



L'acoustique

C'est quoi ?

Applications



Métiers

Formations

Recherche

Les métiers de l'acoustique

Fonctions ?

Structures ?

Missions ?

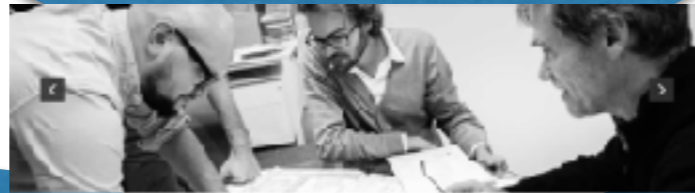
Les fonctions

Les fonctions

technicien



ingénieur



chercheur



enseignant-chercheur



expert / référent

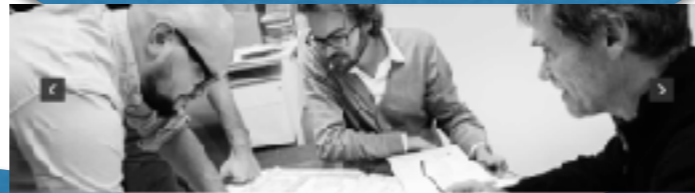


Les fonctions

technicien



ingénieur



chercheur



enseignant-chercheur



expert / référent



créateur d'entreprise



luthier



designer sonore



ingénieur / technicien son

audioprothésiste

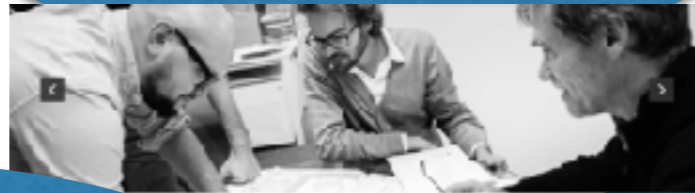


Les fonctions

technicien



ingénieur



chercheur



enseignant-chercheur



expert / référent



Les structures

Les structures



Grandes entreprises

département
acoustique

**transport,
énergie**



Les structures



Grandes entreprises

département
acoustique



PME



**transport,
énergie**

Les structures



Grandes entreprises

département
acoustique



PME



Bureaux d'études

**environnement, bâtiment,
salles, bruits / vibrations
industriels**



Bureaux de
contrôle

**transport,
énergie**



Les structures



Grandes entreprises

département
acoustique

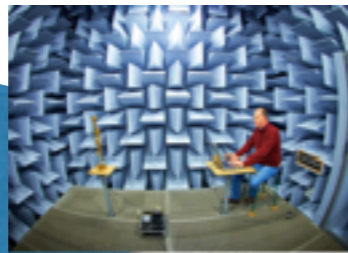


PME



transport,
énergie

laboratoires
de recherche



Bureaux de
contrôle



Bureaux d'études



**environnement, bâtiment,
salles, bruits / vibrations
industriels**

centres
techniques



Les structures



Grandes entreprises

département
acoustique

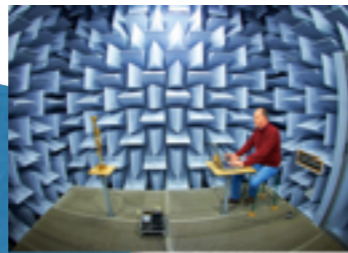


PME



transport,
énergie

laboratoires
de recherche



Bureaux de
contrôle

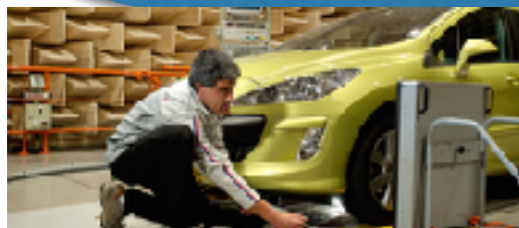


Bureaux d'études



environnement, bâtiment,
salles, bruits / vibrations
industriels

centres
techniques



collectivités

réglementation,
salubrité



Les structures



Grandes entreprises

département
acoustique

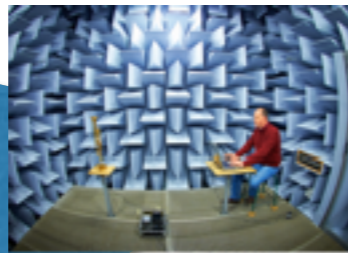


PME



transport,
énergie

laboratoires
de recherche



Bureaux de
contrôle

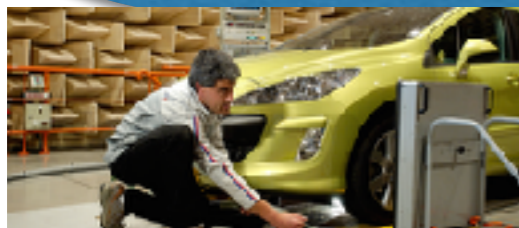


Bureaux d'études



environnement, bâtiment,
salles, bruits / vibrations
industriels

centres
techniques



écoles,
universités ...



collectivités

réglementation,
salubrité



Les Missions

Les Missions

Technicien

Appui technique

Les Missions

Technicien

Appui technique

Réglementation

Bureaux d'étude

9102

JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

28 mai 2003

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE

INDUSTRIE

Arrêté du 9 mai 2003 autorisant une société à exploiter une installation de production d'électricité

NOR : INDI0301437A

Par arrêté de la ministre déléguée à l'industrie en date du 9 mai 2003, la société à responsabilité limitée Hydélec, dont le siège social est situé Les Bois de Maisonne, 38160 Chevières, est autorisée à exploiter un parc éolien d'une capacité de production de 7,6 MW, localisé à l'Espace entreprise Méditerranée, zone industrielle, Rivesaltes (Pyrénées-Orientales).

