

LAUM

Laboratoire d'Acoustique de
l'Université du Maine
UMR CNRS/UM 6613



Capteurs acoustiques pour applications industrielles

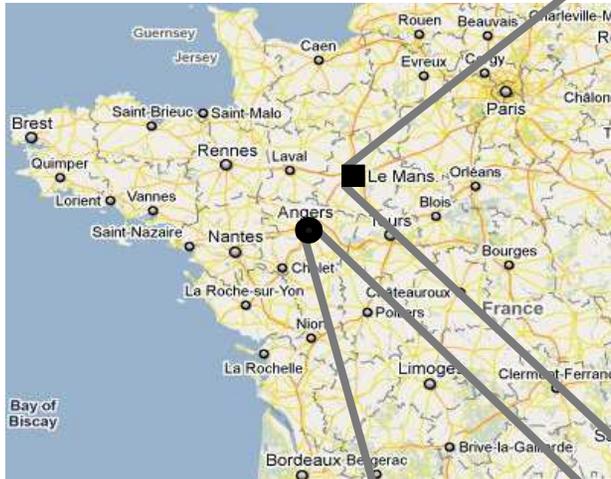
Pierrick Lotton

pierrick.lotton@univ-lemans.fr

Journée des Labos, ANGERS, 26 novembre 2013

LAUM

Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine UMR CNRS/UM 6613



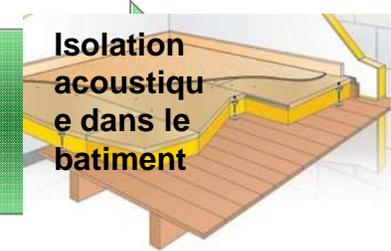
AMM Acoustique et mécanique des matériaux

théorie

$$\rho_e = \frac{\rho_0 \alpha_e}{\Phi} \left(1 + \frac{1}{jX} \left[1 + \frac{M}{2} jX \right]^{1/2} \right),$$

$$\kappa_e = \frac{\Phi}{\rho_0 c_0^2} \left(\gamma - (\gamma - 1) \left(1 + \frac{1}{jX'} \left[1 + \frac{M'}{2} jX' \right]^{1/2} \right)^{-1} \right)$$

Acoustique des matériaux poreux



Mesure de matériaux



Acoustique des milieux granulaires



Ondes guidées

Acoust. non linéaire
Émission acoust.



Ultrasons, émission acoustique, composites

Méthodes acoustiques non linéaires dans les solides

Opto-acoustique, ultrasons laser

CND de structures



CND de composites



Pole ECND Région PAYS DE LA LOIRE

CND en génie civil (béton, granulaires)

