

# Projet EM2PAU

## Influence des effets micro-météorologiques sur la propagation acoustique en milieu urbain

### Département IM – UR EASE

Judicaël PICAUT  
AG IRSTV 2012



IFSTTAR

# Sommaire

- Contexte
- Projet de recherche
- Activités de recherche et résultats
- Perspectives
- Valorisation



# Contexte

- Nuisance sonore : pollution majeure en milieu urbain
- Besoin d'évaluer la propagation du bruit
- Nécessité d'utiliser des outils de prévision adaptés
  
- En France : standard de calcul NMPB 2008
- Limite d'un modèle péri-urbain, pas adapté à l'urbain dense
  - Morphologie urbaine
  - Encombrement dans les rues
  - Micro-météorologie « spécifiquement urbaine »
  - ...



# Projet de recherche EM2PAU

- **Objet** : évaluer « l'influence des effets micro-météorologiques sur la propagation acoustique en milieu urbain »
- **Financeur** : Région des Pays de La Loire
- **Durée** : février 2008 à juin 2012 (42 mois + 12 mois)
- **Partenaires**:
  - LCPC (puis Ifsttar) : équipe « Acoustique » (porteur, mandataire)
  - ECN : LMF (puis LHEEA), équipe DAH
  - Université du Maine : LAUM, groupe « Acoustique urbaine »
  - + CSTB en cours de projet
- **Budget** :
  - Total 213 941€
  - dont un post-doc et un CDD



# Projet de recherche EM2PAU

## – Objectifs (3 phases opérationnelles) :

1. État des connaissances sur les aspects « micro-météorologie urbaine » et « bruit-météo » :

Faciliter les échanges entre partenaires (vocabulaire commun) et point bibliographique sur la micro-météorologie urbaine, sur l'interaction « bruit-météo », sur les modalités actuelles de prise en compte des effets micro-météorologiques dans les modèles de prévision acoustique,

2. Évaluation de l'influence des effets micro-météorologiques sur la propagation acoustique en milieu urbain :

Phase expérimentale visant à établir l'effet des phénomènes micro-météorologiques sur la propagation acoustique à l'échelle d'une rue (mesures acoustiques et micro-météorologiques dans des maquettes de rues, en soufflerie atmosphérique et *in situ*).

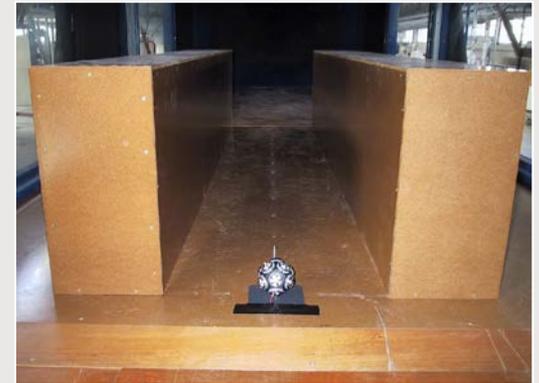
3. Intégration des effets micro-météorologiques dans les modèles de prévision acoustique et validation expérimentale :

Phase consistant à intégrer les facteurs micro-météorologiques prépondérants dans des codes de calcul « acoustiques » spécifiques au milieu urbain (modèles d'ingénierie et modèles de référence).



