

Réseaux acoustiques et modes localisés

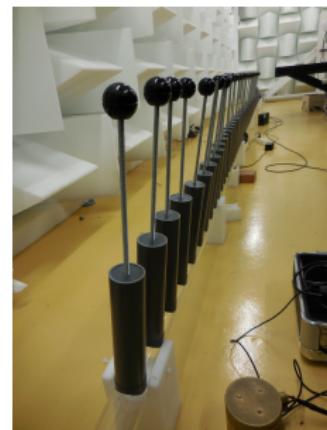
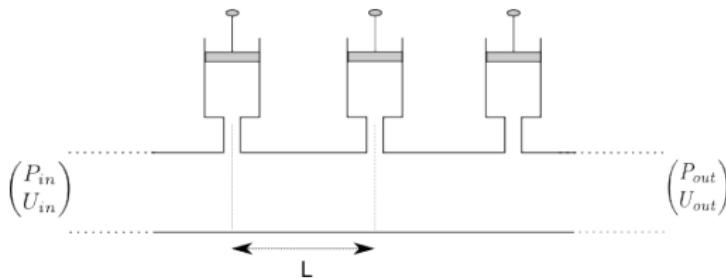
M1 Acoustique

Alice DINSENMEYER & Thomas LECHAT
encadrés par Olivier RICHOUX

19 mai 2015

Introduction

- ▶ Objectif : observer expérimentalement un mode localisé
- ▶ Contexte : méta-matériaux, applications à l'acoustique non-linéaire



Plan

Réseau infini

Ajout d'une singularité

Visualisation expérimentale du mode localisé

Réseau infini : Formalisme matriciel

Matrices de transfert :

- ▶ pour un guide

$$\begin{pmatrix} p_1 \\ v_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(kL) & \frac{j\omega\rho}{k} \sin(kL) \\ \frac{k}{j\omega\rho} \sin(kL) & \cos(kL) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_2 \\ v_2 \end{pmatrix}$$

- ▶ pour un résonateur

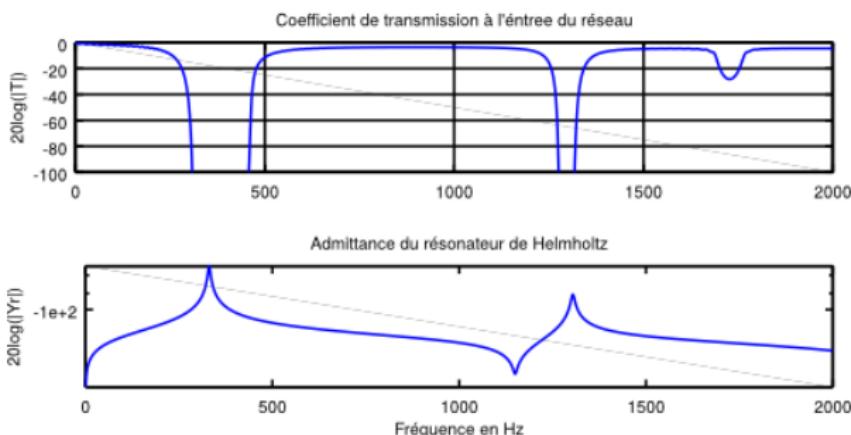
$$\begin{pmatrix} P_e \\ U_e \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} \cos(kL_n) & jZ_n \sin(kL_n) \\ \frac{1}{Z_n} \sin(kL_n) & \cos(kL_n) \end{pmatrix}}_{\text{Col}} \underbrace{\begin{pmatrix} \cos(kL_c) & jZ_c \sin(kL_c) \\ \frac{1}{Z_c} \sin(kL_c) & \cos(kL_c) \end{pmatrix}}_{\text{Cavité}} \begin{pmatrix} P_s \\ 0 \end{pmatrix}$$

Réseau infini : Bande interdites

Résonance du résonateur de Helmholtz

Résonance de la cavité du résonateur

Périodicité (bande de Bragg)



Ajout d'une singularité

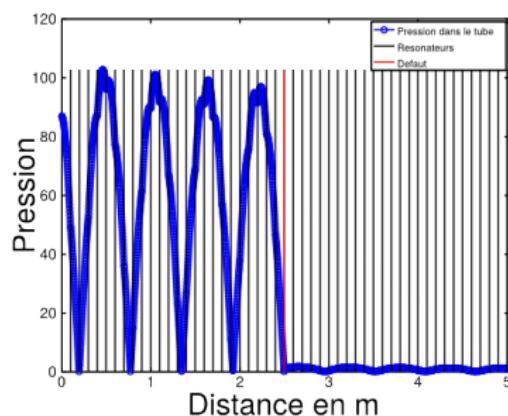
Ajout d'une **singularité** sur un des résonateurs
→ création d'un mode localisé