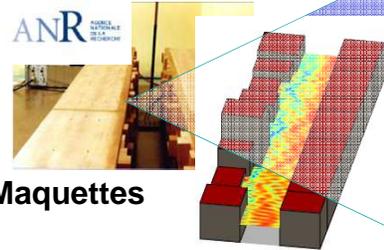


VAGuE Vibrations, acoustique guidée et écoulement

Physique des instruments de musique



Mesure sur instruments

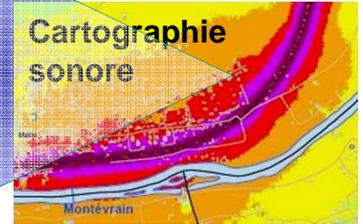


Maquettes

Acoustique Urbaine

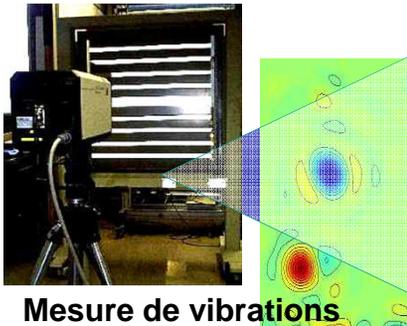


Architecture de rue

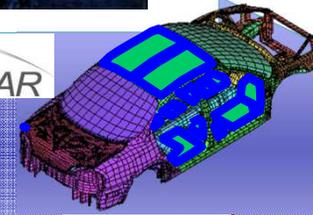


Cartographie sonore

Vibroacoustique des structures

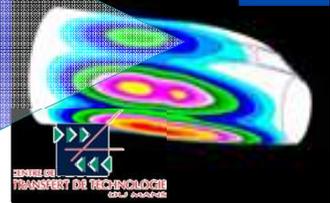


Mesure de vibrations



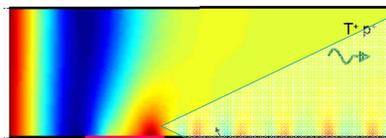
faurecia

Vibroacoustique de véhicules



Service de Transfert de Technologie GTC

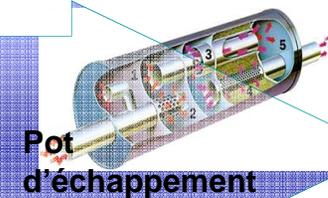
Propagation acoustique en conduits



Calcul de champ de pression



Bruit des avions

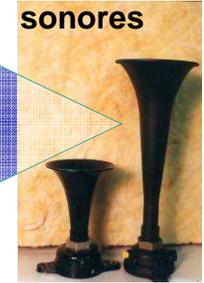


Pot d'échappement

Lutherie



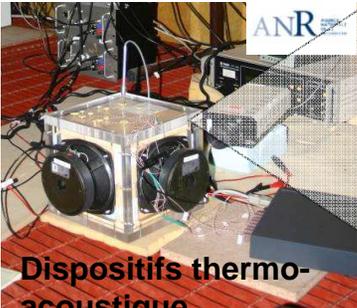
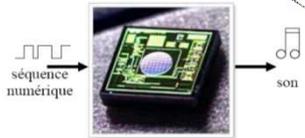
Avertisseurs sonores



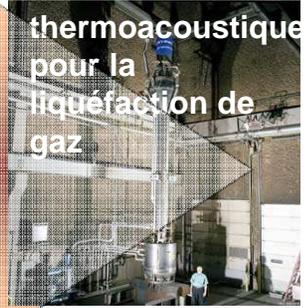
Transducteurs



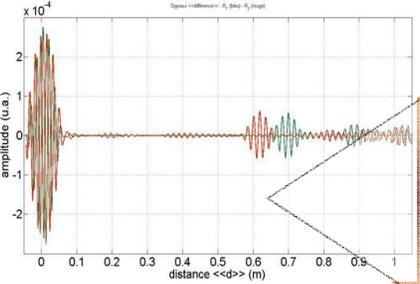
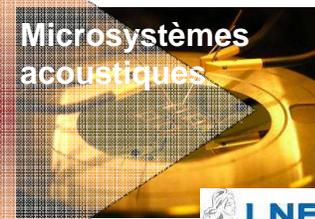
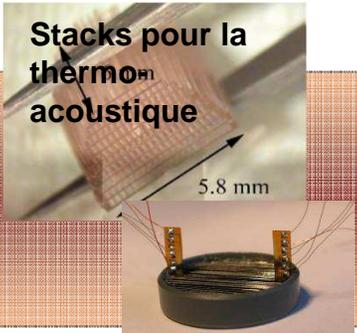
Transducteurs (Haut parleurs)



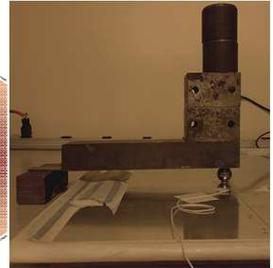
Thermo-acoustique



Microsystèmes acoustiques



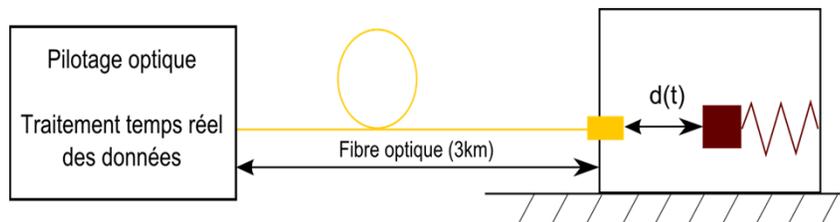
Traitement du signal et capteurs embarqués



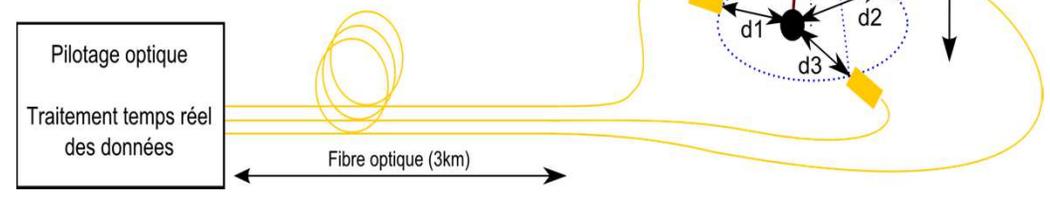
Exemple 1 : Capteurs pour le SHM

Inclinomètres et sismomètres pour la géophysique et le SHM de structures en génie civil

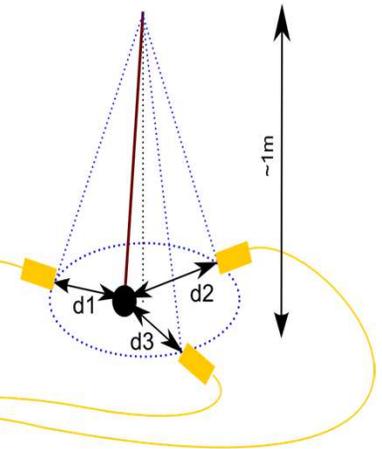
- ANR LINES : Laser **I**nterferometry for **E**arth **S**train
- Techniques optiques interférométriques avec fibres optiques
- 2 types de capteurs pour la géophysique et le SHM



