



Jérôme DEFRANCE, CSTB

Diminution du bruit urbain par des moyens naturels



Ecole d'Automne *Ville et Acoustique* – Nantes, 23/10/2013

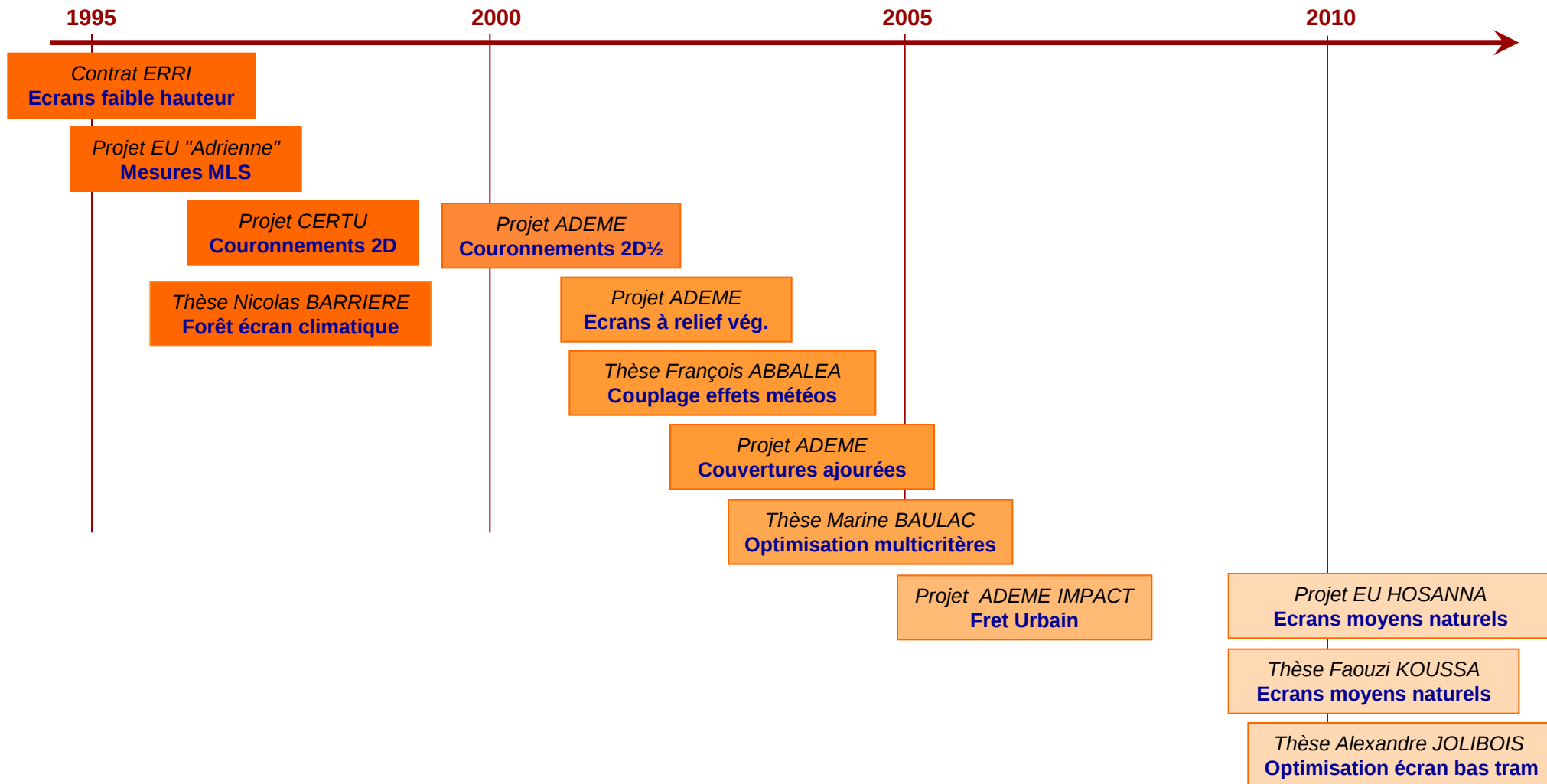
Quelques remerciements

A tous mes collègues du CSTB qui ont participé conjointement à ces recherches :

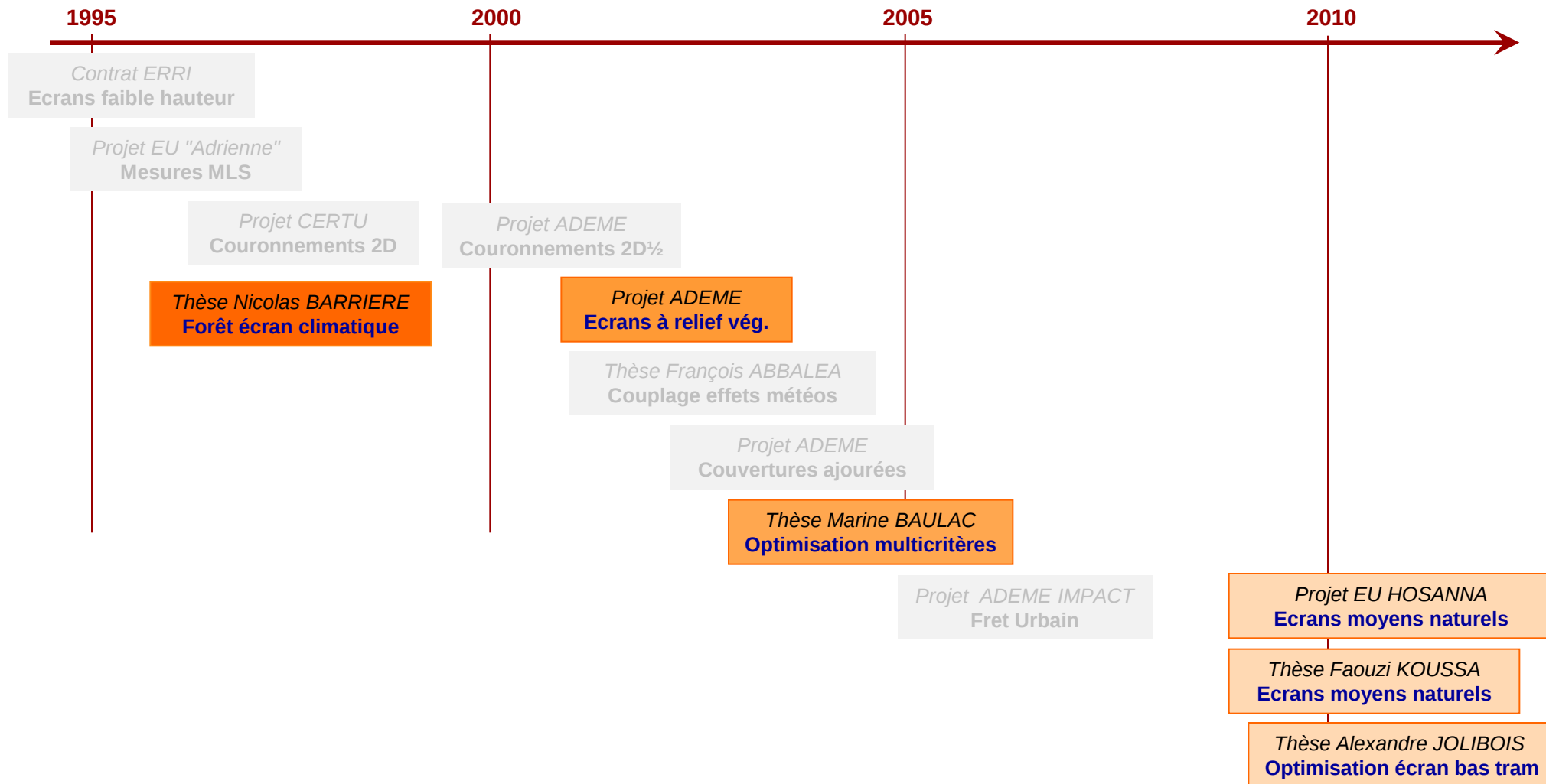
**Yannick Gabillet
Philippe Jean
Nicolas Barrière
Marine Baulac
Faouzi Koussa
Alexandre Jolibois...**

...Et mes collègues du projet HOSANNA

20 ans de recherche au CSTB sur les protections antibruit complexes



20 ans de recherche au CSTB sur les protections antibruit complexes



Arbres et forêts

Ecrans à encorbellements végétalisés

Présentation projet HOSANNA

- Ecrans de faibles hauteur
- Couronnements végétalisés
- Merlons de forme complexe

Conclusions

Arbres et forêts

Ecrans à encorbellements végétalisés

Présentation projet HOSANNA

- Ecrans de faibles hauteur
- Couronnements végétalisés
- Merlons de forme complexe

Conclusions

Références

Thèse ADEME-CSTB de Nicolas BARRIERE (1996-1999) + projet SETRA

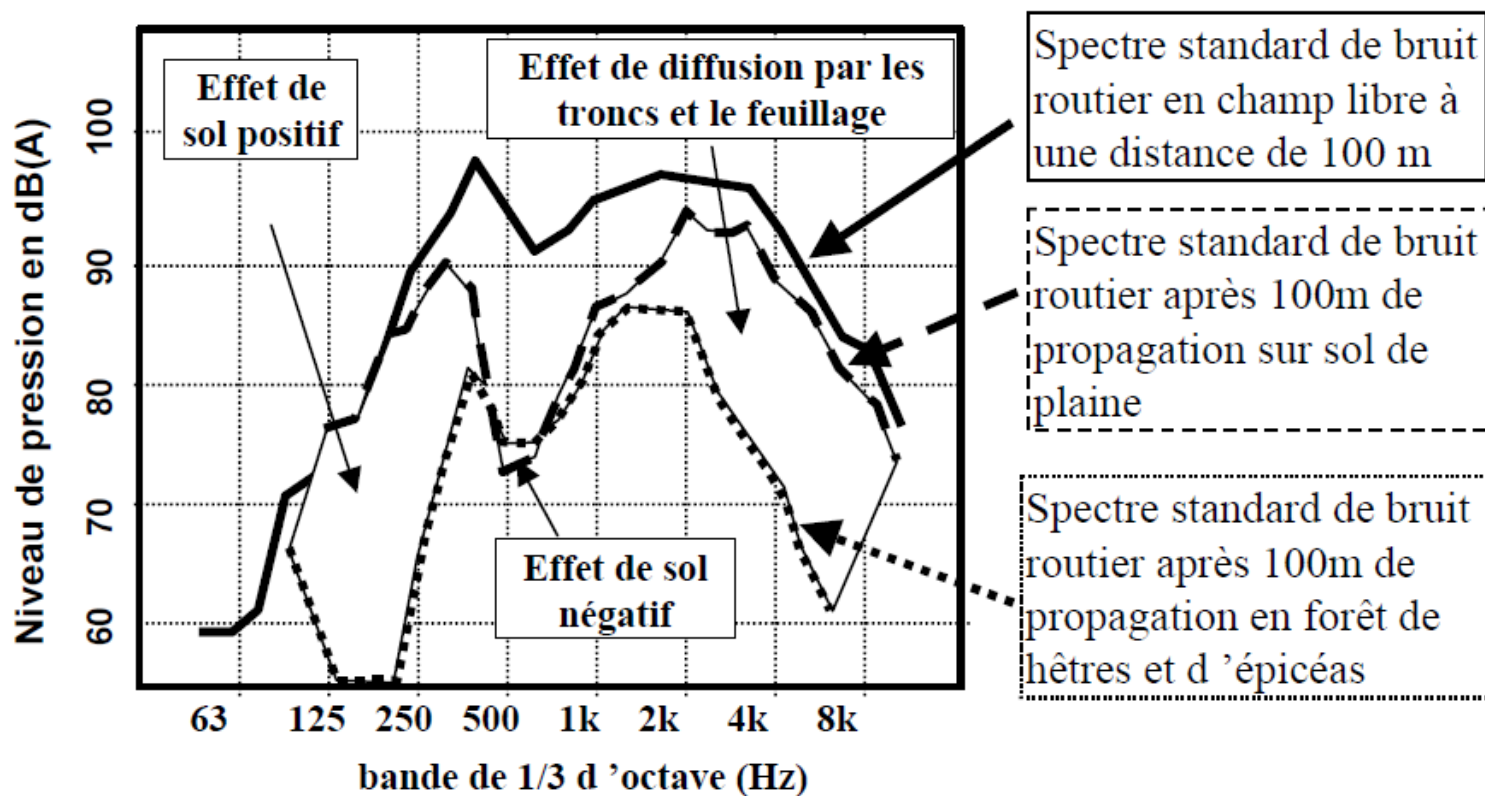
Barrière N, Gabillet Y, Defrance J, *"La forêt : un écran anti-bruit météorologique., Acoustique & Technique 23, 41-48 (2000), 24, 34-40 (2001)*