# Activités de recherche et résultats (P2)

## – Mesures sur maquette acoustique en laboratoire



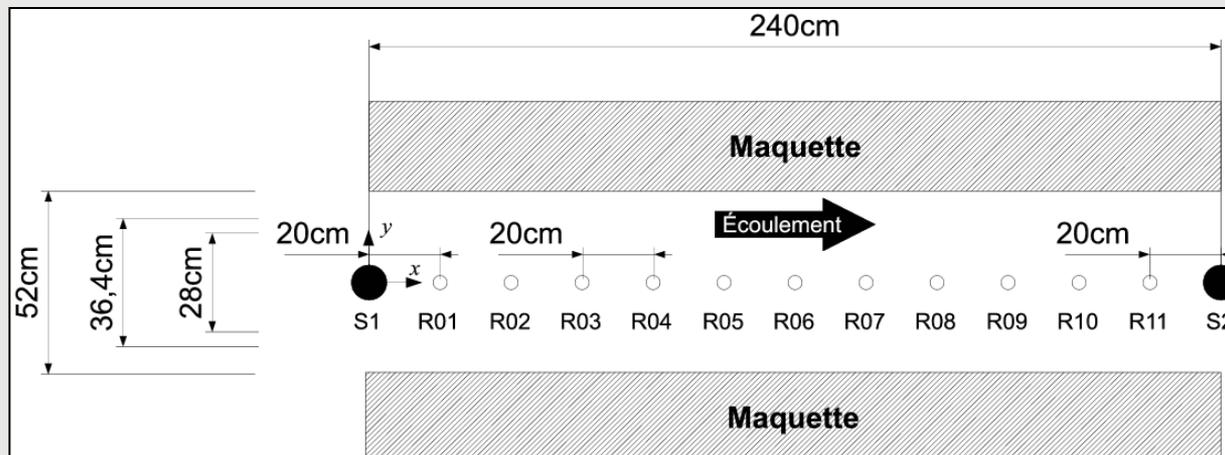
**Objectif :** évaluer l'influence du vent sur la propagation acoustique, en laboratoire, avec une maquette 1/20 d'une rue



# Activités de recherche et résultats (P2)

## – Mesures sur maquette acoustique en laboratoire

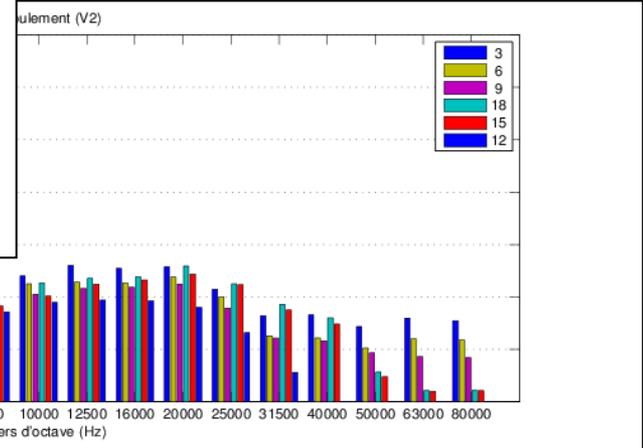
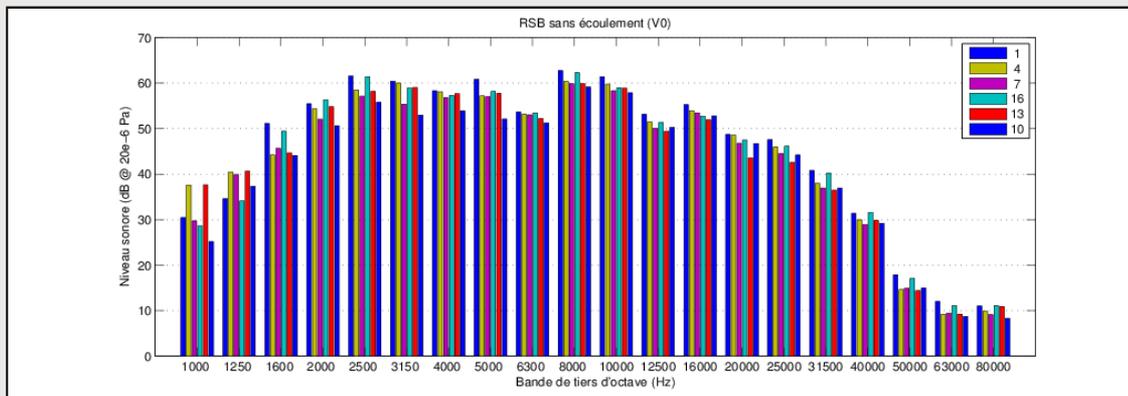
- Vent contraire et vent portant (position source)
- Plusieurs vitesses d'écoulement : 0 (Référence), 5, 10 m/s
- 18 configurations de mesure (5 répétitions) : environ 1000 mesures



