
- [4] M. Wijnand, B. d'Andréa-Novel, T. Hélie, D. Roze. *Active control of the axisymmetric vibration modes of a tom-tom drum using a modal-based observer-regulator*. EAA e-Forum Acousticum, Lyon, 2020, pp. 639-646.
- [5] R. Piéchaud. *A lightweight C++ framework for real time active control*. 16th Real Time Linux Workshop, 2014.
- [6] M. Jossic. *Contrôle actif et non-linéarités géométriques : le cas du gong xiaoluo*. Thèse de doctorat, UPMC Paris, 2017.