

# IFSTTAR centre nantais, 20 ans de collaboration avec le LAUM



**Joël GILBERT**

**DR CNRS, Directeur du LAUM**

**Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine – CNRS**

**Le Mans, France**



Remerciements : C.Ayrault, M.Bérenghier, JB.Doc, G.Dubois, S.Félix, B.Lihoreau, M.Moleron, A.Pelat, V.Pagneux, J.Picaut, O.Richoux, V.Tournat.

## Quelques dates et projets clés :

- Soutenance de thèse de J.Picaut à l'Université du Maine (Le Mans) le 30 mars 1998  
« Modélisation des champs diffus par une équation de diffusion. **Application à l'acoustique des salles et à l'Acoustique urbaine** »  
... Puis recrutement J.Picaut au LCPC en 1998.

⇒ Collaboration LCPC / LAUM

*Mercato : Judicaël Picault, Bertrand Lihoreau, Gwenaël Guillaume, Guillaume Dubois, ...*

- Projet "ECND-PdL" (Evaluation et Contrôle Non Destructifs - Pays de la Loire) 2009-2013  
Financement Région Pays-de-la-Loire en réponse à AAP « Emergence collective »

⇒ Collaboration IFSTTAR (CND) / LAUM

- Master Pro « Acoustique des Transports, de la Ville et de l'environnement »
- Congrès Français d'Acoustique 2012 (Nantes, M.Bérenghier et al)



## Quelques dates et projets clés :

- Soutenance de thèse de J.Picaut à l'Université du Maine (Le Mans) le 30 mars 1998  
 « Modélisation des champs diffus par une équation de diffusion. **Application à l'acoustique des salles et à l'Acoustique urbaine** »  
 ... Puis recrutement J.Picaut au LCPC en 1998.

⇒ Collaboration LCPC / LAUM

*Mercato : Judicaël Picault, Bertrand Lihoreau, Gw...*



- Master Pro « Acoustique des transports, de la Ville et de l'environnement »
- **Congrès Français d'Acoustique 2012 (Nantes, M.Bérenghier et al)**



Introduction

**1. Acoustique urbaine**

2. Imagerie et identification de défauts (ECND)

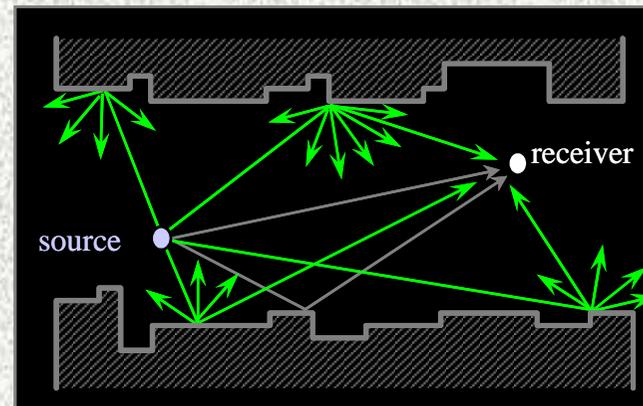
Conclusion

« Modélisation des champs diffus par une équation de diffusion. Application à l'acoustique des salles et à l'Acoustique urbaine »

⇒ Application à la diffusion du son dans les rues.

balcons

facades



⇒ Modélisation de type « diffusion »

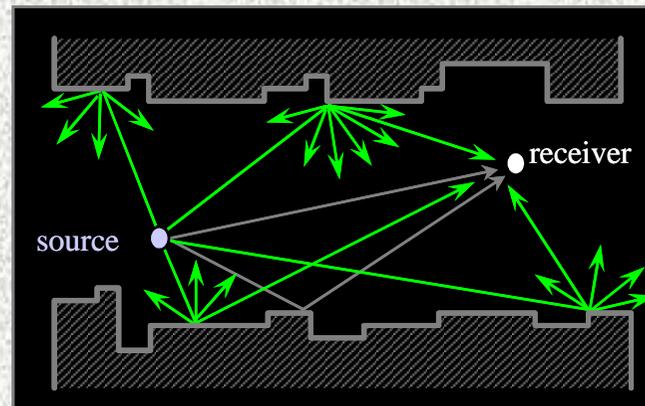
$$\frac{\partial w}{\partial t} - D\Delta w = 0$$