# Activités de recherche et résultats (P2)

## – Mesures sur maquette acoustique en laboratoire

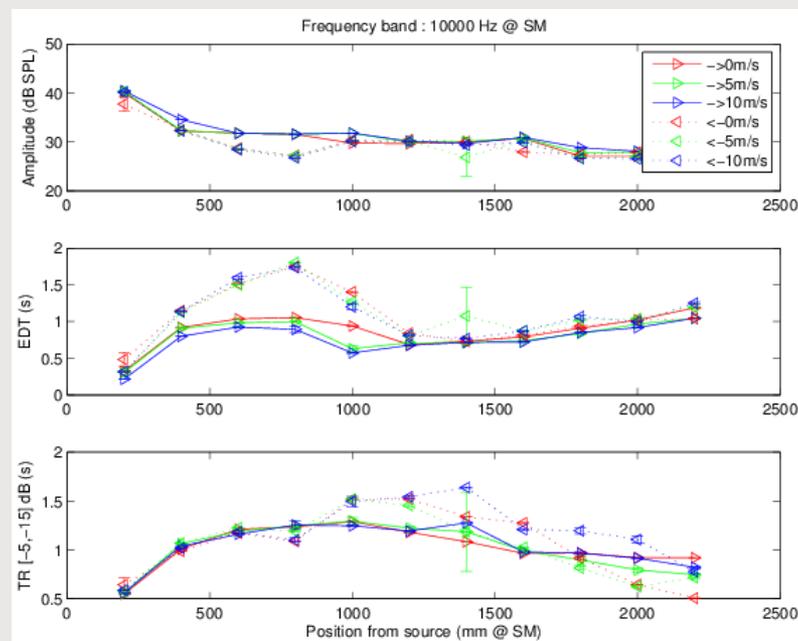
- Traitement acoustique du plafond de la PIV
- Évaluation de l'impact du bruit de fond sur les mesures
- Influence de la source sonore sur l'écoulement
- Mesure de RI : calcul du niveau sonore et du TR



# Activités de recherche et résultats (P2)

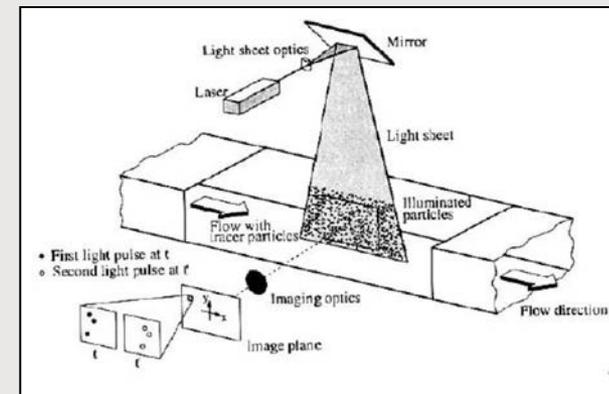
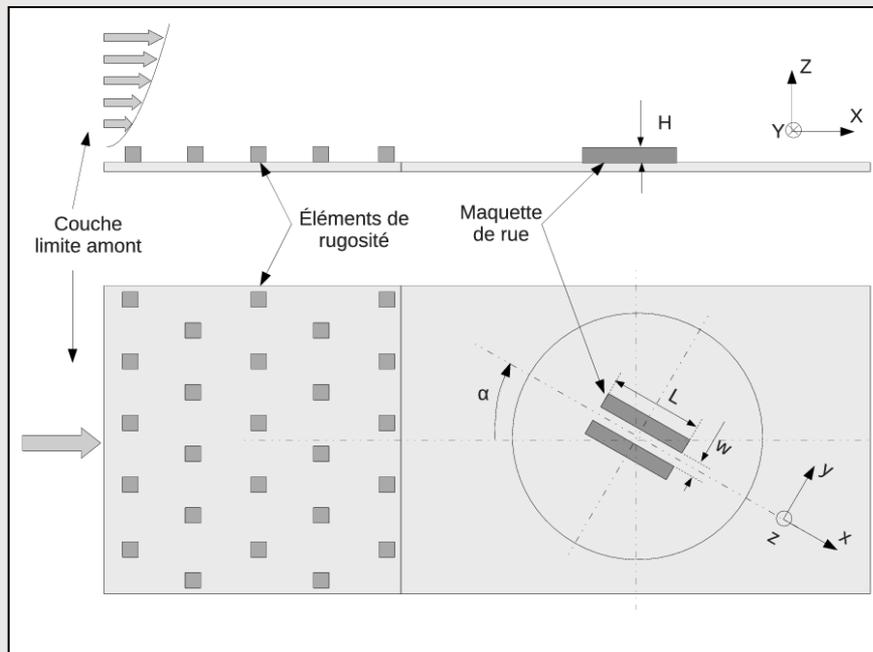
## – Mesures sur maquette acoustique en laboratoire