Defrance J, Barrière N, Premat E, *"Sound propagation through forests with realistic meteorological conditions: theory and experiment"*, 10th International Symposium on Long Range Sound Propagation, Grenoble, F (Sep. 2002)

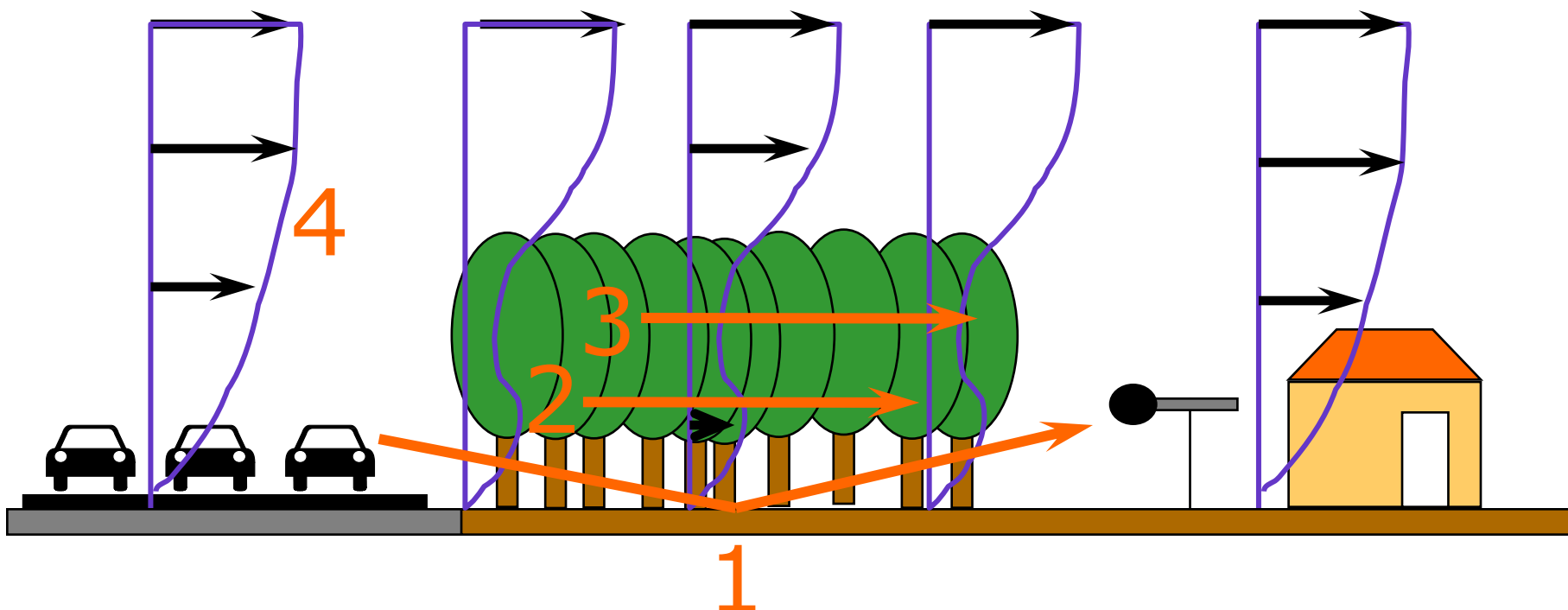
Defrance J, Barrière N, Premat E, *"A diffusion model for sound propagation through forests"*, Forum Acusticum, Sevilla, Spain (2002)

Jean P. *"The modeling of sound propagation in thickets by means of a periodic BEM approach"*, Forum Acusticum 2011, Aalborg