« Modélisation des champs diffus par une équation de diffusion. Application à l'acoustique des salles et à l'Acoustique urbaine »

⇒ Application à la diffusion du son dans les rues.

balcons

facades



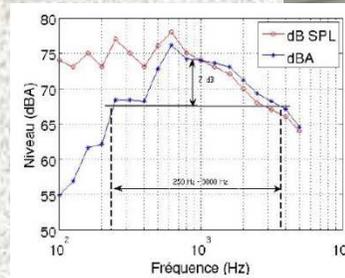
⇒ Approche expérimentale « maquette »





## Mesures sur maquette (1/25<sup>ème</sup>), quelle source ?

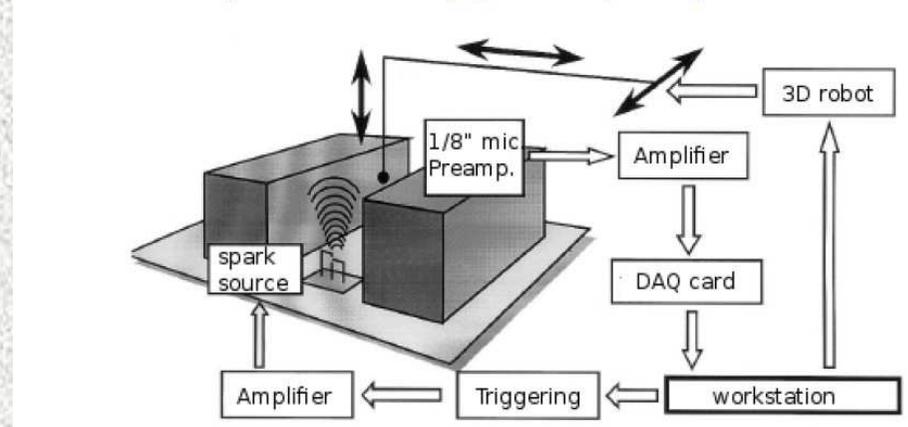
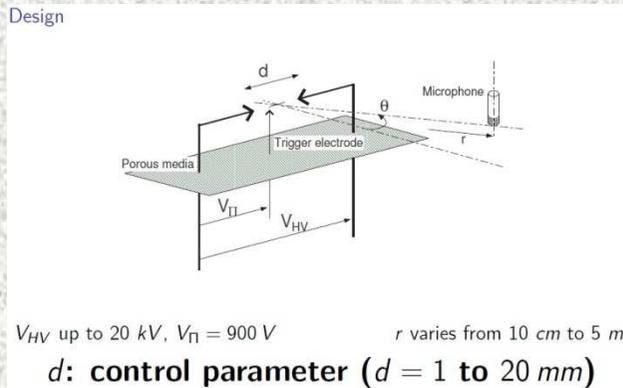
- Application à l'acoustique urbaine
- loi d'échelle (exemple bruit de camions) (0.1 à 4 kHz => 2.5 à 100 kHz)



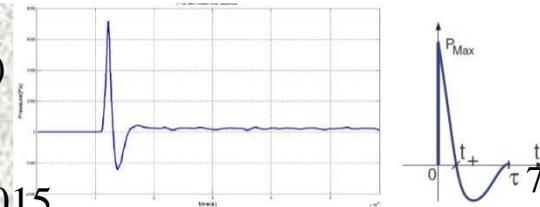
## Différents types de sources :

- tweeter and PVDF [Meynial 1995], tweeters [IFFSTAR 2012]
- air-jet [Horoshenkov 1993]
- source à étincelle [Meynial >1990; Ayrault 2007]

Scale model experimental set-up [Picaut 2001, Ayrault 2009]



- nature signal source (propagation non-linéaire en espace libre)



Propagation guidée (guide ouvert longitudinalement)