- Mise en évidence d'un effet (résultat attendu)
- Problèmes :
  - Incohérence des références
  - Faible RSB
- Nécessite des travaux expérimentaux complémentaires



# Activités de recherche et résultats (P2)

## – Étude de l'écoulement sur maquette en laboratoire

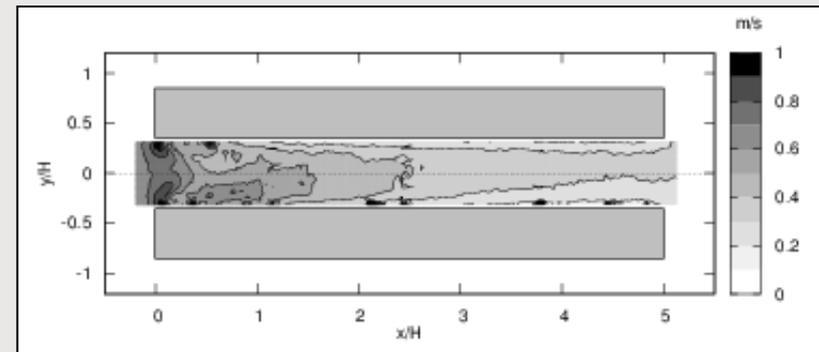
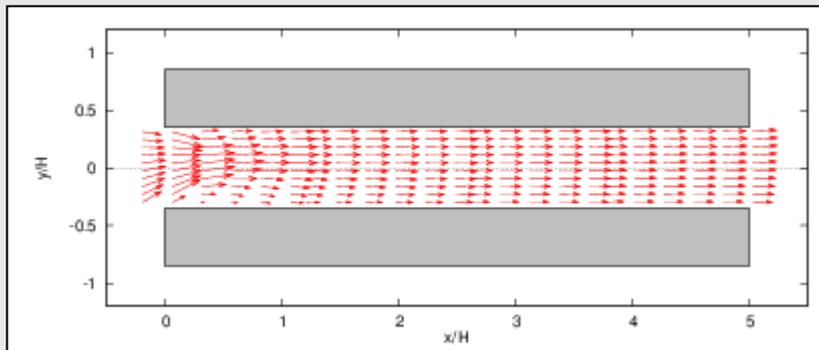


**Objectif :** Caractériser l'écoulement dans une rue pour plusieurs orientations

# Activités de recherche et résultats (P2)

## – Étude de l'écoulement sur maquette en laboratoire

- Plusieurs largeurs, longueurs et hauteurs de rue
- Plusieurs orientations de l'axe de la rue par rapport au vent dominant
- Estimation :
  - de l'écoulement moyen
  - de la turbulence
- Analyse des résultats et comparaison avec les mesures *in situ*



# Activités de recherche et résultats (P2)

## – Étude de l'écoulement sur maquette en laboratoire

- Cohérence entre les mesures sur maquette en soufflerie et les mesures sur maquettes *in situ* (conditions réelles)
- Caractère fortement hétérogène de l'écoulement :
  - Gradient vertical de la vitesse moyenne
  - Fort gradient longitudinal : accélération puis décélération
    - » augmentation du niveau de turbulence (première moitié)
    - » homogénéité de l'écoulement (seconde moitié)



# Activités de recherche et résultats (P2)

## – Mesures sur maquette acoustique *in situ*



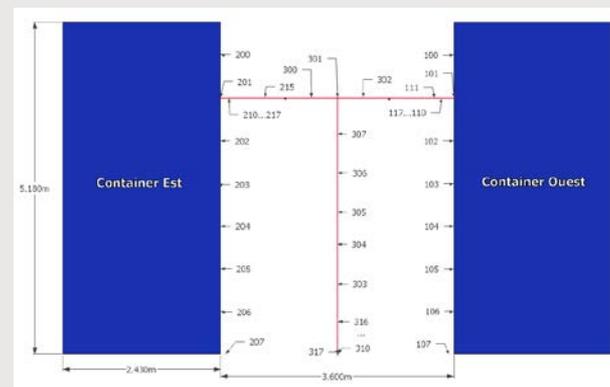
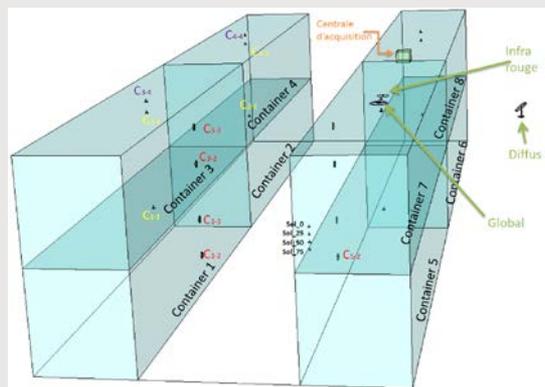
**Objectif :** évaluer en condition réelle et sur une longue durée, l'influence de la micro-météorologie, avec une maquette 1/2 d'une rue