Arbres et forêts

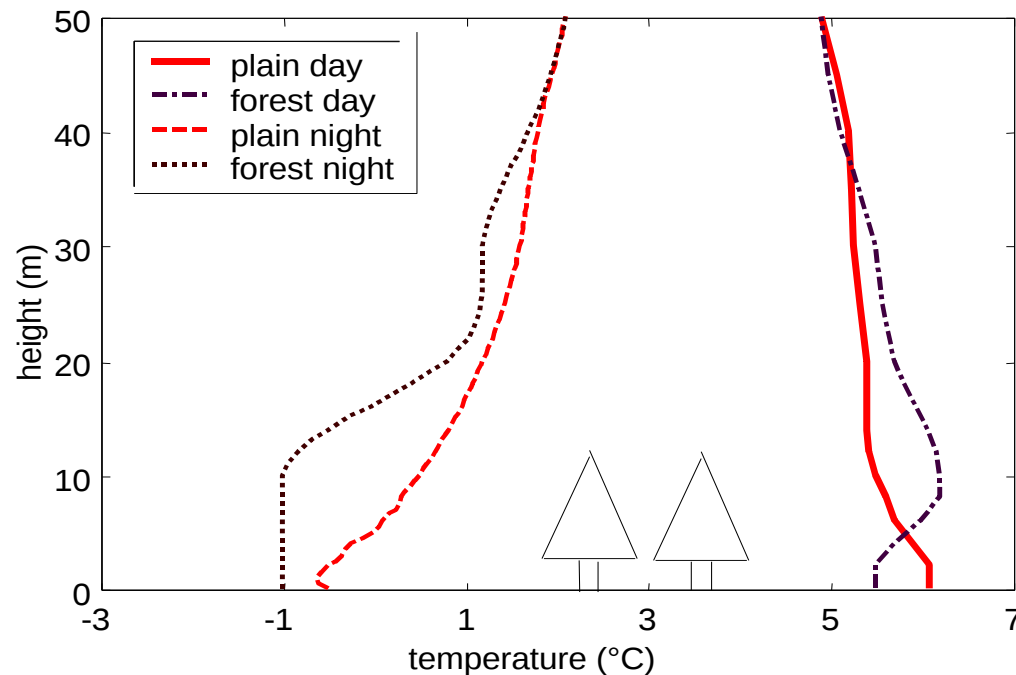


Introduction



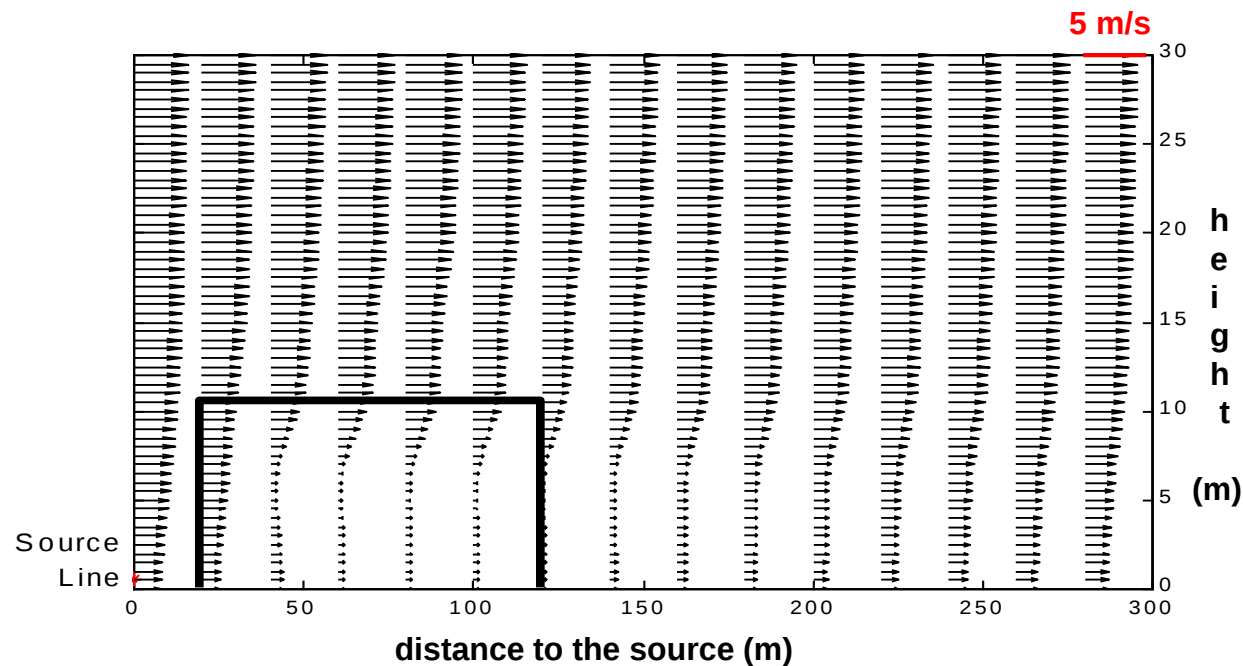
Simulations

Temperature profiles



Simulations

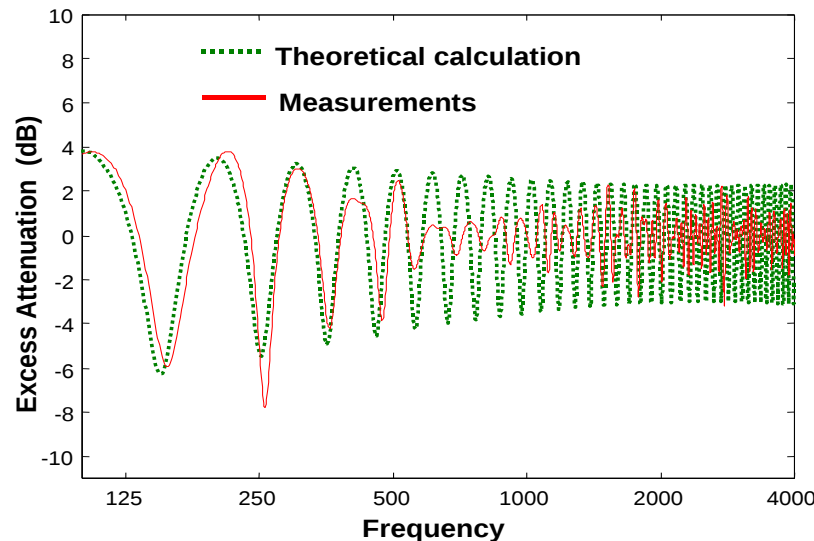
Wind speed profile



Simulations

Forest ground impedance

$$Z_g = 13.79 (\sigma_e / f)^{1/2} (1 + j) + j 9.74 (\alpha_e / f)$$

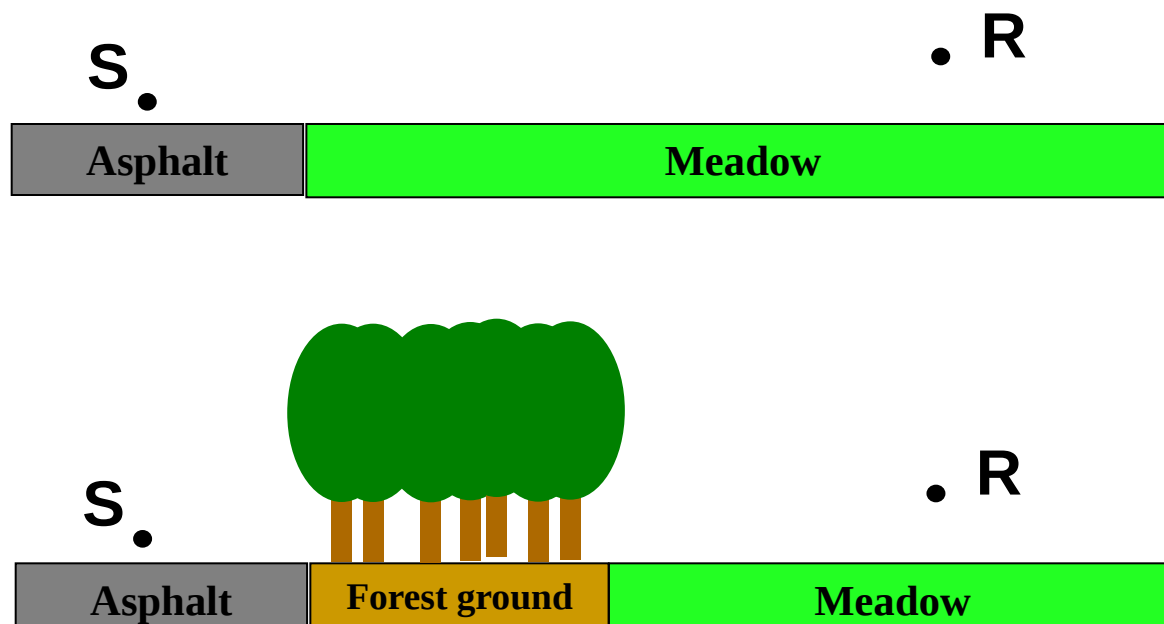


$$\sigma_e = 13.6 \text{ kPa s m}^{-2}$$

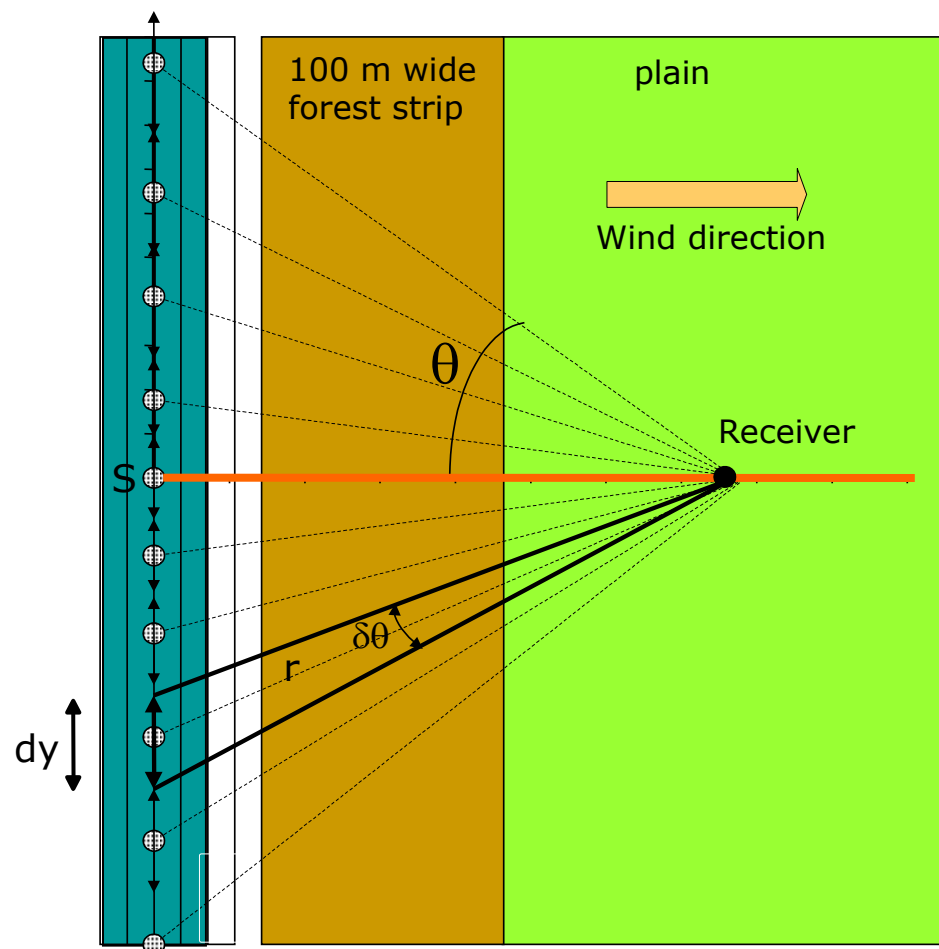
$$\alpha_e = 3.8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^{-1}$$

Results of simulations

Comparison plain / forest

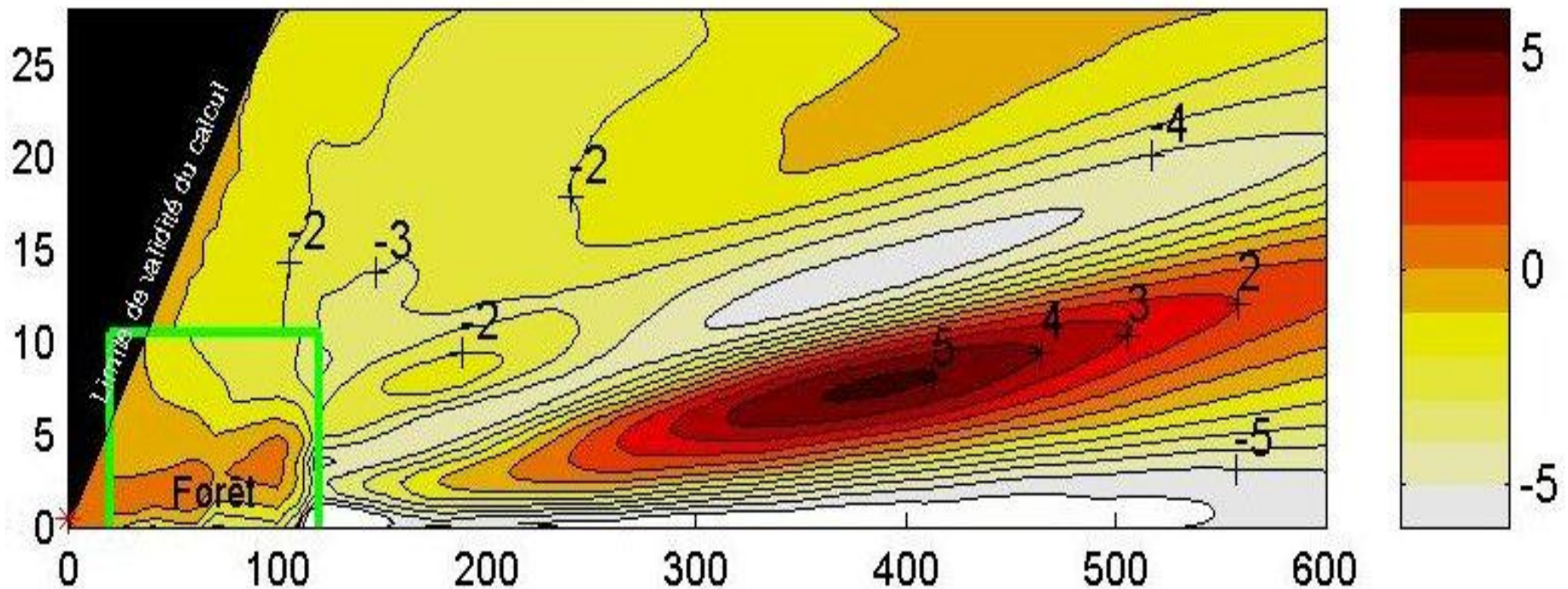


Calculation principle (GFPE-2D+MMD)