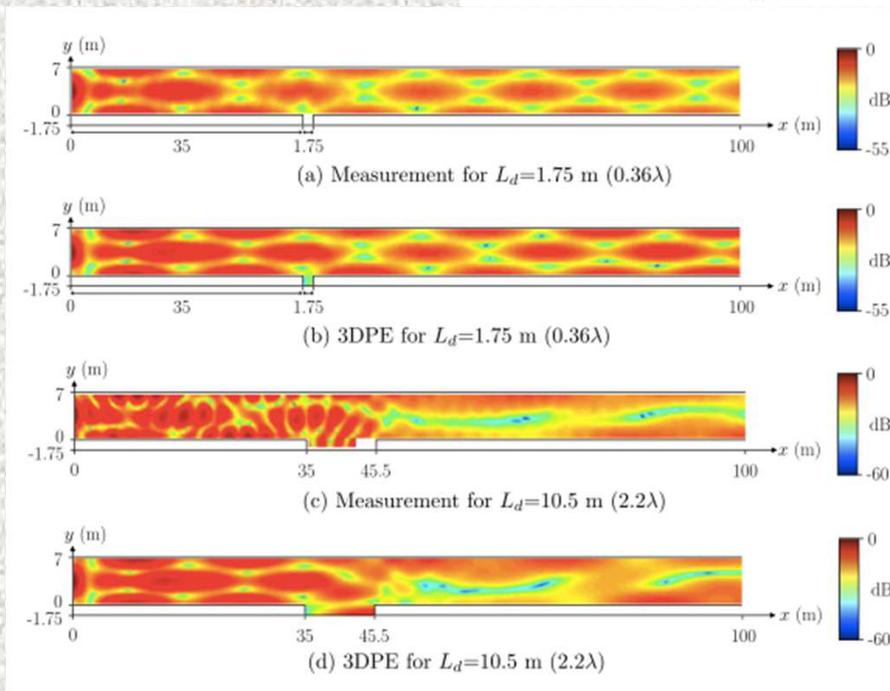
## Modélisation, équation parabolique / FE multimodale

- équation parabolique

$$\left( \frac{\partial}{\partial x} - ikQ^* \right) p(x, y, z) = 0,$$

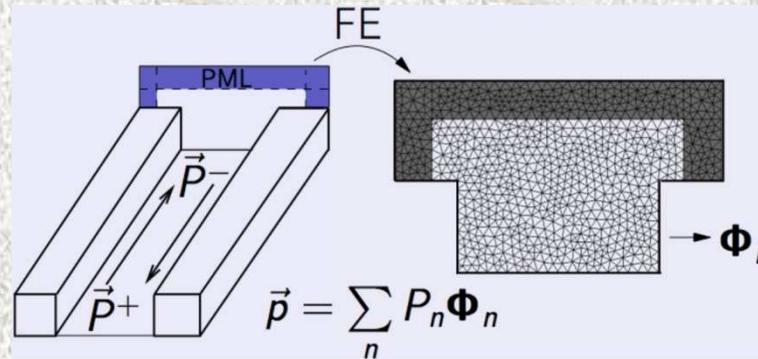
$$Q^* = \sqrt{1 + \underbrace{\frac{1}{k^2} \frac{\partial^2}{\partial y^{*2}}}_{\mathcal{L}_y^*} + \underbrace{\frac{1}{k^2} \frac{\partial^2}{\partial z^{*2}}}_{\mathcal{L}_z^*}}.$$

- résultats typiques  
(simulation, expérience)