# Activités de recherche et résultats (P2)

## – Mesures sur maquette acoustique *in situ*

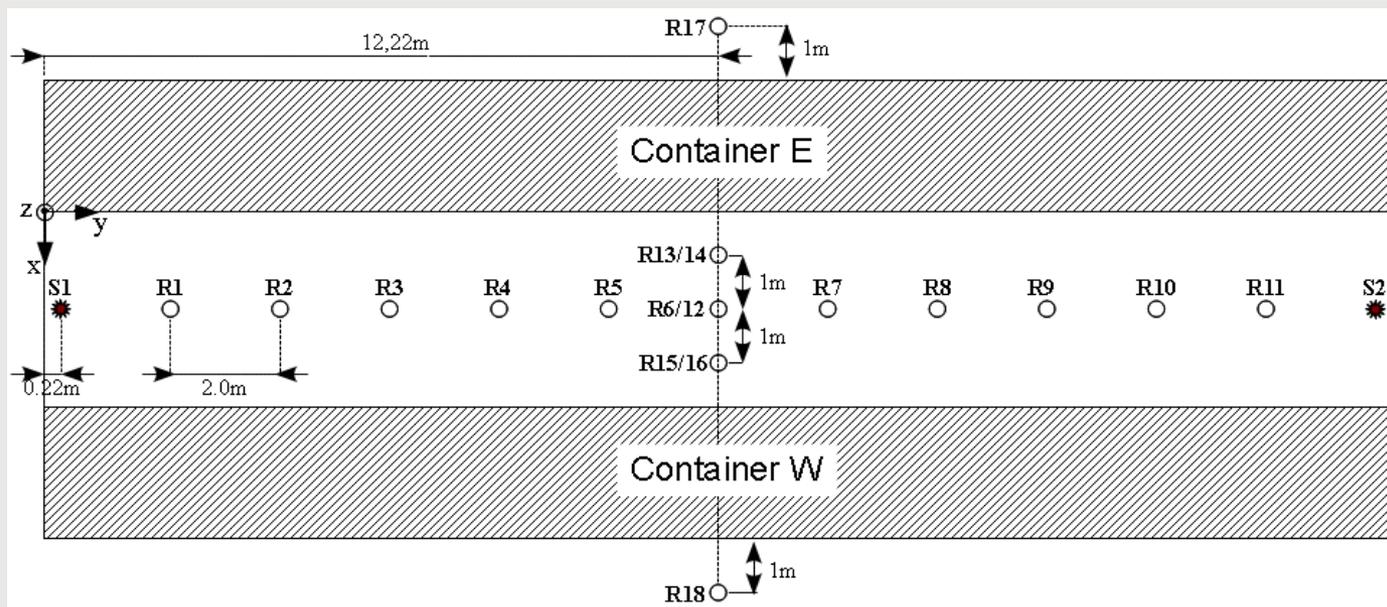
- Capteurs météo en permanence dans et hors de la rue
  - Anémomètres (testés lors d'une précampagne)
  - Thermocouples
  - Capteurs de rayonnement