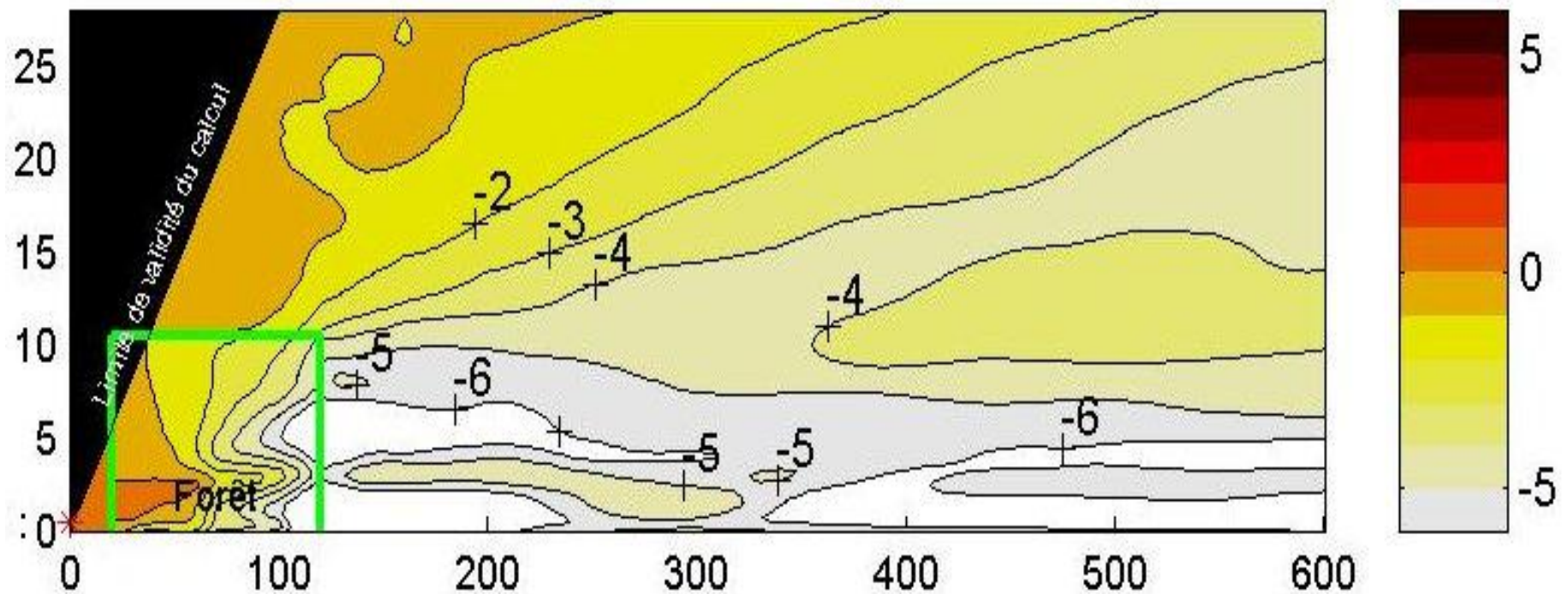
Results of simulations

Sunny day temperature profile



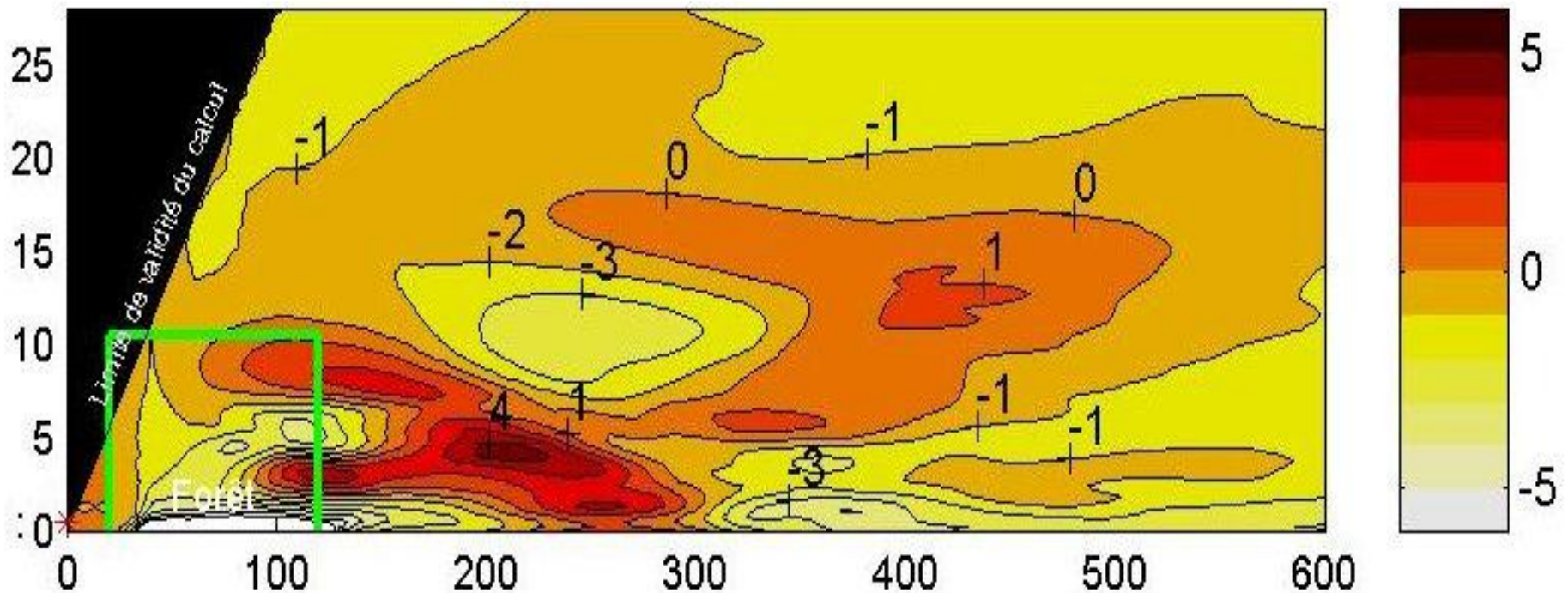
Results of simulations

Night temperature profile (inversion)

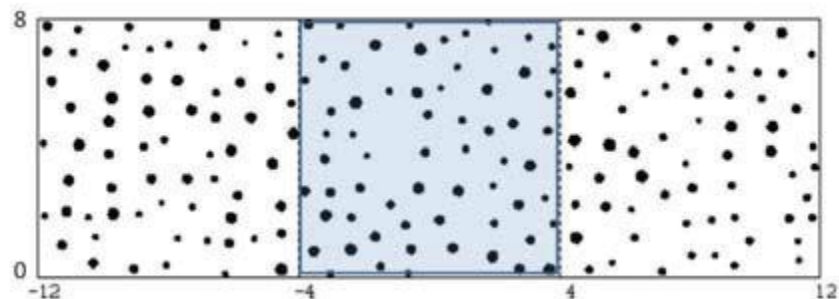


Results of simulations

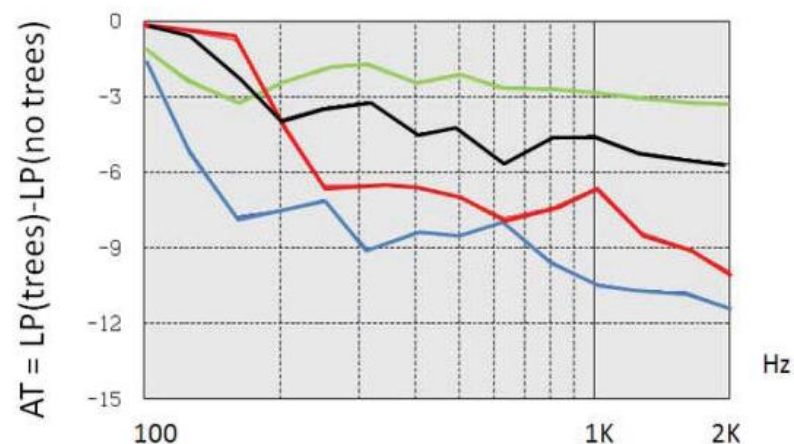
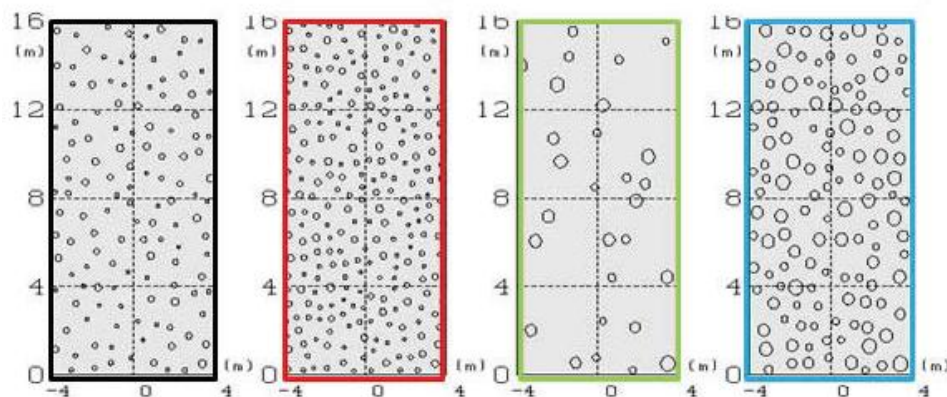
Downwind profile



Effet des troncs: Periodic-BEM



Importance du caractère infini du problème



Arbres et forêts

Ecrans à encorbellements végétalisés

Présentation projet HOSANNA

- Ecrans de faibles hauteur
- Couronnements végétalisés
- Merlons de forme complexe

Conclusions

Ecrans à encorbellements végétalisés

Références

Projet ADEME 2002

Projet Programme Concerté Bois-Matériaux 2002

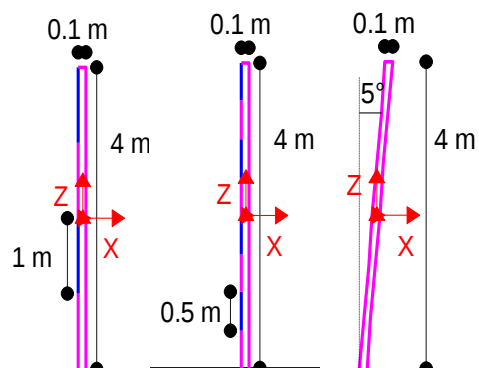
Defrance J, Teytu M, Jean P “*Effet de réflexion sonore diffuse par des protections anti-bruit non planes*”, 99-102, 8e CFA, Tours (2006)

Defrance J, Teytu M, Jean P “*Diffused sound reflection effect of non flat noise barriers*”, InterNoise 2007, Istanbul (28-31 August 2007)

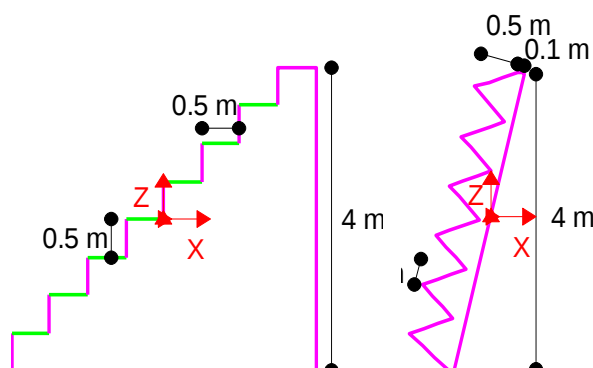


Ecrans étudiés

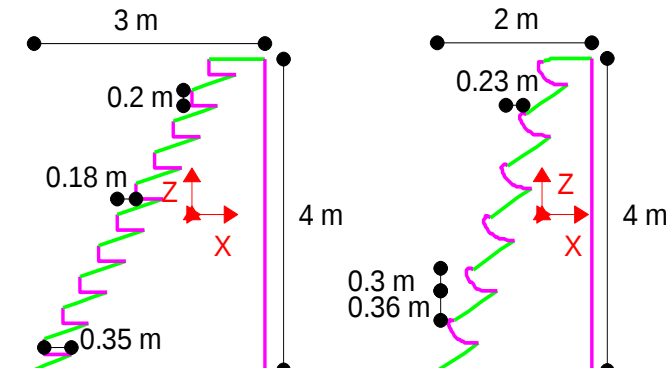
Trois types (2D-BEM "MICADO")



Cas académiques simples

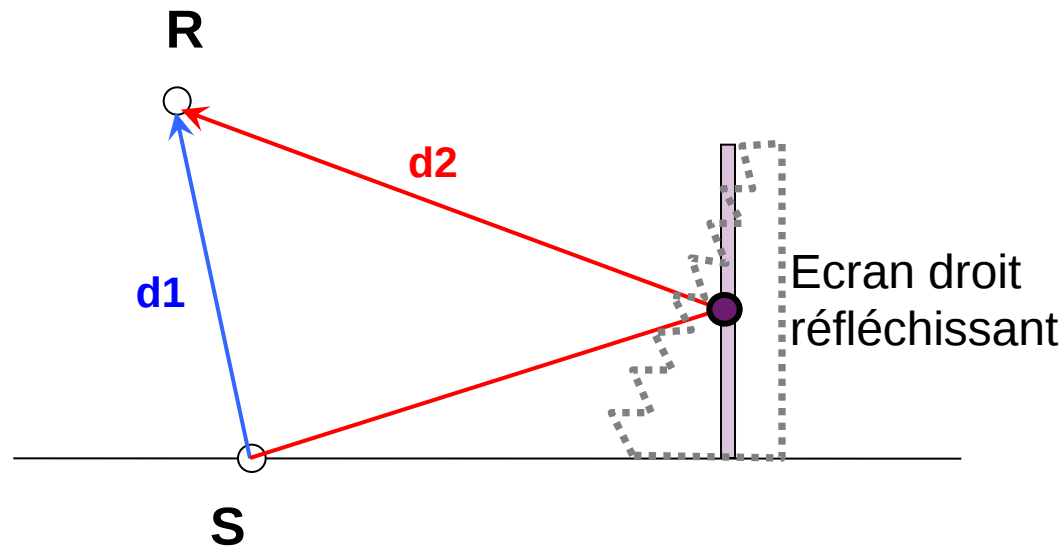


Cas académiques complexes



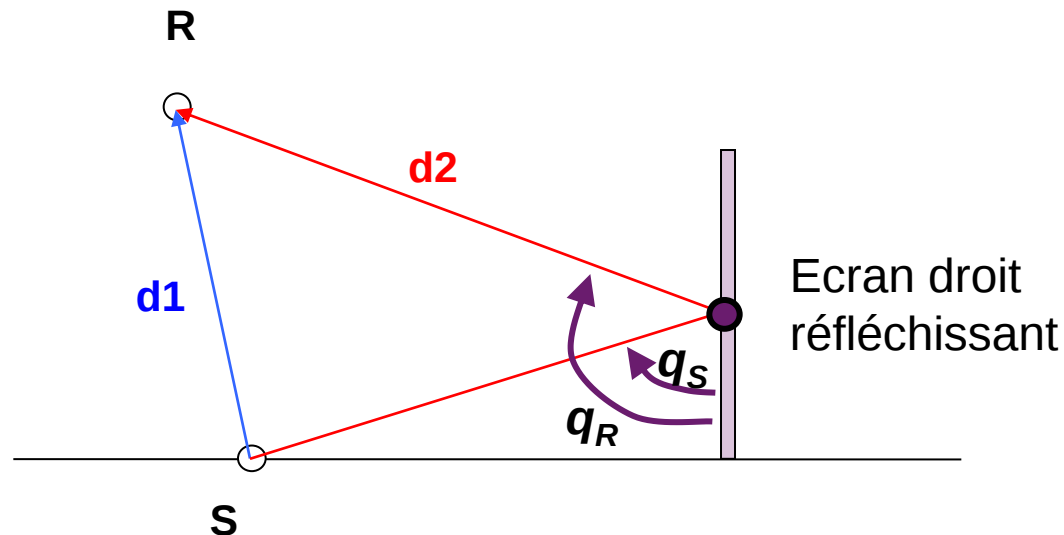
Cas réels

Méthodologie



- Extraction de $\phi_{\text{refl}} = \phi_{\text{tot}} - \phi_{\text{dir}}$
- Transformation 2D $\rightarrow$ 3D