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement

NOR : DEVP0320066A

Le ministre de l'intérieur, de la sécurité intérieure et des libertés locales, le ministre de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, le ministre de l'équipement, des transports, du logement, du tourisme et de la mer, le ministre de l'écologie et du développement durable et le ministre de la santé, de la famille et des personnes handicapées,

Vu la directive 98/34/CE du Parlement européen et du Conseil du 22 juin 1998 prévoyant une procédure d'information dans le domaine des normes et réglementations techniques et des règles relatives aux services de la société de l'information, et notamment la notification n° 2001/524/F ;

Vu le code de la construction et de l'habitation, et notamment ses articles R. 111-23-1, R. 111-23-2 et R. 111-23-3 ;

Vu le code de l'urbanisme, et notamment son article L. 147-3 ;

Vu le code du travail, et notamment son article R. 235-2-11 ;

Vu le code de l'environnement, et notamment ses articles L. 571-1 à L. 571-25 ;

Vu le décret n° 95-20 du 9 janvier 1995 pris pour l'application de l'article L. 111-11-1 du code de la construction et de l'habitation et relatif aux caractéristiques acoustiques de certains bâtiments autres que d'habitation et de leurs équipements ;

Vu le décret n° 95-408 du 18 avril 1995 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique ;

Vu l'arrêté du 30 mai 1996 relatif au classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit ;

Vu les avis du Conseil national du bruit en date du 25 mai 2000 et du 17 avril 2003,

Arrêtent :

Art. 1^{er}. - Conformément aux dispositions des articles R. 111-23-2 du code de la construction et de l'habitation et L. 147-3 du code de l'urbanisme, le présent arrêté fixe les seuils de bruit et les exigences techniques applicables aux établissements d'enseignement. Il s'applique aux bâtiments neufs ou parties nouvelles de bâtiments existants.

On entend par établissement d'enseignement les écoles maternelles, les écoles élémentaires, les collèges, les lycées, les établissements régionaux d'enseignement adapté, les universités et établissements d'enseignement supérieur, général, technique ou professionnel, publics ou privés.

Les logements de l'établissement sont soumis à la réglementation concernant les bâtiments à usage d'habitation, au regard de laquelle les autres locaux de l'établissement d'enseignement sont considérés comme des locaux d'activité.

Art. 2. - Pour les établissements d'enseignement autres que les écoles maternelles, l'isolement acoustique standardisé pondéré D_{itA} entre locaux doit être égal ou supérieur aux valeurs (exprimées en décibels) indiquées dans le tableau ci-après :

LOCAL D'ÉMISSION →	LOCAL DE RÉCEPTION ↓	LOCAL d'enseignement, d'activités pratiques, administration	LOCAL MÉDICAL, infirmerie, atelier peu bruyant, cuisine, local de rassemblement fermé, salle de réunions, sanitaires	CAGE d'escalier	CIRCULATION horizontale, voierie fermée	SALLE de musique, salle polyvalente, salle de sports	SALLE de restauration	ATELIER bruyant (au sens de l'article 8 du présent arrêté)
Local d'enseignement, d'activités pratiques, administration, bibliothèque, CDI, salle de musique, salle de réunions, salle des professeurs, atelier peu bruyant.		43 (1)	50	43	30	53	53	55
Local médical, infirmerie.		43 (1)	50	43	40	53	53	55
Salle polyvalente.		40	50	43	30	50	50	50
Salle de restauration		40	50 (2)	43	30	50		55

(1) Un isolement de 40 dB est admis en présence d'une ou plusieurs portes de communication.
(2) A l'exception d'une cuisine communiquant avec la salle de restauration.

Les Missions

Technicien

Appui technique

Normalisation

ISSN 0335-3931

Bureaux d'étude

norme française

NF EN ISO 3745

12 Janvier 2013

Indice de classement : S 31-026

Centres techniques

ICS : 17.140.01

Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique — Méthodes de laboratoire pour les salles anéchoïques et les salles semi-anéchoïques

E : Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Precision methods for anechoic rooms and hemi-anechoic rooms
D : Akustik — Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Verfahren der Genauigkeitsklasse 1 für reflexionsarme Räume und Halbräume

Les Missions

Technicien

Appui technique

Mesures

sonomètre

Bureaux d'étude



Les Missions

Technicien

Appui technique

Mesures

sonomètre

montage plus élaboré

Autres structures



[Nicolas Viel CEVAA]