# Activités de recherche et résultats (P2)

## – Mesures sur maquette acoustique *in situ*

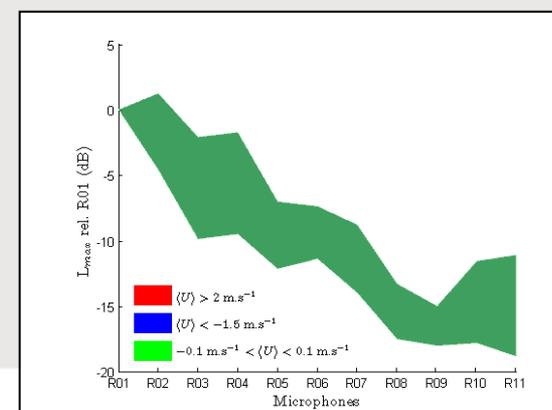
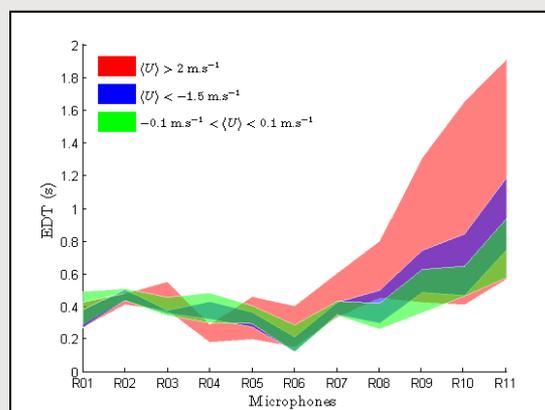
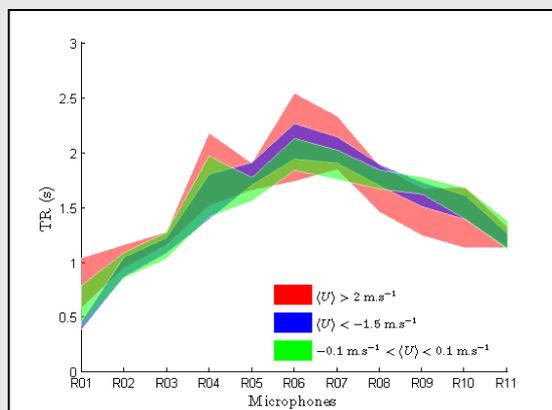
- Capteurs acoustiques pour des mesures ponctuelles
  - Configuration de source S1
  - Mesure de RI : calcul du niveau sonore et TR



# Activités de recherche et résultats (P2)

## – Mesures sur maquette acoustique *in situ*

- 2 ans de mesure (janvier 2010 à février 2011, données moyennées sur 15mn)
- Traitement des données météo : ECN et CSTB
- Traitement des données acoustiques : Ifsttar
- Constitution de la BDD : Ifsttar
- Analyse des résultats : Ifsttar



# Activités de recherche et résultats (P2)

## – Mesures sur maquette acoustique *in situ*

- Résultats :
  - Forte variabilité des résultats pour différentes conditions météorologiques
  - Influence des conditions météorologiques sur les temps de réverbération (évolution temporelle) : augmentation des TR avec le vent
  - Influence plus faible sur les niveaux sonores
- Nécessité d'analyses complémentaires :
  - Analyse plus fine en fonction de la vitesse et de la direction du vent
  - Effet de la turbulence
  - Effet du moyennage (15 mn à 1s)



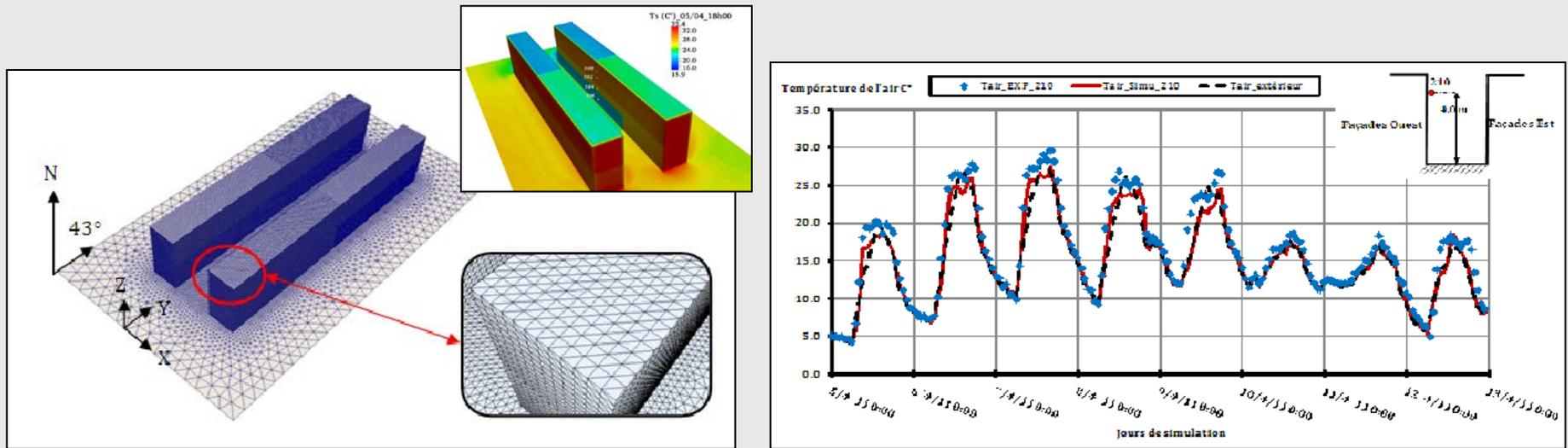
# Activités de recherche et résultats (P3)