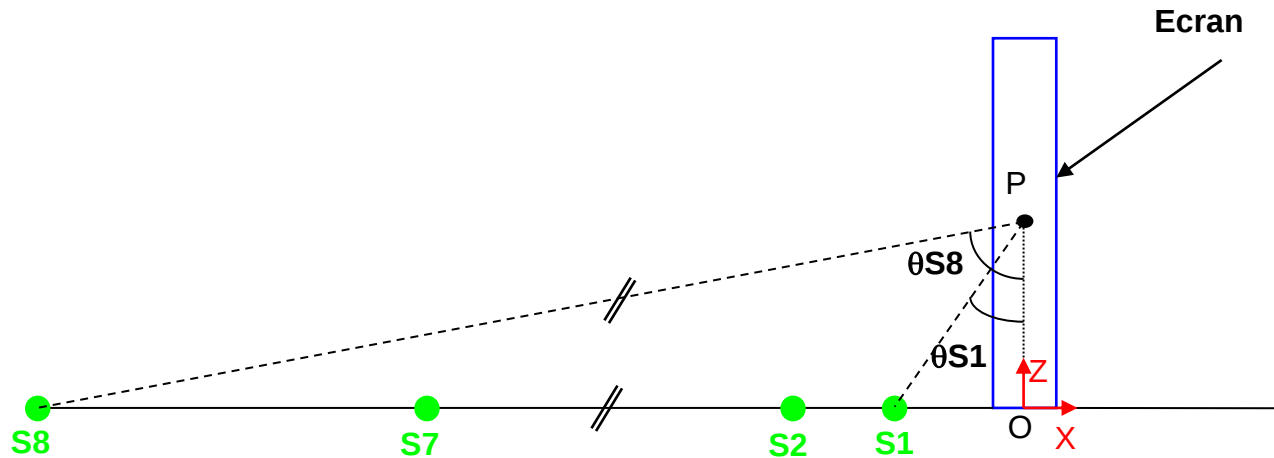
Méthodologie



- Grand nombre de couples (θ_S , θ_R)
- Large spectre de fréquences

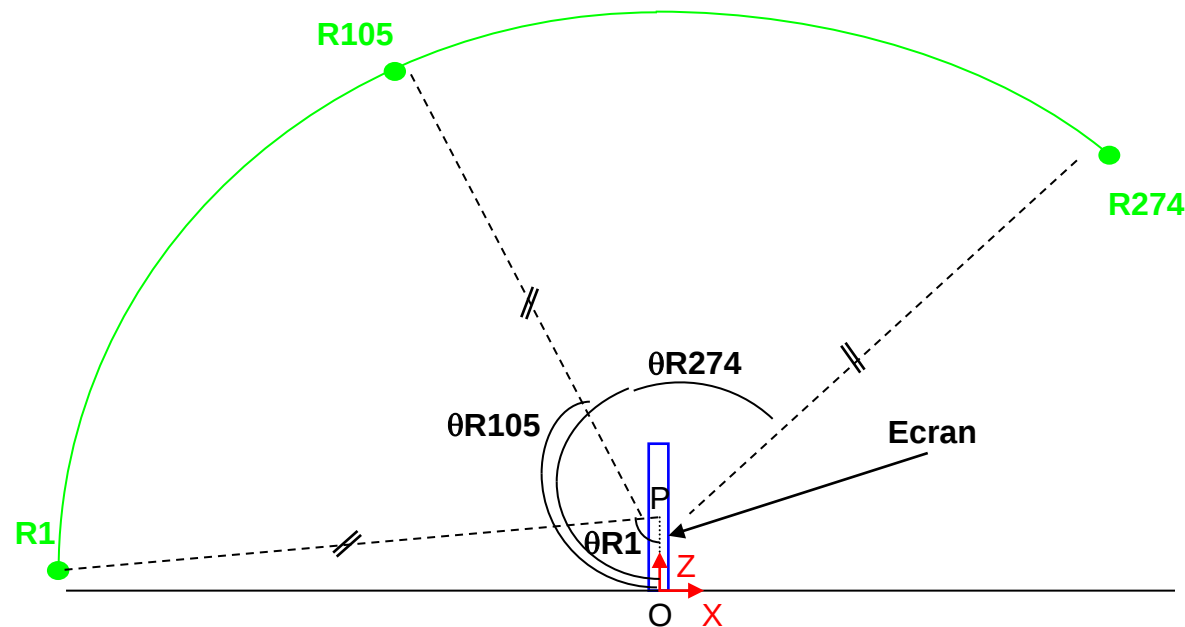
Méthodologie

Sources ($\rightarrow \theta_s$)



Méthodologie

Récepteurs ($\rightarrow \theta_R$)

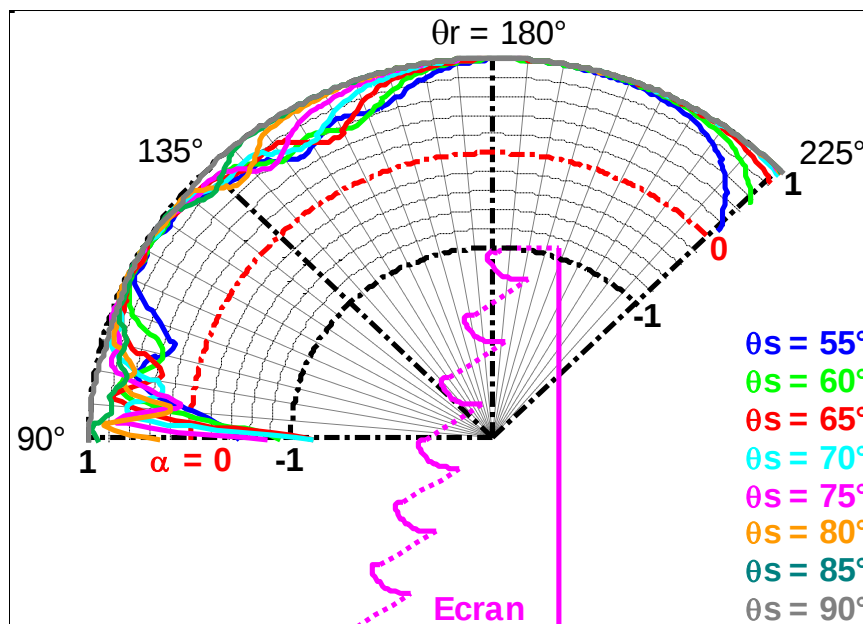
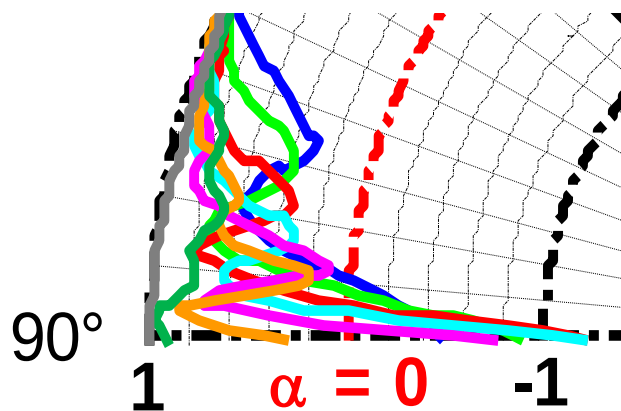


Résultats

- Fonction de θ_S et θ_R
- Fonction de la fréquence
- Fonction du type d'écran
- α_{eq}
- Gain (par rapport au champ libre)
- Pertes (par rapport cas écran référence)

Résultats

Sensibles à la fréquence, et aux positions de la source et du récepteur



500 Hz

Base de Données

BDD de coefficients d'absorption équivalent

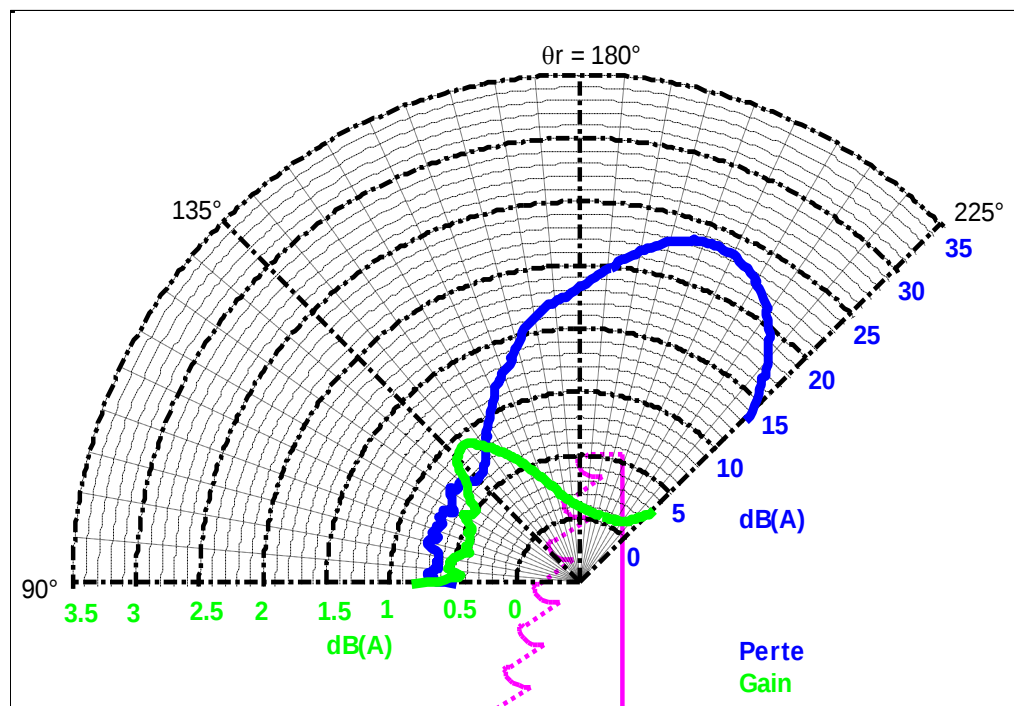
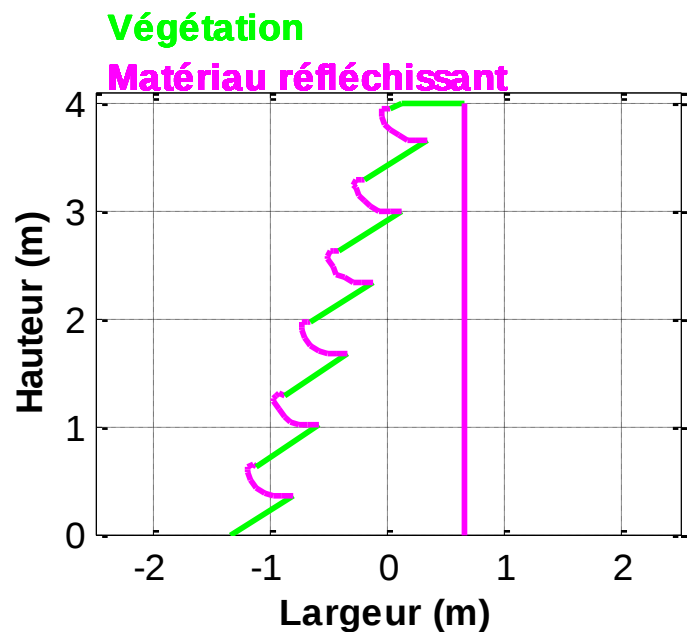
- Intégré par bandes
- $Att = 10 \log(1-\alpha)$

→ Impact

		θ_s			
		55	60	65	Etc...
θ_R	500Hz				
	90	-0,33	-0,44	-0,37	...
	95	0,32	0,59	0,64	...
	100	0,51	0,47	0,44	...
Etc...		...	...	...	...