Problématique

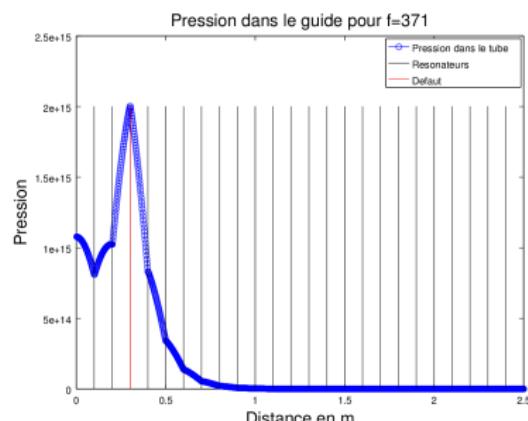
- ▶ Où placer cette singularité ?
- ▶ Comment choisir sa fréquence de résonance ?
- ▶ Comment l'observer expérimentalement ?

Ajout d'une singularité : à quelle fréquence ?

Hors d'une bande interdite :
réflexion totale

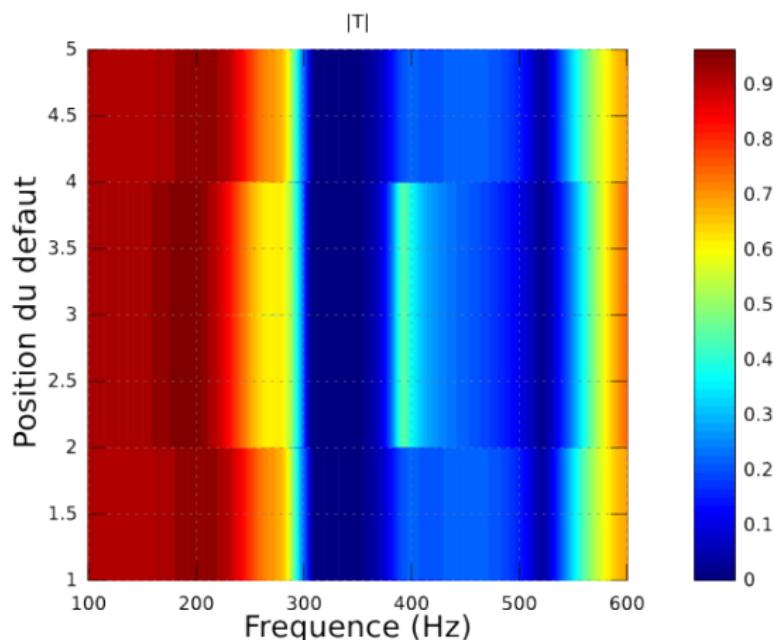


Dans une bande interdite :
localisation de l'onde



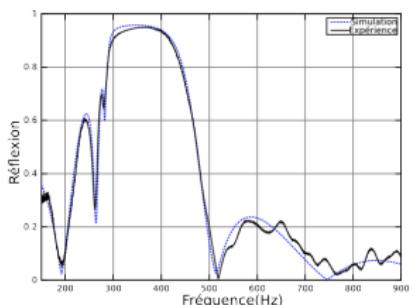
Ajout d'une singularité : à quelle position ?

Transmission en fonction de la position :

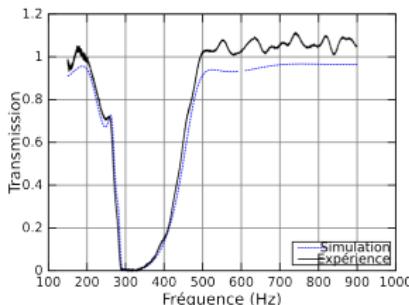


Ajout d'une singularité : réflexion et transmission

Sans défaut :

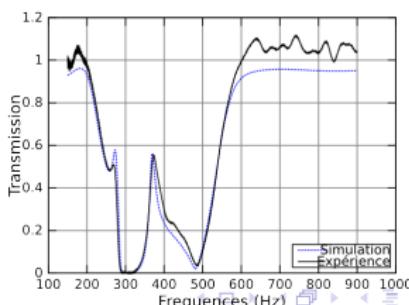
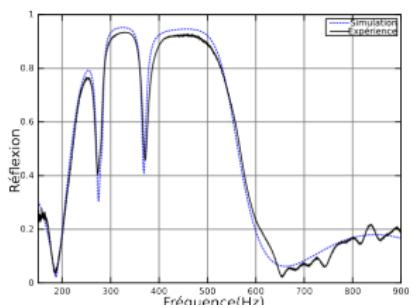