Les Missions

Technicien

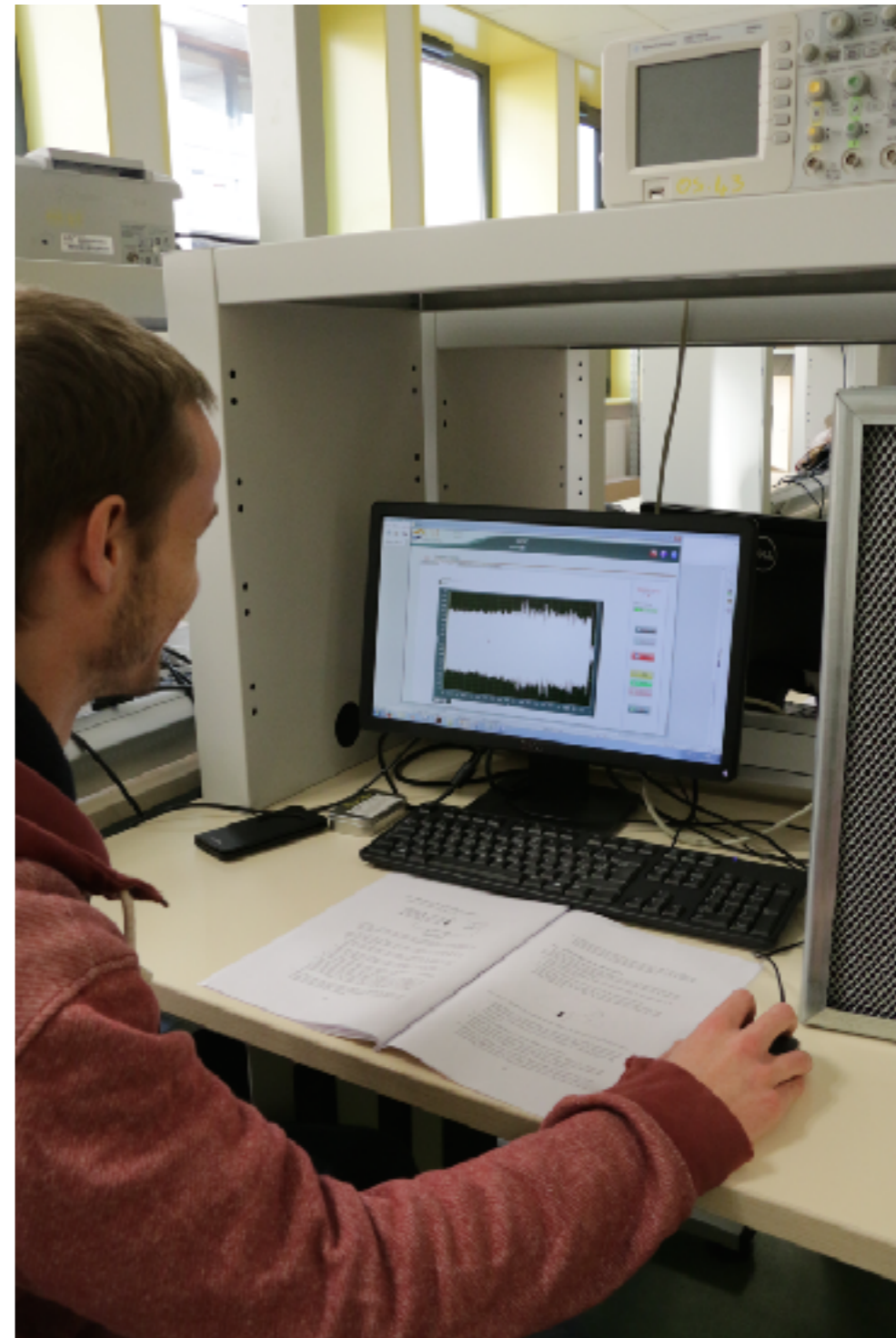
Appui technique

Mesures

sonomètre

montage plus élaboré

traitement,
analyse



Les Missions

Technicien

Appui technique

Mesures

sonomètre

montage plus élaboré

traitement,
analyse

présentation
des résultats

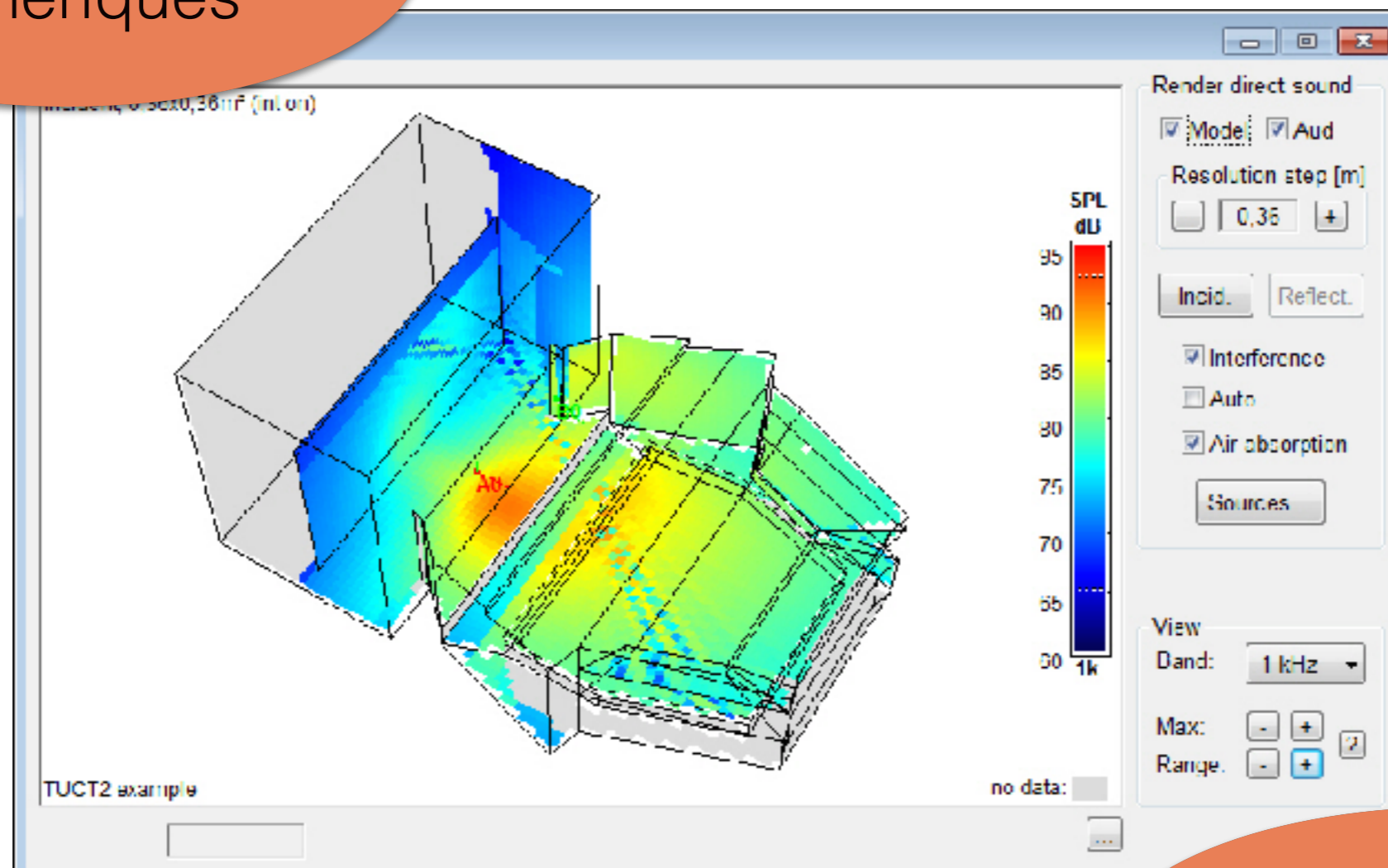


Les Missions

Technicien

Appui technique

Modélisations numériques



[Catt ACOUSTICS]