- **Modèles de propagation considérés :**
  - Approche énergétique, SPPS (Ifsttar)
  - Approche modale (LAUM)
  - **Approche fréquentielle, EP (LAUM)**
  - **Approche temporelle, TLM (Ifsttar)**
- **Intégration des effets micro-météorologiques dans les modèles**
  - Célérité effective (température, vent, turbulence)
  - Intégration différente suivant les modèles



# Activités de recherche et résultats (P3)

- Validation qualitative : comparaison des mesures *in-situ* et des modèles :
- Détermination de profils numériques de vent et température calculés à partir des conditions réelles (LMF, CSTB) : SOLENE/SATURNE



# Activités de recherche et résultats (P3)

## – Validation qualitative : comparaison des mesures *in-situ* et des modèles :

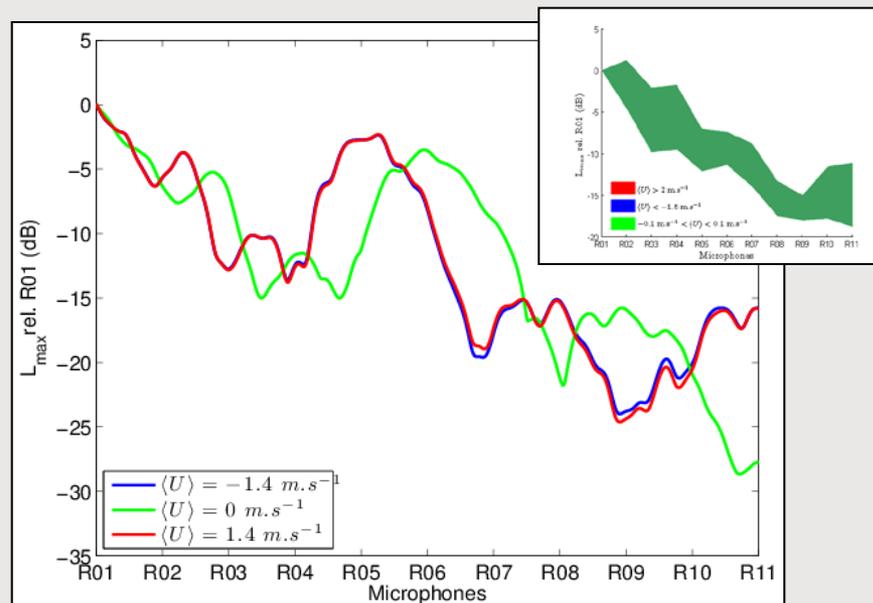
- Intégration des données numériques dans les modèles (EP et TLM)

- On retrouve qualitativement les mêmes comportements

- Analyse critique :

- » Moyennage/figé
- » Valeurs axiales (EP)
- » Impact sur les TR ?
- » Trop qualitatif !