Sismomètre

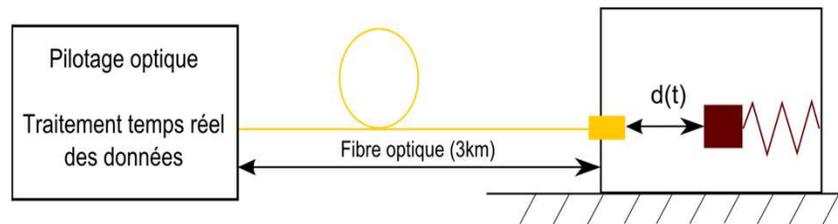


Inclinomètre



Exemple 1 : Capteurs pour le SHM

Inclinomètres et sismomètres pour la géophysique et le SHM de structures en génie civil



Sismomètre



Inclinomètre

- **Avantages et caractéristiques**

- Fibres → Mesure déportée à grande distance ($> 3\text{km}$)
- Fibres → Insensibilité aux interférences électromagnétiques
- Capteur interférométrique simple comparé au Michelson, au Mach-Zehnder et au Sagnac
- Faible coût ($\sim 10\text{ k€}$)
- Capteurs compacts faciles à noyer dans le béton ou dans des forages
- Très grande bande passante : $0\text{Hz} \rightarrow 10\text{kHz}$ (intéressant pour les μ -séismes locaux)
- Faible bruit : **Ecart type $< 1\text{nm}$ (sismomètres) et $< 50\text{ nrad}$ (inclinomètre)**
- Un an de fonctionnement temps réel sans interruption

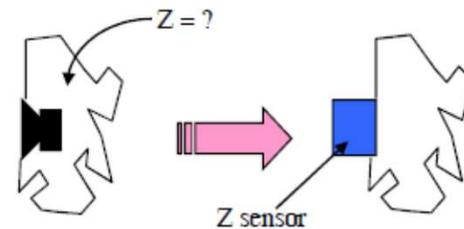
Exemple 2 : Capteur d'impédance acoustique - Collaboration LAUM/CTTM

LAUM

Capteur d'impédance



- Impédance acoustique :
 - Pression / débit
- Applications :
 - Impédances d'entrée de guides d'ondes (acoustique musicale, pavillons...)
 - Charges acoustiques d'un transducteur (enceinte, ...)
 - Contrôle dimensionnel (reconstruction de perce, détection de fuite, ...),
 - ...



- Premiers modèles (1990-2000)
 - Emploi d'un haut-parleur électrodynamique « conventionnel » ou d'un large transducteur piézoélectrique comme source de débit
 - ⇒ Problèmes dus aux modes de membrane et aux fuites
- 2008 – 2012 : nouveaux designs
 - Choix de transducteurs optimisé :
 - Membrane fonctionnant en piston rigide sur la gamme de fréquence choisie (absence de modes vibratoires),
 - Absence de fuite entre les cavités avant et arrière
 - Nouvelle procédure de calibration basée sur l'utilisation de trois charges acoustiques non résonantes
- Collaboration LAUM / CTTM

Capteur « fort débit »

Source de débit : haut-parleur électrodynamique innovant

Caractéristiques :

- Débit élevé
- Adapté à la mesure d'objets de grandes dimensions
- Basses fréquences (10Hz – 3kHz)

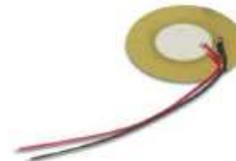


Capteur « laboratoire »

Source de débit : petit bender piézo-électrique

Caractéristiques :

- Débit faible
- Adapté à la mesure d'objets de petites dimensions
- Large bande (50Hz – 6kHz)



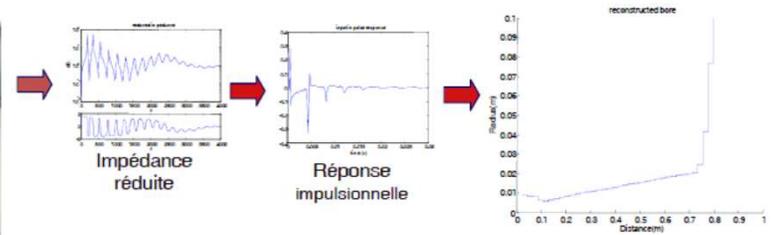
Exemples d'application



Contrôle dimensionnel

Reconstruction de perce

- Estimation du profil d'un conduit à partir de la mesure de l'impédance d'entrée
- Contrôle dimensionnel, détection de fuite, ...



Contrôle dimensionnel non invasif

Reconstruction de la perce (profil du conduit)

Matériaux acoustiques

Mesure du coefficient d'absorption

- Procédure de calibration simplifiée par rapport aux techniques usuelles
- Intérêt basses fréquences (précision, compacité du capteur)