Test de solutions

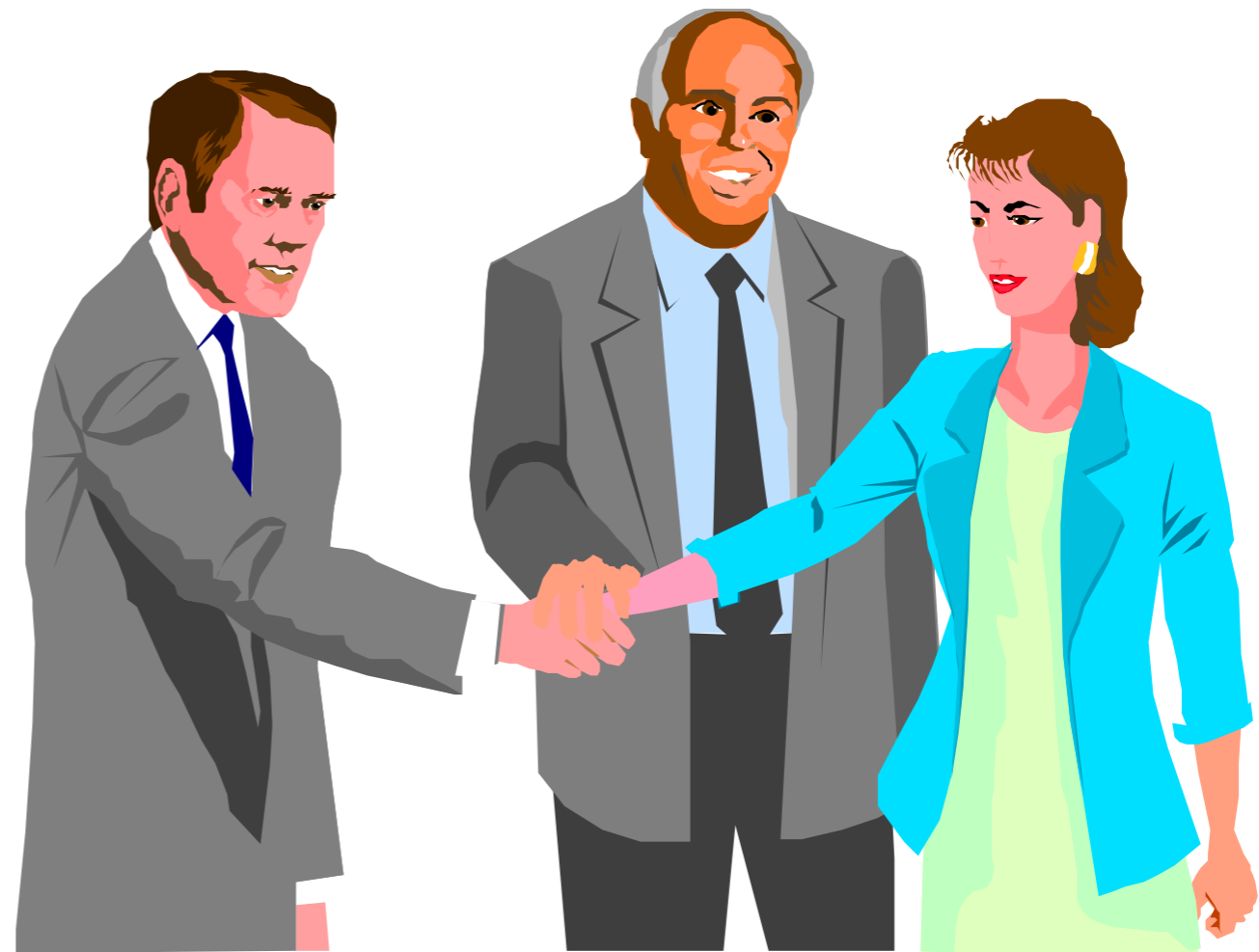
Les Missions

Technicien

Appui technique

Contact Client

bureaux d'étude



Les Missions

Ingénieur

**Gestion de projet
Expertise
Développement**

Les Missions

Ingénieur

Gestion de projet
Expertise
Développement

participe au travail
du technicien

gère le dossier
avec le client

analyse comme
expert

encadre une équipe

a une activité
commerciale

choisit des solutions



Les Missions

Ingénieur

Gestion de projet
Expertise
Développement

développe
des protocoles
expérimentaux ou des
outils numériques
spécifiques



[LMAc]



[LMAc]

R&D

Les Missions

Ingénieur

Gestion de projet
Expertise
Développement

participe à la
normalisation



Les Missions

Ingénieur

Gestion de projet Expertise Développement

participe au travail
du technicien

gère le dossier
avec le client

analyse
comme expert

encadre une équipe

a une activité
commerciale

choisit des solutions



développe
des protocoles
expérimentaux ou des
outils numériques
spécifiques

participe à la
normalisation



Les Missions

Chercheur

Etude des phénomènes nouveaux

Bibliographie

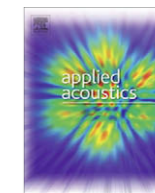
Applied Acoustics 71 (2010) 731–738



Contents lists available at [ScienceDirect](http://www.sciencedirect.com)

Applied Acoustics

journal homepage: www.elsevier.com/locate/apacoust



Effect of the open roof on low frequency acoustic propagation in street canyons

O. Richoux*, C. Ayrault, A. Pelat, S. Félix, B. Lihoreau

LAUM, CNRS, Université du Maine, Av. O. Messiaen, 72085 Le Mans, France

ARTICLE INFO

Article history:

Received 16 October 2008
Received in revised form 8 October 2009
Accepted 23 March 2010
Available online 27 April 2010

Keywords:

Urban acoustics
Street canyon
Finite Difference in Time Domain method
Scale model
Modal decomposition
Image sources

ABSTRACT

This paper presents an experimental, numerical and analytical study of the open roof effect on acoustic propagation along a 3D urban canyon. The experimental study is led by means of a street scale model. The numerical results are performed with a 2D-Finite Difference in Time Domain approach adapted to take into account the acoustic radiation losses due to the street open roof. An analytical model, based on the modal decomposition of the pressure field in the street width mixed with a 2D image sources model including the reflection by the open roof, is also presented. Results are given for several frequencies in the low frequency domain. The comparison of these approaches shows a quite good agreement until $f = 100$ Hz at full scale. For higher frequency, experimental results show that the leakage, due to the street open roof, is not anymore uniformly distributed on all modes of the street. The notion of leaky modes must be introduced to model the acoustic propagation in a street canyon.