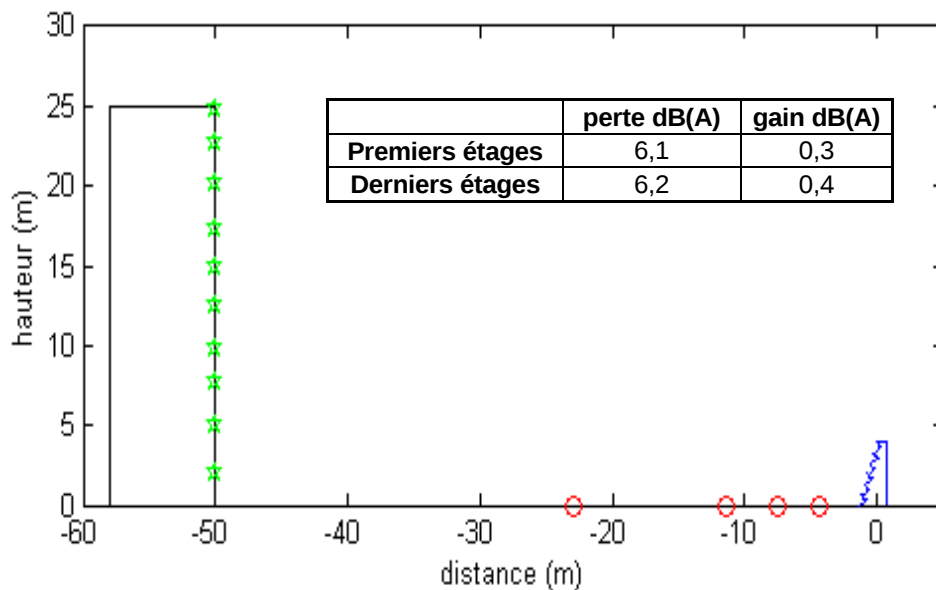
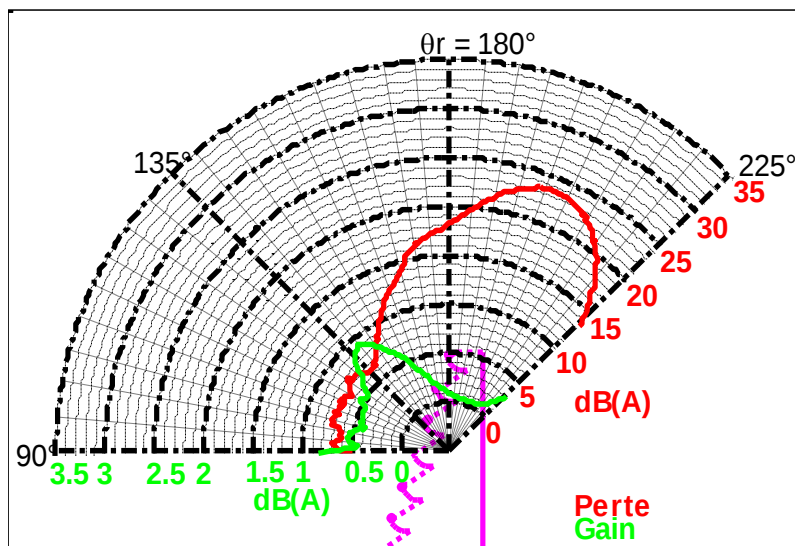
Application

2x2 voies



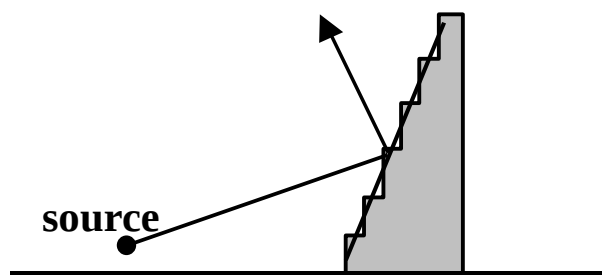
Conclusions

Analyse globale

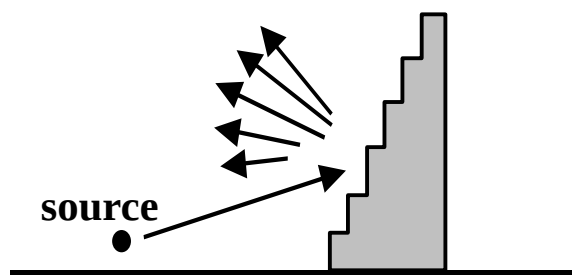


Conclusions

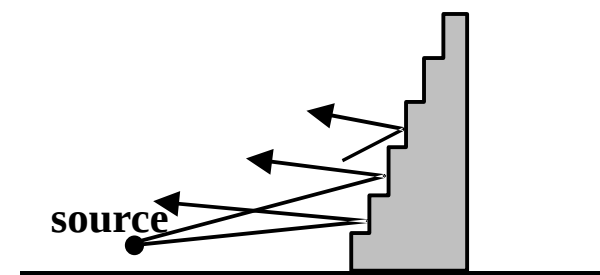
Analyse fréquentielle



BF



MF



HF



Arbres et forêts

Ecrans à encorbellements végétalisés

Projet HOSANNA

- Ecrans de faibles hauteur
- Couronnements végétalisés
- Merlons de forme complexe

Conclusions

Références

Thèses de Marine Baulac et Faouzi Koussa

Projet HOSANNA, Livrables du WP2 et WP6

Baulac M, Defrance J, Jean P, Minard F, *“Efficiency of low height noise protections in urban areas: Predictions and scale model measurements”*, Acta Acustica 92(4), 530-539 (2006)

Koussa F, Defrance J, Jean P, Blanc-Benon P, *“Acoustical efficiency of a sonic crystal assisted noise barrier”*, Acta Acustica united with Acustica, 99(3), 399-409 (2013)

Koussa F, Defrance J, Jean P, Blanc-Benon P, *“Acoustic performance of gabions noise barriers: numerical and experimental approaches”*, Applied Acoustics 74(1), 189–197 (2013)

Defrance J, Jean P, *Acoustical performance of innovative vegetated barriers*, InterNoise 2013

Jean P, Defrance J, Koussa F, *“The efficiency of berms against traffic noise”*, InterNoise 2013

Defrance J, Lallement S, Jean P, Koussa F, *Acoustical performance of complex-shaped earth berms*, 4075-4081, Acoustics 2012, Nantes, France

- **Avant-propos sur HOSANNA**
- **Méthodologie**
- **Application à des solutions innovantes :**
 - Mur antibruit classique recouvert d'un substrat
 - Ecrans bas végétalisés et merlons bas
 - Ecrans bas en bordure de ponts
 - Couronnements d'écran végétalisés
 - Merlons de forme complexe

- **Avant-propos sur HOSANNA**
- Méthodologie
- Application à des solutions innovantes :
 - Mur antibruit classique recouvert d'un substrat
 - Ecrans bas végétalisés et merlons bas
 - Ecrans bas en bordure de ponts
 - Couronnements d'écran végétalisés
 - Merlons de forme complexe

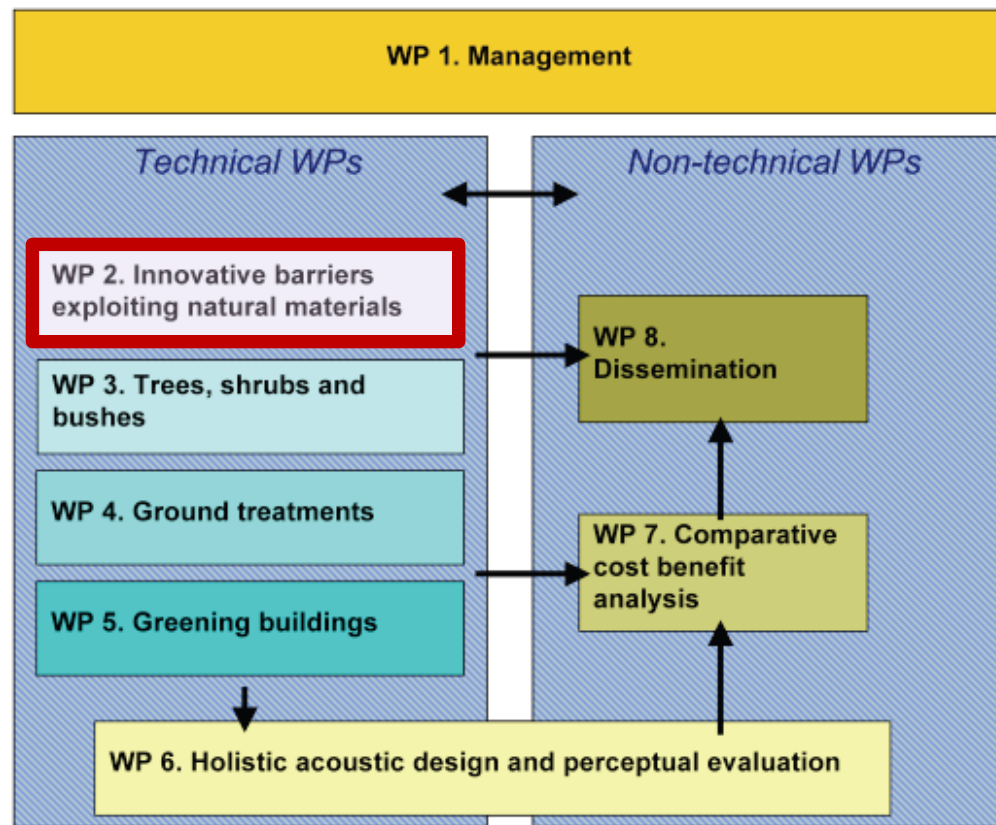
European Project HOSANNA

***HOListic and Sustainable
Abatement of Noise by optimized
combinations of Natural and
Artificial means***

(FP7, leader: Chalmers U)

Partners within WP2 “Innovative barriers exploiting natural materials”:

Open U, Bradford U, Sheffield U,
Ghent U, Acoucity, Canevaflor





www.greener-cities.eu



Home

Introduction

WPs

Partners

News

Links

Internal

Downloads

Contact

Introduction

www.greener-cities.eu is the official homepage of the European project HOSANNA. The project will result in a toolbox for the reduction of road and rail traffic noise in the outdoor environment, which is cost effective and shows positive effects on the environment as a whole. The project focuses on noise abatements during the propagation path, dealing with greening of buildings and use of vegetation on other urban and rural surfaces, innovative barriers including recycled materials, and treatments of the ground and the road surface.

HOSANNA is a collaborative Project under the Seventh Framework Programme, Theme 7, Sustainable Surface Transport.

The project started in November 2009 and is

Latest News

■ The HOSANNA project has finished. Outcomes of the project are available in form of technical reports as well as computed result tables. Please, browse to Downloads, for the latest material.

■ The HOSANNA workshop summary brochure (13 MB) "Novel solutions for quieter and greener cities" is now available and can be **downloaded** here:



Agenda

■ Kick-off meeting HOSANNA

The Kick-off meeting of the HOSANNA project took place in Göteborg, November 11-13 2009.