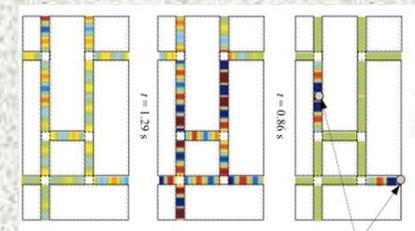
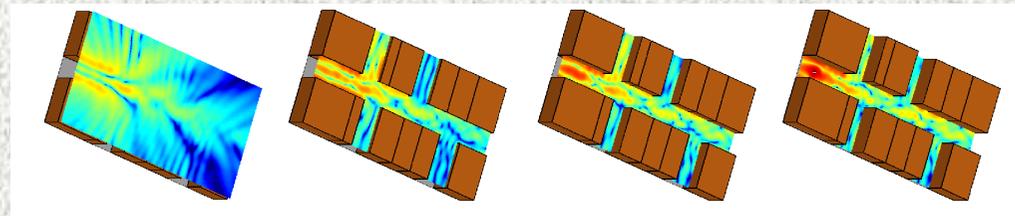
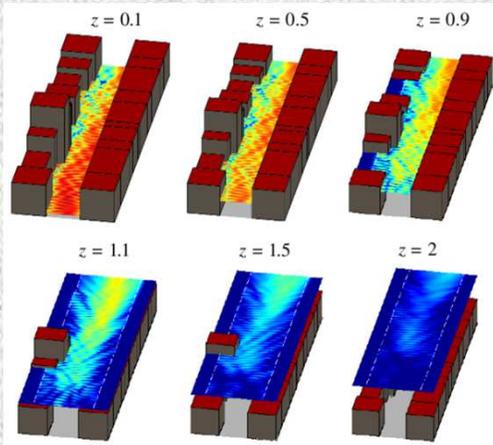


Modélisation, équation parabolique / FE multimodale

- FE multimodale



- résultats typiques (simulation)



Simulations temporelles

## Acoustique urbaine, effets météo [projet em2pau] ?

- modélisation via équation parabolique, ou FE multimodale
- Expérimentation (Ifsttar), source large bande (capteurs acoustiques et météo [vent 3D, température])



## Introduction

### 1. Acoustique urbaine

### **2. Imagerie et identification de défauts (ECND)**

## Conclusion

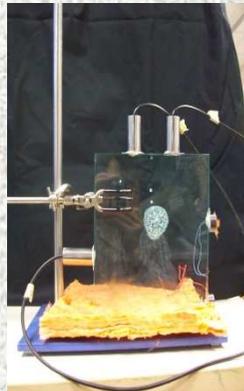
## Imagerie et identification de défauts (ECND), éléments de contexte

- “ECND-PdL” (Evaluation et Contrôle Non Destructifs - Pays de la Loire) 2009-2013
- ⇒ Thèse Zhang

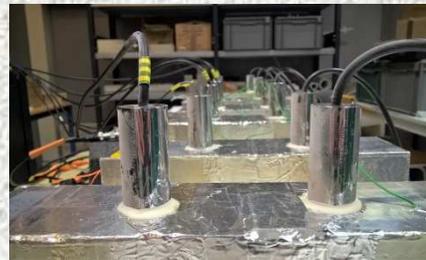
## Imagerie et identification de défauts (ECND), éléments de contexte

- “ECND-PdL” (Evaluation et Contrôle Non Destructifs - Pays de la Loire) 2009-2013  
⇒ Thèse Zhang

- Dispositifs expérimentaux



Plaques de verre fissurées



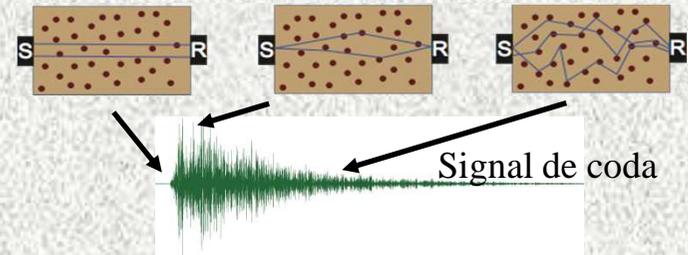
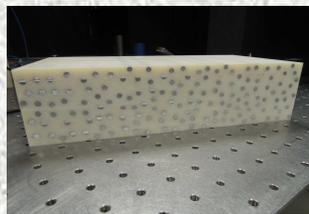
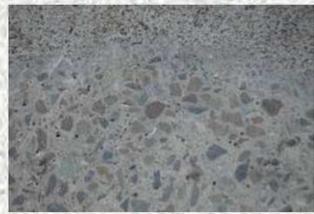
Auto-cicatrisation du béton



Mur diapason instrumenté

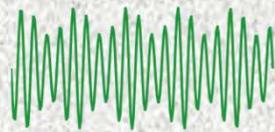
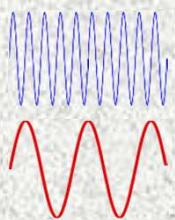
## Imagerie et identification de défauts (ECND), éléments de contexte