© 2010 Published by Elsevier Ltd.

1. Introduction

Urban acoustic researches are divided in three thematic: the sources characterization and identification, the acoustic propagation and the noise perception in an urban context. This work enters in the second thematic: its purpose is to describe the propagation of sound emitted by known sources in a street by taking into account its physical morphology, particularly the open roof effect.

To study acoustic propagation in an urban context, several approaches are available: energy based methods [1–4] based on the estimation of a quadratic quantity (energy density or acoustic intensity), numerical methods [5,6] to estimate acoustic pressure or velocity and modal approach [7–9] to calculate the pressure or velocity fields.

Energy based methods are largely used in urban acoustics but concern a limited frequency range: the image sources method [1,2,10–12], the ray tracing approach [13], the radiosity method [14–16] and finally statistical methods of particle transport [3,4,17] are generally used for middle and high frequencies. All these approaches propose to model the effect of the street open roof by a complete absorption of the waves.

The numerical methods, as Finite Element Method (FEM) or

ally not used due to the complexity of the medium and to the difficulty to determine the modes of an open space like a street canyon. For example, Bullen and Fricke [7] have studied the acoustic propagation in a guide with infinite height or more recently, the modal approach was used to calculate the 2D field in a street section, the acoustic radiation conditions being described by an equivalent sources distribution at the interface between the street and the free space [18]. This method was then extended to the 3D case by a 2.5D equivalent sources method [8,9].

This review highlights more particularly that the open aperture of the street on the half free space, essential characteristic of the urban environment, is modeled by a complete absorption of the wave by energy based approaches for middle and high frequencies. For low frequencies, this assumption of complete absorption is not justified: Hornikx and Forssén propose a method to describe the radiation conditions on the open roof in a 2D geometry (in a section) [18] and recent works deal with the 3D urban acoustic problem [8,9,19]. However, these methods are quite complex and can be costly in numerical time. Moreover, the specific effect of the open roof for low frequencies was not studied in the literature.

The aim of this paper is to study the open roof effect in the acoustic propagation along a street canyon at low frequencies.

Les Missions

Chercheur

Etude des phénomènes nouveaux

développe
des modèles
physiques
mathématiques

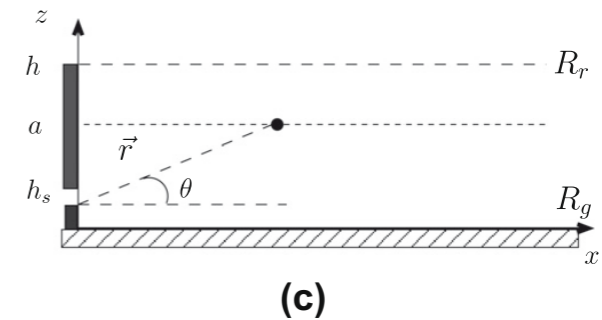
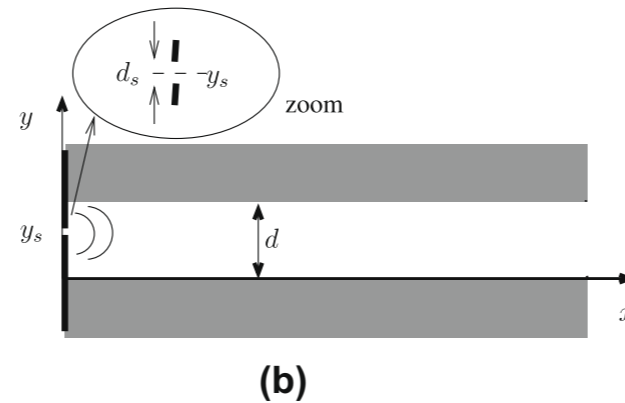
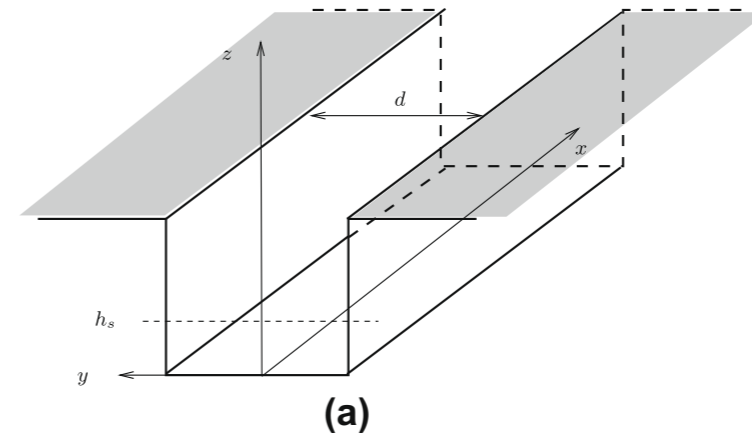


Fig. 4. View of the street (a) in the (x, y) plane (b) and in the (x, z) plane (c).

$$p(r, \theta, y) = -\frac{j}{4} \sum_n \left\{ A_n \sqrt{2 - \delta_{n0}} \cos\left(\frac{n\pi}{d} y\right) \sum_m (R_r)^m \left(H_0^1(k_{nr} |\vec{r} - \vec{r}_{0m}^+|) + H_0^1(k_{nr} |\vec{r} - \vec{r}_{0m}^-|) \right) \right\}. \quad (6)$$

