



**HAL**  
open science

# Modélisation des Phénomènes Non-linéaires pour le Réalisme de la Synthèse de Sons Percussifs

Samuel Poirot

► **To cite this version:**

Samuel Poirot. Modélisation des Phénomènes Non-linéaires pour le Réalisme de la Synthèse de Sons Percussifs. 12èmes Journées des Jeunes Chercheurs en Audition, Acoustique musicale et Signal audio (JJCAAS 2019), Jun 2019, Le Mans, France. . hal-04350192

**HAL Id: hal-04350192**

**<https://hal.science/hal-04350192v1>**

Submitted on 18 Dec 2023

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

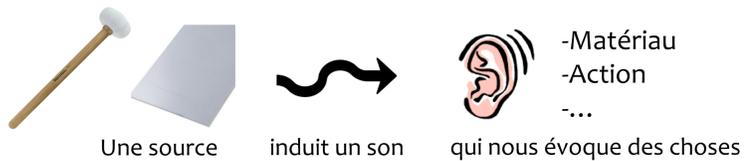
# MODELISATION DES PHENOMENES NON-LINEAIRES POUR LE REALISME DE LA SYNTHESE DE SONS PERCUSSIFS

Samuel POIROT Doctorant (2<sup>e</sup> année)  
encadré par Richard KRONLAND-MARTINET et Stefan BILBAO



## I. Contexte & Problématique

### Approche écologique de la perception appliquée aux événements sonores [1]



Postulat : Structures invariantes permettant la reconnaissance des événements sonores

↳ Synthèse réaliste contrôlée par une description sémantique de la source du son

### Synthèse sonore par évocation [2]

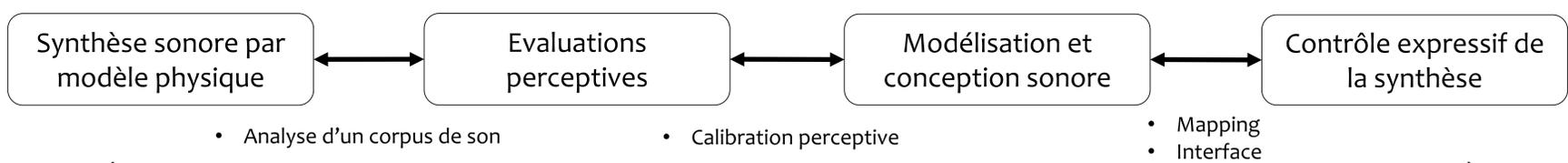


Interface de contrôle haut-niveau pour la synthèse de sons solides

### Comment améliorer les capacités expressives et le réalisme des processus de synthèse ?

➡ Modélisation perceptive des phénomènes non-linéaires

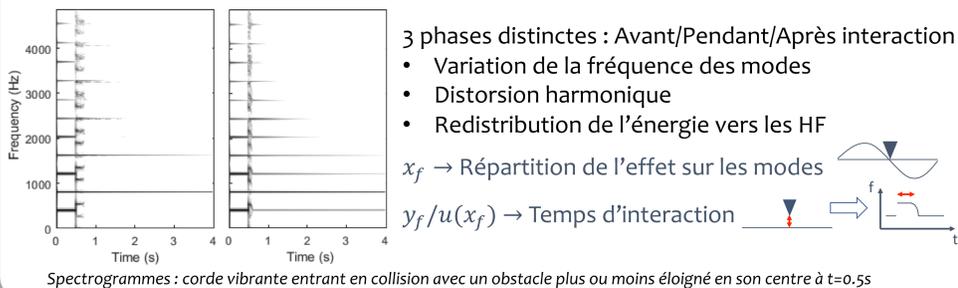
## II. Méthodes



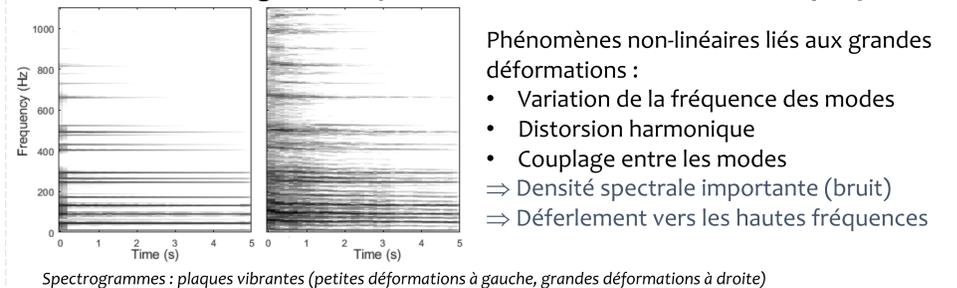
### Développement de processus de synthèse contrôlé intuitivement