(a) Réflexion

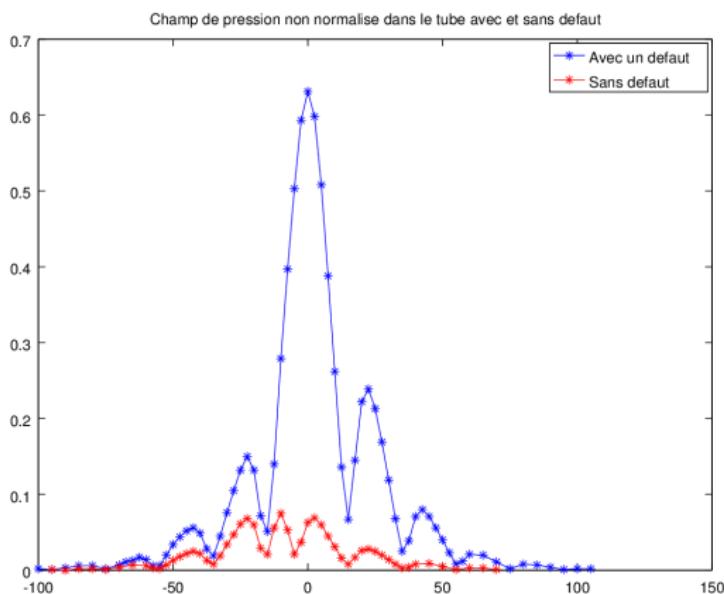


(b) Transmission

Avec défaut (bord de bande interdite) :



Visualisation expérimentale du mode localisé

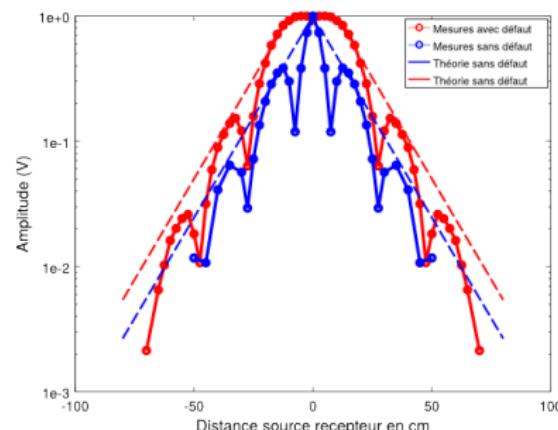
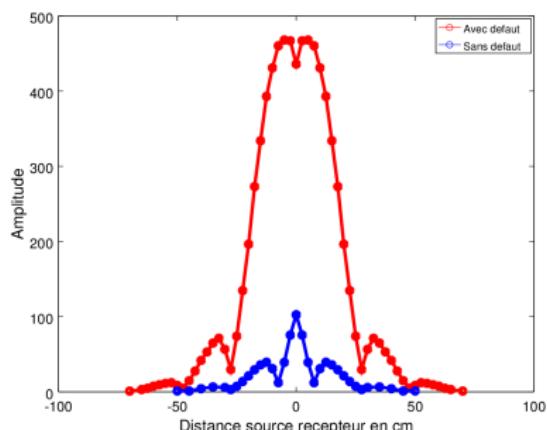


Pression mesurée dans le réseau.

Visualisation expérimentale du mode localisé

Changement de géométrie du réseau

Ajout d'un 2^{ème} défaut → symétrie



Échelle linéaire.

Échelle logarithmique, amplitude
normalisée.

Conclusions

- ▶ Forte amplitude locale → effets non-linéaires possibles
- ▶ Applications en acoustique non-linéaire :
 - filtrage dynamique,
 - système asymétrique,
 - conception de matériaux variés.

Bibliographie

J P Dalmont. Guide des Guides d'ondes acoustiques (version 1.4). 2010

O Richoux. Étude de la propagation des ondes mécaniques dans un réseau unidimensionnel comportant du désordre et/ou des non-linéarités localisées. Th. doct. : Acoustique. Le Mans : université du Maine, 1999

G Theocharis, O Richoux, V Romero García, A Merkel, and V Tournat. Limits of slow sound propagation and transparency in lossy, locally resonant periodic structures. New Journal of Physics, 2014.