Les Missions

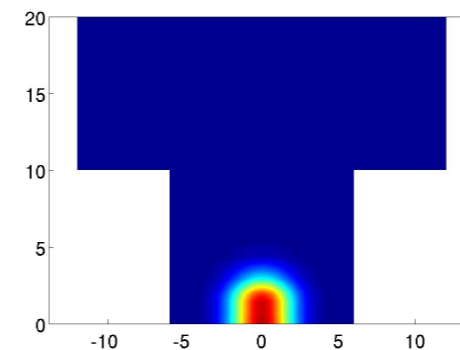
Chercheur

Etude des phénomènes nouveaux

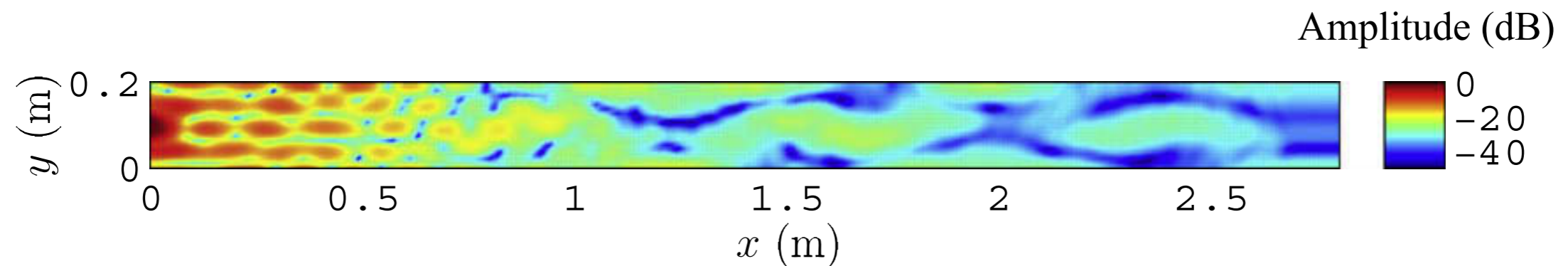
développe de nouveaux outils numériques

Résultats

Cartographies sur une coupe verticale avec une gaussienne comme condition initiale. $f = 200 \text{ Hz}$



$x = 1.5 \text{ m}$

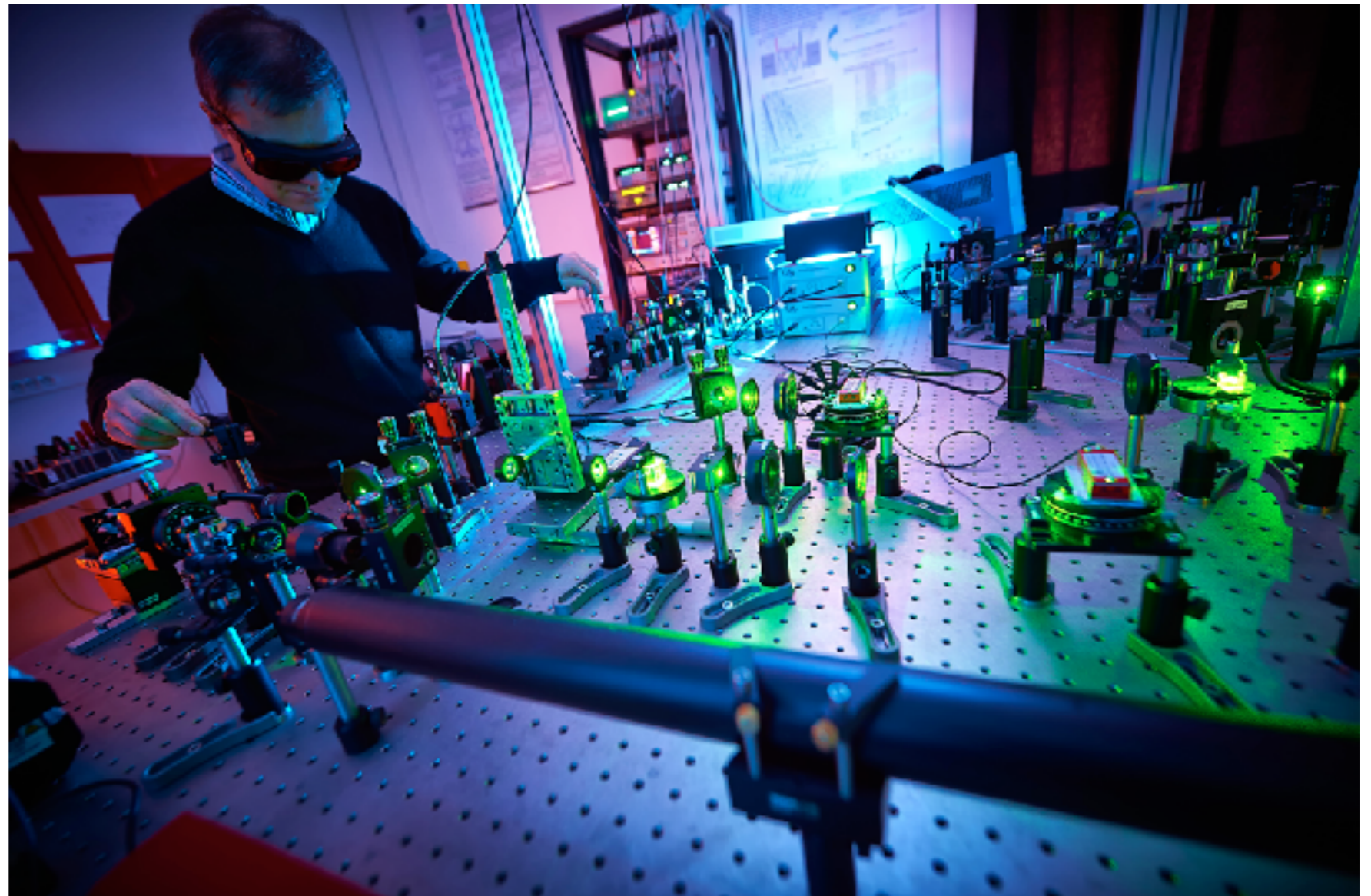


Les Missions

Chercheur

Etude des
phénomènes
nouveaux

Monte des
expériences
spécifiques



Les Missions

Chercheur

Etude des
phénomènes
nouveaux

forme des
doctorants à la
recherche



Les Missions

Chercheur

Etude des phénomènes nouveaux

publie ses résultats (journaux, congrès)