■ Second project meeting

The second project meeting of the HOSANNA project took place in Stockholm, May 6-7 2010.

■ Third project meeting

The third project meeting of the HOSANNA project took place in Munich, November 3-5 2010.

■ Fourth project meeting

The fourth project meeting of the HOSANNA project took place in Gent, May 4-6 2011.

■ Fifth project meeting

The fifth project meeting of the HOSANNA project took place in Oslo, November 2-4 2011.

Objectifs du WP2 (récepteurs à 1,5 and 4 m de hauteur)

4 m Hauteur du récepteur 1.5 m	Urbain	Rural	Atténuation sonore évaluée par rapport à :
Ecrans bas Merlons bas	6 dB(A) 8 dB(A)	3 dB(A) 5 dB(A)	Situation sans protection
Substrat sur écran droit Couronnements végétalisés Merlons		3 dB(A) 5 dB(A)	Situation avec un écran droit rigide de référence de 4 m (en bordure)



- Avant-propos sur le WP2
- **Méthodologie**
- Application à des solutions innovantes :
 - Mur antibruit classique recouvert d'un substrat
 - Ecrans bas végétalisés et merlons bas
 - Ecrans bas en bordure de ponts
 - Couronnements d'écran végétalisés
 - Merlons de forme complexe

Etat de l'art : choix des modèles le plus adaptés

- Impédance acoustique
- Propagation sonore

Dans cette
présentation
(MICADO)

Model	Diffraction complex barriers	Ground impedance	Impedance jumps	Uneven Topography	Meteorology c(z)	Turbulence	3D possible	CPU Time
BEM	***	***	***	***	*	0	Y	Large (meshing dep) (freq. depend.)
FDTD	***	**	**	***	***	***	Y	Large (Incr. w freq)
TLM	***	**	**	***	***	**	Y	Quite large (Incr. w freq)
PE	0	***	***	*	***	**	Y	Quite large (Incr. w freq)
SSM	0	***	***	*	**	**	Y	Very low (no freq. dep)
Rays	*	***	**	**	**	*	Y	Quite large (Incr. w freq)
FFP	0	***	0	0	**	**	N	Low (Incr. w freq)

Cas communs d'étude

- **Sources**

Rue (urbain) / Autoroute (rural)

Ferroviaire (rural) : fret et TGV

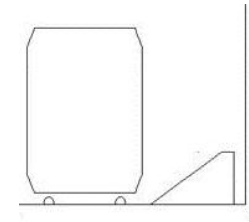
Tramway (urbain)

- **Environnement**

Rue en U, espace ouvert

Plat / Remblai / Déblai en espace ouvert

Pont en espace ouvert

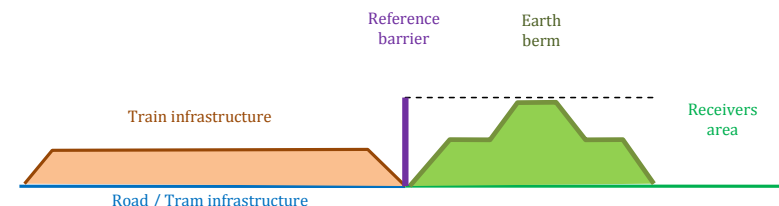


*Prise en compte de la caisse
des trains et trams*

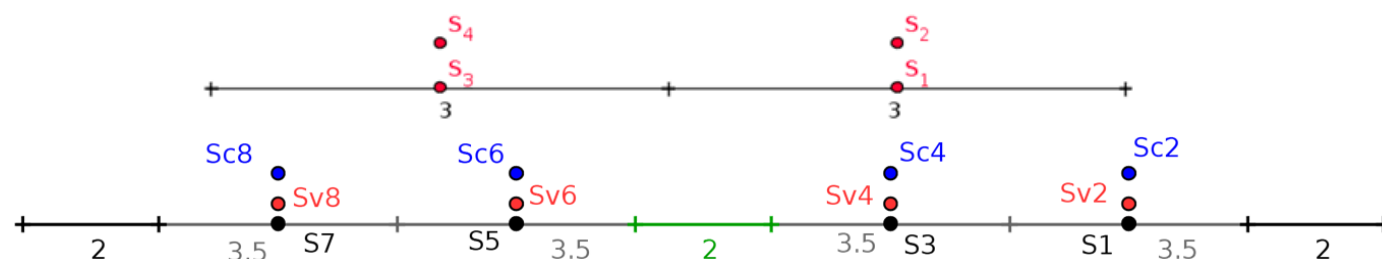
Résultats = « gains » par rapport à un cas de référence

- Cas sans la barrière innovante → IL

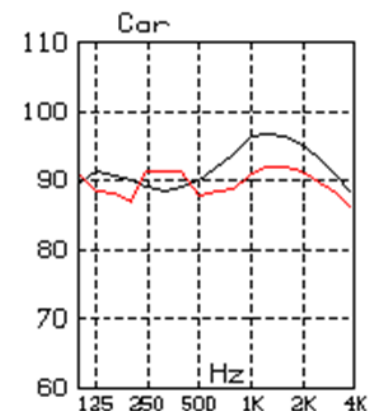
- Cas d'un écran droit rigide → ΔIL



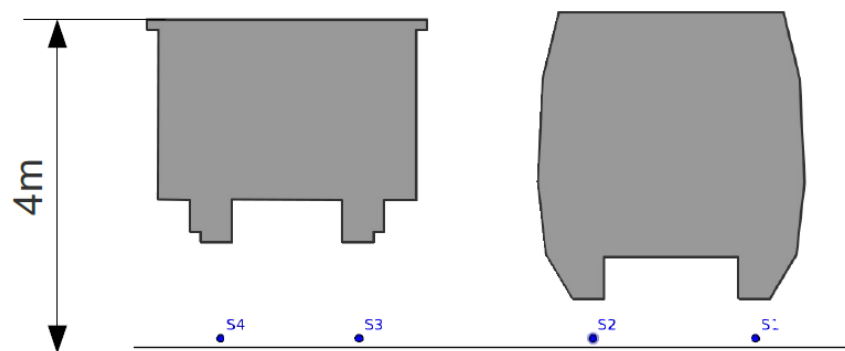
- Sources description:



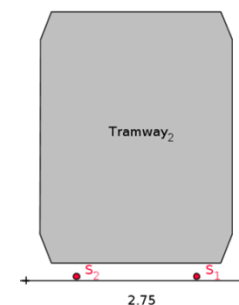
+ Harmonoise model (50 km/h ; 90-120 km/h, 15% HV)



Car at 120 km/h



+ SNCF data (100 km/h ; 300 km/h)



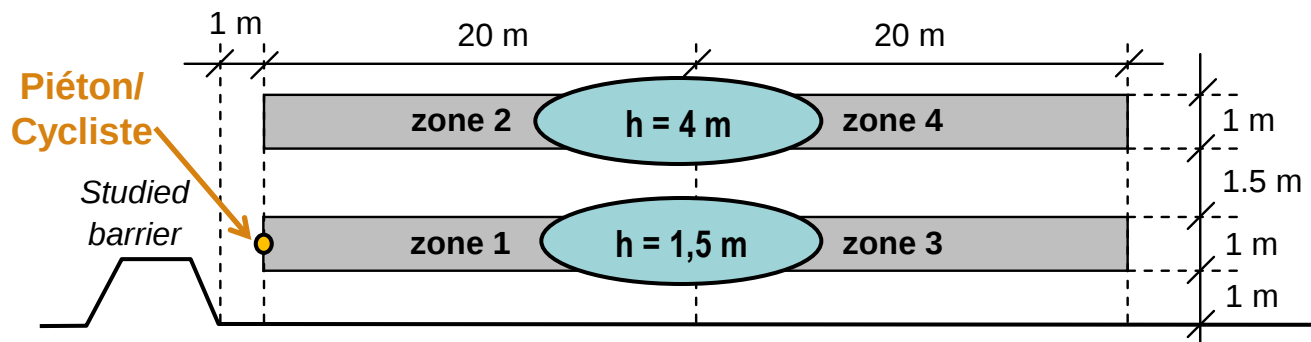
+ CSTB data (30 km/h)

Indicateurs de performance

$$IL = 10 \log_{10} \left(\sum_{\Delta f} 10^{\frac{LW_A(\Delta f) + EA_{no}(\Delta f)}{10}} / \sum_{\Delta f} 10^{\frac{LW_A(\Delta f) + EA_{prot}(\Delta f)}{10}} \right)$$

$$\Delta IL = IL \left(prot = studied\ barrier \right) - IL \left(prot = ref\ barrier \right)$$

Zones de réception

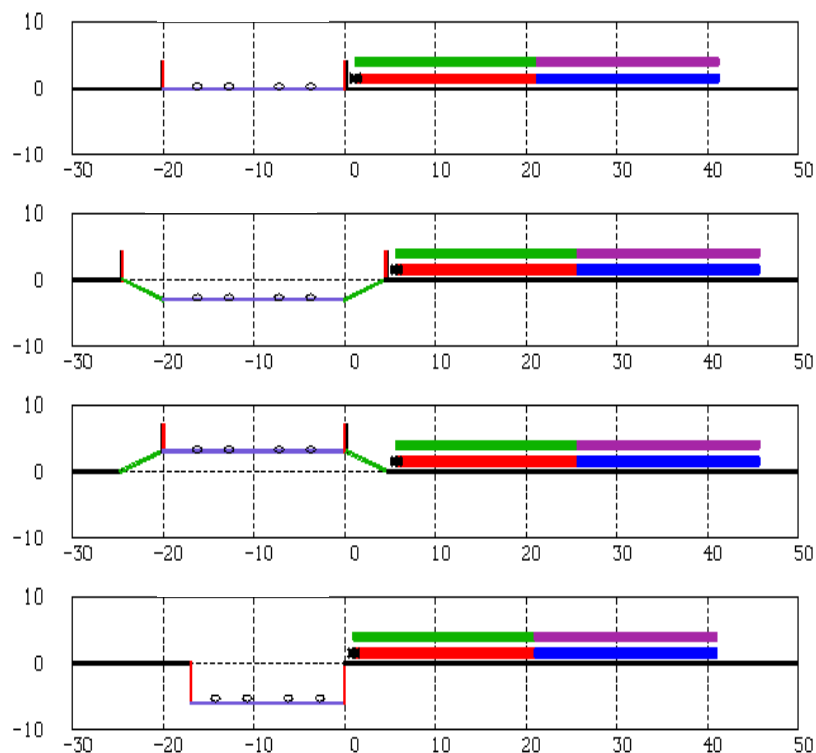




- Avant-propos sur le WP2
- Méthodologie
- **Application à des solutions innovantes :**
 - **Mur antibruit classique recouvert d'un substrat**
 - Ecrans bas végétalisés et merlons bas
 - Ecrans bas en bordure de ponts
 - Couronnements d'écran végétalisés
 - Merlons de forme complexe