## III. Détermination des morphologies sonores

### Interactions non-linéaires : collisions entre une corde vibrante et un obstacle



### Non-linéarités géométriques : turbulences d'ondes dans une plaque



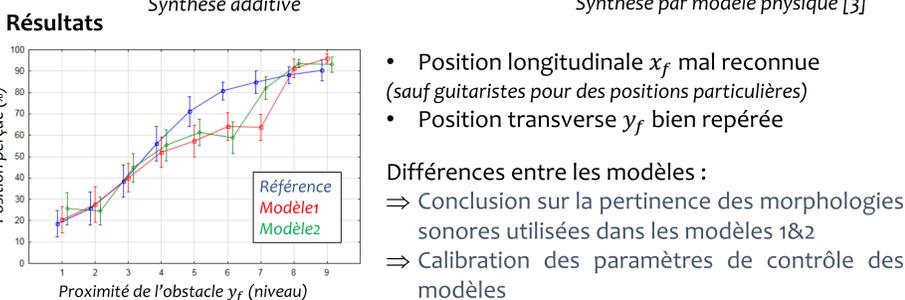
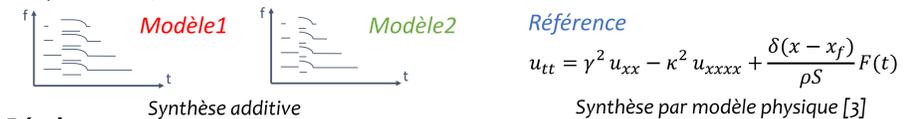
## IV. Evaluations Perceptives (Tests d'écoutes)

• 22 Participants Normo-entendant (6 guitaristes)  
• Stimuli – 81 sons de synthèse (Facteurs :  $x_f$  (L/2; L/3; 5L/12) -  $y_f$  (9 niveaux))

• 14 Participants Normo-entendant  
• Stimuli – 30 sons de synthèse (Facteurs :  $H$  (1; 2; 3 mm) -  $A_f$  (10 niveaux))

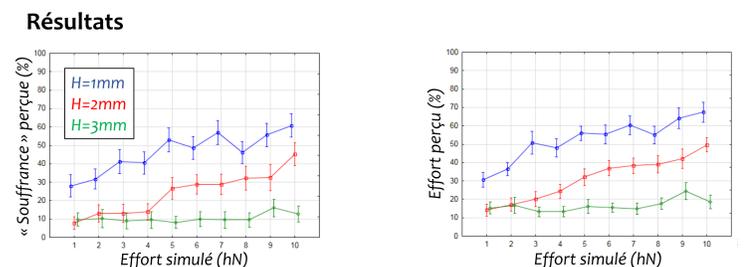
**Hypothèses sur la perception du phénomène :**  
• Profondeur de l'impact ➡ Rugosité et inharmonicité pendant l'interaction  
• Position longitudinale de l'obstacle ➡ Répartition de l'effet sur les modes

**Tâche :** Evaluer la position de l'interaction sur une corde ( $X_p$ ;  $Y_p$ )  
Comparaison de 3 modèles :



**Hypothèse :**  
Apparition de phénomènes non-linéaires liés aux grandes déformations ➡ Augmentation de la force d'impact perçue

**Tâche :** Evaluer la force de l'impact et la « souffrance » de l'objet  
Synthèse par modèle physique des stimuli – modèle de Von Karman [4]



• La perception de la force d'impact diffère selon l'objet  
➡ Corrélation avec de la force perçue avec la notion de « souffrance » de l'objet et avec l'apparition des phénomènes non-linéaires audibles

## V. Conclusions & Perspectives

### CONCLUSIONS :

- Identification et modélisation des morphologies sonores pour les collisions,
- Contrôle de la position de l'interaction.

### PERSPECTIVES :

- Proposer un contrôle de la nature de l'obstacle (dureté, taille, amortissement),
- Modélisation plus fine pour les interactions douces (e.g. tanpura),
- Interface gestuelle/contrôle temps-réel.

- Les non-linéarités géométriques jouent un rôle central dans la perception de l'intensité de l'excitation.

- Définir un modèle de transformation du signal pour les non-linéarités géométriques,
- Etudier les morphologies sonores liées aux déformations plastiques et à la rupture.

## Références

[1] W. W. Gaver, « What in the world do we hear?: An Ecological Approach to auditory events perception », *Ecological psychology*, vol.5, no.1, pp.1-29, 1993.  
[2] M. Aramaki, C. Gondre, R. Kronland-Martinet, T. Voinier, and S. Ystad, "Thinking the sounds: an intuitive control of an impact sound synthesizer." Georgia Institute of Technology, 2009.  
[3] S. Bilbao, A. Torin, and V. Chatziioannou, "Numerical modeling of collisions in musical instruments," *Acta Acustica united with Acustica*, vol. 101, no. 1, pp. 155–173, 2015.  
[4] S. Bilbao, "A family of conservative finite difference schemes for the dynamical von karman plate equations", *Numerical Methods for Partial Differential Equations: An International Journal*, 2008.