- Nécessité d'études complémentaires



# Activités de recherche et résultats

## – Points marquants :

- Mise en place d'une maquette en milieu extérieur
- Constitution d'une BDD « bruit-météo » urbaine
- Développement d'un modèle de couplage des processus de transferts radiatifs et d'écoulement d'air
- Évaluation du modèle couplé SOLENE et code SATURNE
- Constitution d'une BDD sur maquette de rue en soufflerie



# Perspectives

- Amélioration de la précision temporelle de la BDD « bruit-météo » et diffusion de la BDD
- Poursuite de la validation des modèles de propagation en présence d'effets micro-météorologiques
- Étude paramétrique de l'influence des effets météo sur la propagation
- Généralisation à l'échelle d'un quartier
- Poursuite de la comparaison des mesures en soufflerie et *in situ*



# Valorisation

## – Présentation du projet

- 5<sup>ème</sup> assises nationales de la qualité de l'environnement sonore (2007)
- Colloque GIS Modélisation Urbaine (février 2011)
- Journées techniques « Acoustique » de l'Ifsttar

## – Interaction avec l'enseignement

- Master Professionnel « Acoustique des transports » (TP)
- Master Recherche STEU (module Météorologie Générale et Urbaine)
- Encadrement de stagiaires (8)

## – Collaborations

- Utilisation des données EM2PAU par le CERECA (CSTB, LHEEA)
- Coopérations avec l'Université d'Aveiro et l'University of Western Ontario (LHEEA)



# Valorisation

## – Rapports d'étude

- P1 (87 pages)
- P2 (198 pages)
- P3 (75 pages)
- Synthèse (54 pages) + rapport « Région » (16 pages)

## – Autres productions

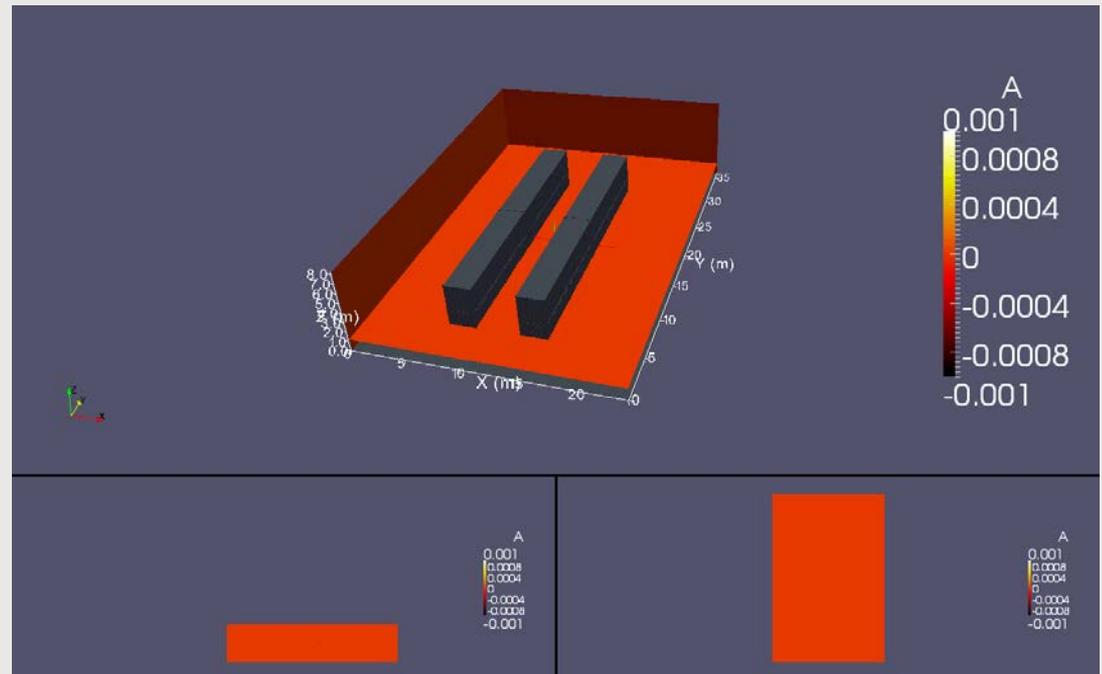
- ACTI + INV : 9 + 2
- ACTN + COM : 1 + 1
- Thèse K. Athamena (CSTB, ECN)
- + documentations diverses



# Merci pour votre attention

## Ifsttar

Centre de Nantes  
Route de Bouaye, CS 4  
44344 Bouguenais Cedex  
Tél. +33 (0)2 40 84 57 89  
Fax. +33 (0)2 40 84 59 92  
[www.ifsttar.fr](http://www.ifsttar.fr)  
[Judicael.Picaut@ifsttar.fr](mailto:Judicael.Picaut@ifsttar.fr)



Simulation TLM (Ifsttar)