- “ECND-PdL” (Evaluation et Contrôle Non Destructifs - Pays de la Loire) 2009-2013
- ⇒ Thèse Zhang

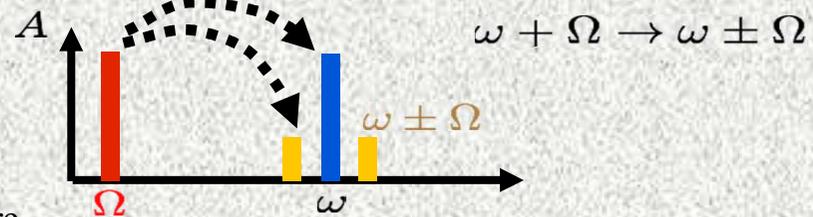


- ECND en milieux complexes

Acoustique non linéaire des solides (rôle important des fissures, défauts)



Mélange de fréquences non linéaire

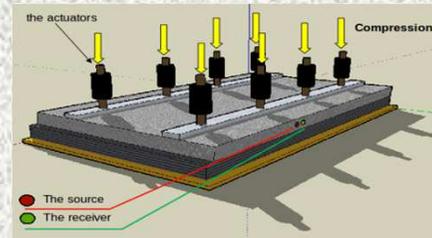


## Imagerie et identification de défauts (ECND), éléments de contexte

- “ECND-PdL” (Evaluation et Contrôle Non Destructifs - Pays de la Loire) 2009-2013
- ⇒ Thèse Zhang

- ECND en milieux complexes
- ⇒ Validation sur structures en béton

Application à des structures instrumentées, comparaison multi-techniques



Fibres optiques, tomographie radar, ...



Instrumentation portable, traitement du signal temps réel (LAUM-ESEO)

## Introduction

1. Acoustique urbaine

2. Imagerie et identification de défauts (ECND)

## Conclusion

## Quelques dates et projets clés : quels prolongements ?

- Soutenance de thèse de J.Picaut à l'Université du Maine (Le Mans) le 30 mars 1998  
« Modélisation des champs diffus par une équation de diffusion. Application à l'acoustique des salles et à l'Acoustique urbaine » ... Puis recrutement J.Picaut au LCPC en 1998.

### ⇒ **Collaboration IFSTTAR (LCPC) ac. urbaine / LAUM**

*Mercato : Judicaël Picault, Bertrand Lihoreau, Gwenaël Guillaume, Guillaume Dubois, ...*

- ⇒ **Prolongement** : nouveaux projets communs (« Etendre le champ d'application des approches ondulatoires aux moyennes et hautes fréquences. Développer un référentiel pour étudier les limites fréquentielles des modèles de propagation »).

- Projet "ECND-PdL" (Evaluation et Contrôle Non Destructifs - Pays de la Loire) 2009-2013  
Financement Région Pays-de-la-Loire en réponse à AAP « Emergence collective »

### ⇒ **Collaboration IFSTTAR (ECND) / LAUM**

- ⇒ **Prolongement** : nouveaux projets communs (« Imagerie et identification de défauts dans les milieux multi-diffusants par acoustique NL »).

- ⇒ **Prolongement** : GIS ECND-PdL  
(équivalent à GDR régional multithématique).

- Master Pro « Acoustique des Transports, de la Ville et de l'environnement »

- **Congrès Français d'Acoustique 2012** (Nantes, M.Bérenghier et al)

- ⇒ **Prolongement** : prochain Congrès Français d'Acoustique 2016  
(Le Mans, 11-15 avril).



# IFSTTAR centre nantais, 20 ans de collaboration avec le LAUM



**Joël GILBERT**

**DR CNRS, Directeur du LAUM**

**Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine – CNRS**

**Le Mans, France**



Remerciements : C.Ayrault, M.Bérenghier, JB.Doc, G.Dubois, S.Félix, B.Lihoreau, M.Moleron, A.Pelat, V.Pagneux, J.Picaut, O.Richoux, V.Tournat.