Effect of the open roof on low frequency acoustic propagation in street canyons

O. Richoux*, C. Ayrault, A. Pelat, S. Félix, B. Lihoreau

LAUM, CNRS, Université du Maine, Av. O. Messiaen, 72085 Le Mans, France

ARTICLE INFO

Article history:
Received 16 October 2008
Received in revised form 8 October 2009
Accepted 23 March 2010
Available online 27 April 2010

Keywords:
Urban acoustics
Street canyon
Finite Difference in Time Domain method
Scale model
Modal decomposition
Image sources

ABSTRACT

This paper presents an experimental, numerical and analytical study of the open roof effect on acoustic propagation along a 3D urban canyon. The experimental study is led by means of a street scale model. The numerical results are performed with a 2D-Finite Difference in Time Domain approach adapted to take into account the acoustic radiation losses due to the street open roof. An analytical model, based on the modal decomposition of the pressure field in the street width mixed with a 2D image sources model including the reflection by the open roof, is also presented. Results are given for several frequencies in the low frequency domain. The comparison of these approaches shows a quite good agreement until $f = 100$ Hz at full scale. For higher frequency, experimental results show that the leakage, due to the street open roof, is not anymore uniformly distributed on all modes of the street. The notion of leaky modes must be introduced to model the acoustic propagation in a street canyon.

© 2010 Published by Elsevier Ltd.

1. Introduction

Urban acoustic researches are divided in three thematic: the sources characterization and identification, the acoustic propagation and the noise perception in an urban context. This work enters in the second thematic: its purpose is to describe the propagation of sound emitted by known sources in a street by taking into account its physical morphology, particularly the open roof effect.

To study acoustic propagation in an urban context, several approaches are available: energy based methods [1–4] based on the estimation of a quadratic quantity (energy density or acoustic intensity), numerical methods [5,6] to estimate acoustic pressure or velocity and modal approach [7–9] to calculate the pressure or velocity fields.

Energy based methods are largely used in urban acoustics but concern a limited frequency range: the image sources method [1,2,10–12], the ray tracing approach [13], the radiosity method [14–16] and finally statistical methods of particle transport [3,4,17] are generally used for middle and high frequencies. All these approaches propose to model the effect of the street open roof by a complete absorption of the waves.

The numerical methods, as Finite Element Method (FEM) or Boundary Element Method (BEM), are restricted for urban acoustics to low frequencies for 2D case or very low frequencies for 3D case [6,5] because of the large time cost due to the discretization.

The modal approach, where the geometrical characteristics of the street are explicitly taken into account in the model, is gener-

ally not used due to the complexity of the medium and to the difficulty to determine the modes of an open space like a street canyon. For example, Bullen and Fricke [7] have studied the acoustic propagation in a guide with infinite height or more recently, the modal approach was used to calculate the 2D field in a street section, the acoustic radiation conditions being described by an equivalent sources distribution at the interface between the street and the free space [18]. This method was then extended to the 3D case by a 2.5D equivalent sources method [8,9].

This review highlights more particularly that the open aperture of the street on the half free space, essential characteristic of the urban environment, is modeled by a complete absorption of the wave by energy based approaches for middle and high frequencies. For low frequencies, this assumption of complete absorption is not justified: Hornikx and Forsén propose a method to describe the radiation conditions on the open roof in a 2D geometry (in a section) [18] and recent works deal with the 3D urban acoustic problem [8,9,19]. However, these methods are quite complex and can be costly in numerical time. Moreover, the specific effect of the open roof for low frequencies was not studied in the literature.

The aim of this paper is to study the open roof effect in the acoustic propagation along a street canyon at low frequencies. For this, a reflection coefficient is introduced in a simple analytical model based on modal and image sources approaches. This coefficient is determined versus frequency by fitting the modeled pressure field with the experimental one obtained in a street scale model. In order to study only the open roof effect, street facades are chosen smooth and considered as perfectly reflecting. This work provides a first study of the open roof effect on the acoustic propagation in street canyon at low frequencies. It leads to a

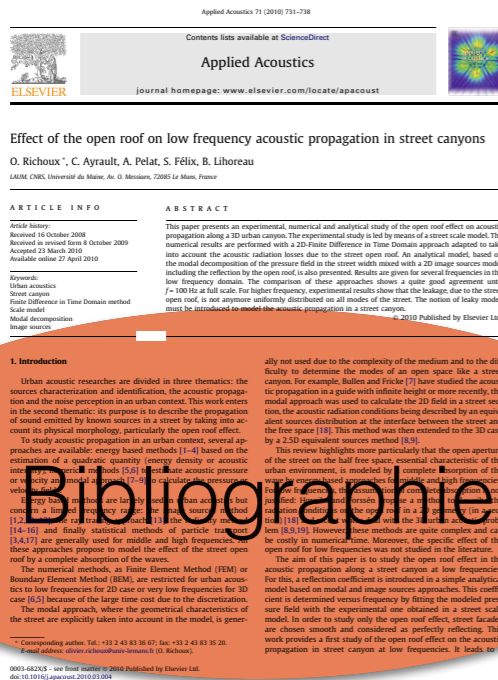


* Corresponding author. Tel.: +33 2 43 83 36 67; fax: +33 2 43 83 35 20.
E-mail address: olivier.richoux@univ-lemans.fr (O. Richoux).

Les Missions

Chercheur

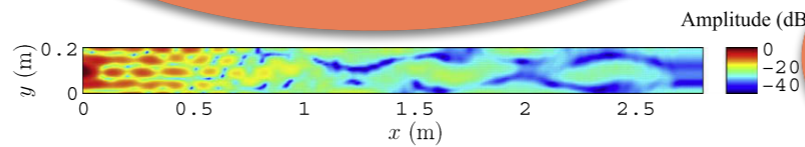
Etude des phénomènes nouveaux



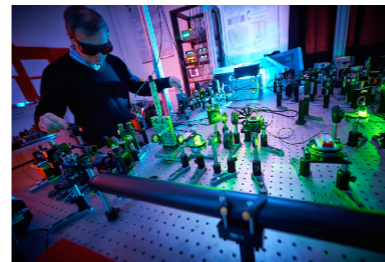
développe des modèles physiques mathématiques

$$p(r, \theta, y) = -\frac{j}{4} \sum_n \left\{ A_n \sqrt{2 - \delta_{n0}} \cos\left(\frac{n\pi}{d} y\right) \sum_m (R_r)^m \left(H_0^1(k_{nr} |\vec{r} - \vec{r}_{0m}^+|) + H_0^1(k_{nr} |\vec{r} - \vec{r}_{0m}^-|) \right) \right\}. \quad (6)$$

développe de nouveaux outils numériques

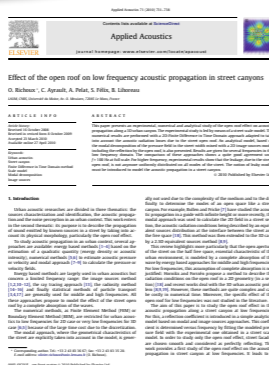


forme des doctorants à la recherche



Monte des expériences spécifiques

publie ses résultats (journaux, congrès)



Les Missions

Expert /
référent

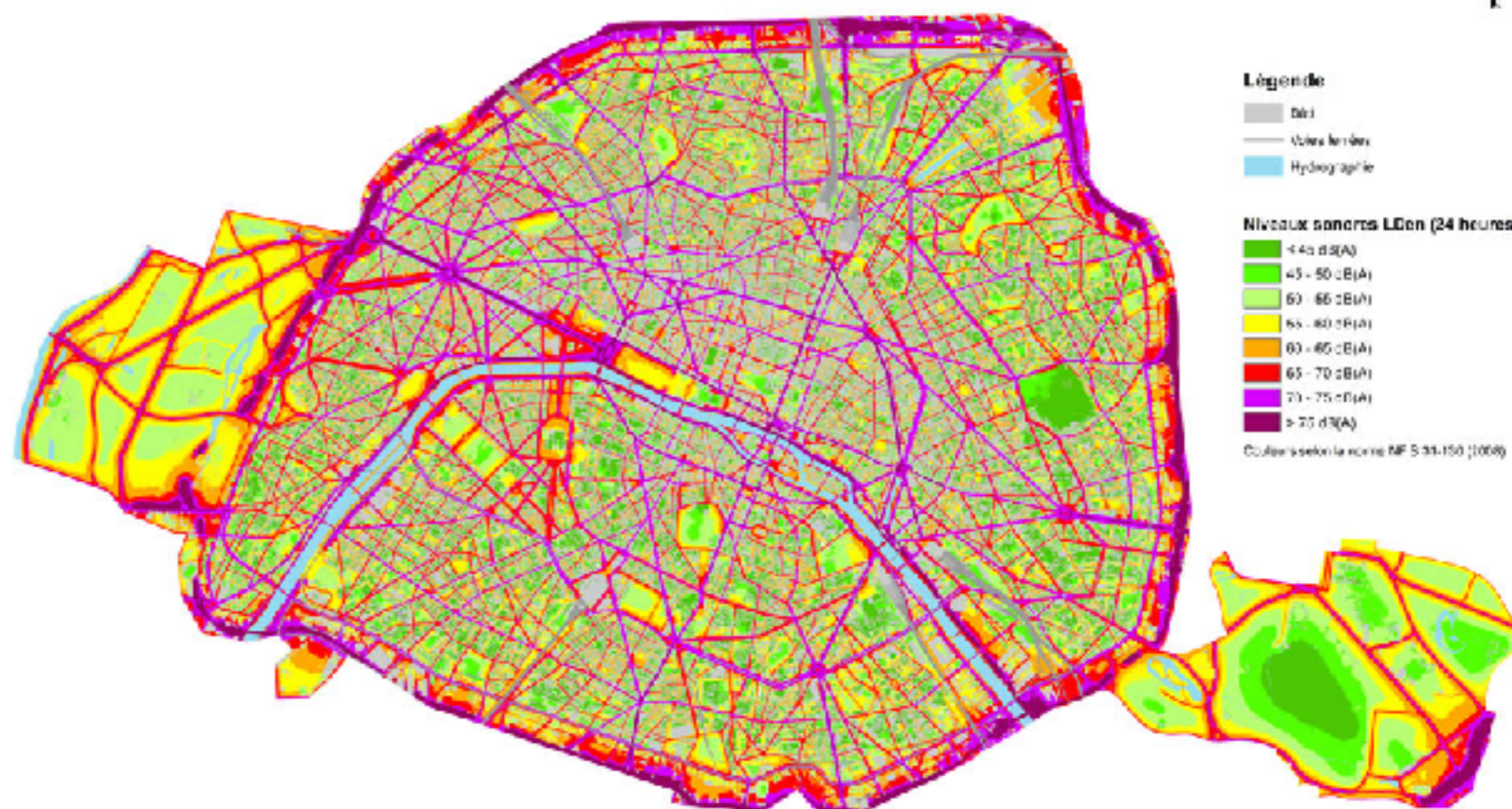
Réglementation
Salubrité
Conseil

définit les
réglementations

(ADEME,
ministère de
l'environnement,
Europe)

MAIRIE DE PARIS
CARTOGRAPHIE 2015 DU BRUIT ROUTIER DE PARIS
Carte de type A pour l'indicateur L_{Den} (période de 24 heures)

Realisation : Mairie de Paris (DEVEABU) - Janvier 2015
Sources : Mairie de Paris (DEVEABU - EGD - DJ) - IGN - APUR



0 0,5 1 2 3 4

Les Missions

Expert /
référent

Réglementation
Salubrité
Conseil

met en place et fait
respecter la
réglementation

**(Collectivités
locales et
territoriales)**