Ecran recouvert d'un substrat

Configurations étudiées

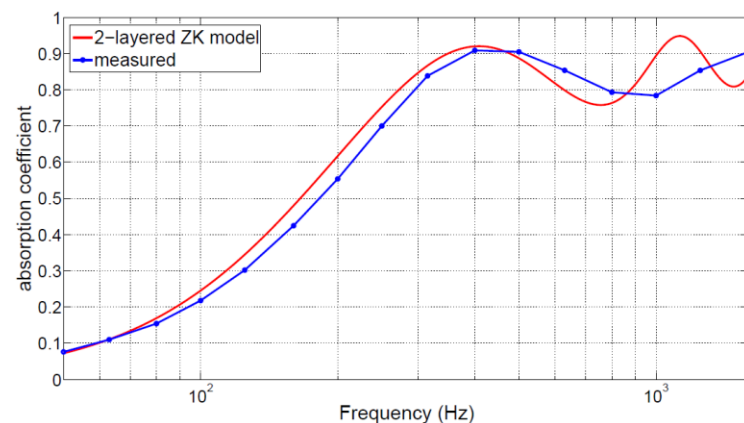


Autoroute / Rural

Disposition de l'absorbant

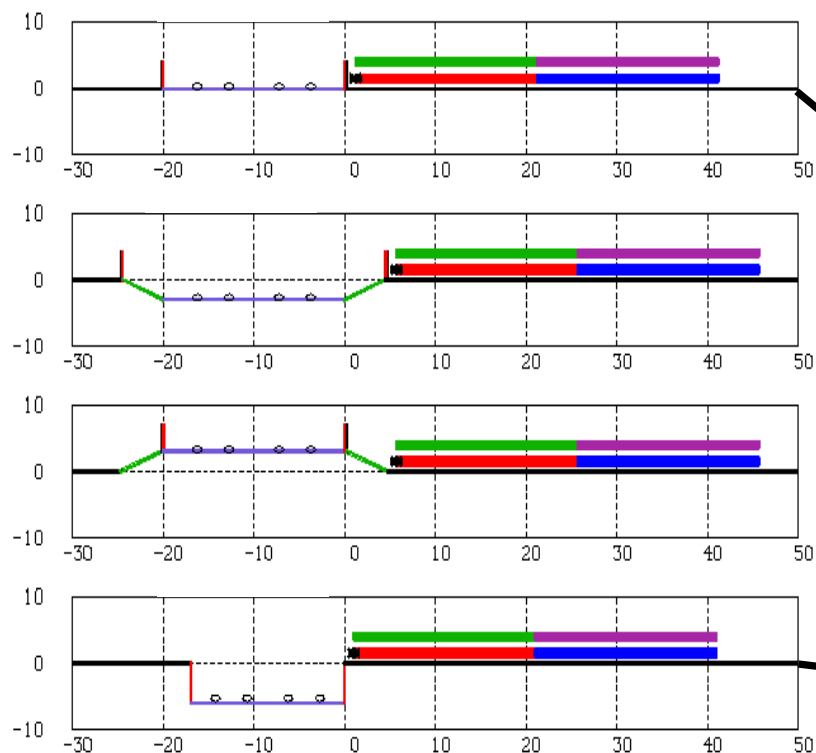
(Vegetation substrate suitable for growing vegetations)

- **T**: Totally covered (4 m high)
- **L**: Lower half (2 m)
- **C**: center zone (2 m)
- **U**: upper half (2 m)
- **A**: Alternated 0.5 m strips



Ecran recouvert d'un substrat

Résultats



Autoroute / Rural

Zoom (Δ/L)

Terrain plat

Absorbent arrangement	Pedestrian (*)	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
T	3.9	4.7	7.0	6.1	7.6
L	1.8	2.6	4.4	3.8	4.5
C	1.1	1.9	3.9	3.3	3.8
U	2.6	2.8	4.3	3.7	4.6
A	3.1	3.6	5.0	4.4	5.3

Objectif 3 / 5 dBA

Tranchée

Absorbent arrangement	Pedestrian *	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
T	2.9	10.0	7.8	11.8	12.2
L	2.1	6.6	4.4	7.7	7.6
C	1.8	6.1	4.3	7.1	7.1
U	1.5	5.8	3.6	7.5	7.4
A	1.9	6.4	4.0	8.1	7.4

Synthèse

- Le substrat végétal (pouvant accueillir de la végétation) apparaît comme une bonne alternative pour traiter les écrans rigides
- Quand seulement la moitié de la surface est couverte d'absorbant, la disposition par « bandes » est la plus efficace
- Pour une couverture totale d'absorbant, les atténuations sont :
 - 5-8 dB(A) sur terrain plat,
 - 6-9 dB(A) dans le cas d'une route en remblai,
 - 4-6 dB(A) dans le cas d'une route en déblai,
 - 8-10 dB(A) dans le cas d'une tranchée (sauf quand trop proche)
- Plus la tranchée est étroite, plus l'atténuation est élevée



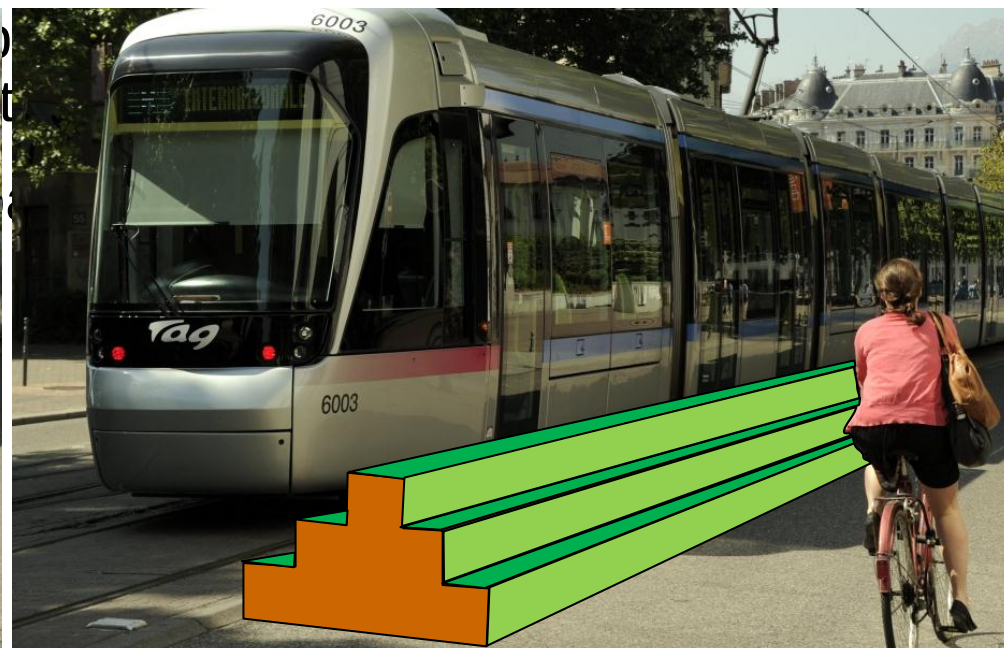
- Avant-propos sur le WP2
- Méthodologie
- **Application à des solutions innovantes :**
 - Mur antibruit classique recouvert d'un substrat
 - **Ecrans bas végétalisés et merlons bas**
 - Ecrans bas en bordure de ponts
 - Couronnements d'écran végétalisés
 - Merlons de forme complexe

Ecrans bas vég. et merlons bas



Ecrans bas vég. et merlons bas

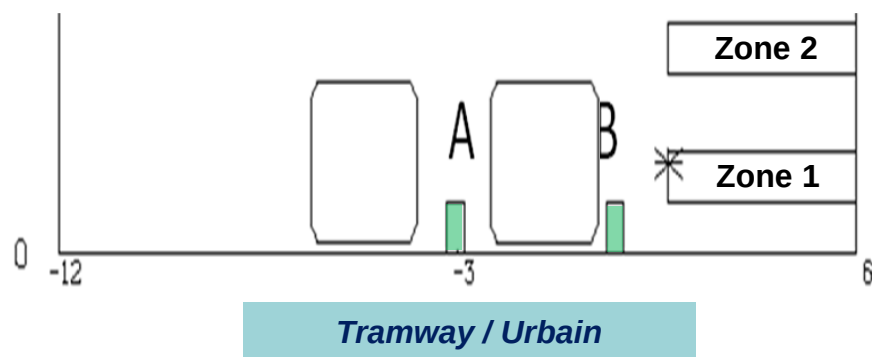
Motivation: Low barriers/berms adapted to some transportation modes



Ecrans bas végétalisés

Configurations étudiées :

Substrat végétal + âme rigide

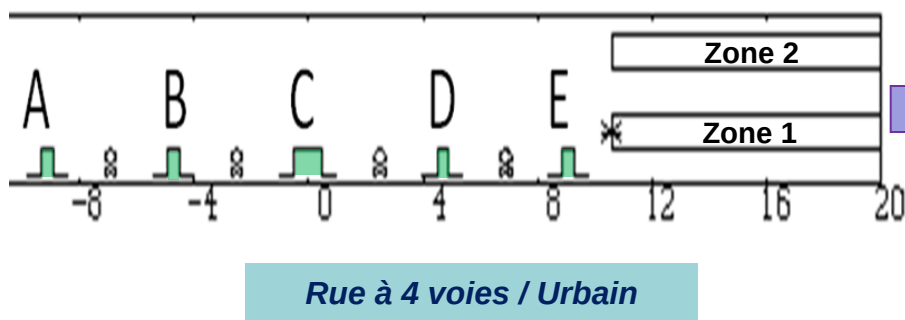


Résultats : espace ouvert (IL)

Objectif 6 / 8 dBA

Configuration	Pedestrian	Zone 1	Zone 2
(2 tracks) B	7.9	13.4	6.6
(2 tracks) A - B	16.7	20.4	15.7

Inter-voies : +4/10 dBA

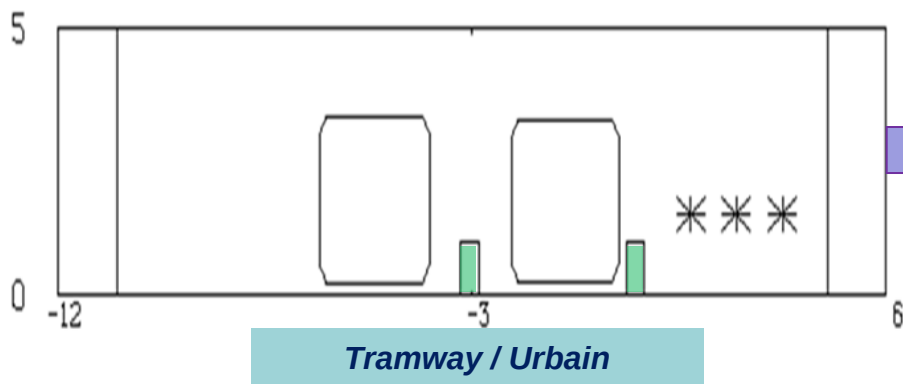


Configuration	Pedestrian	Zone 1	Zone 2
- - - - E	1.3	7.7	0.8
- - C - - E	4.2	11.3	3.5
- - C - D - E	14.1	16.7	7.8
A - - C - - E	4.1	10.8	2.9
A - B - C - D - E	15.0	17.2	9.6

Ecrans bas végétalisés

Configurations étudiées :

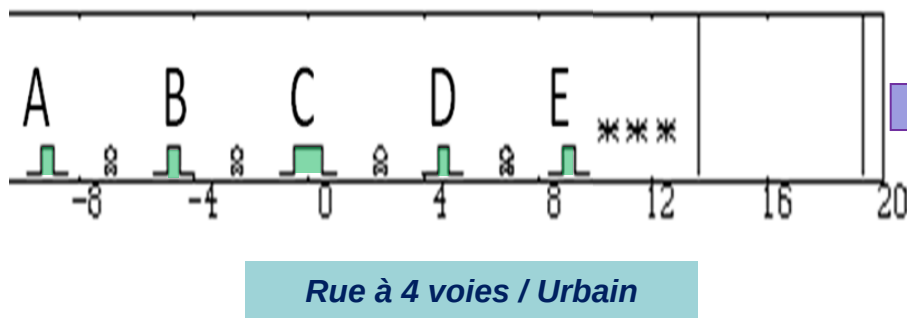
Substrat végétal + âme rigide



Résultats : Rue en U

Objectif 6 / 8 dBA

Configuration	M1	M2	M3
(2 tracks) - B	10.0	11.2	12.1
(2 tracks) A - B	17.5	18.0	18.6

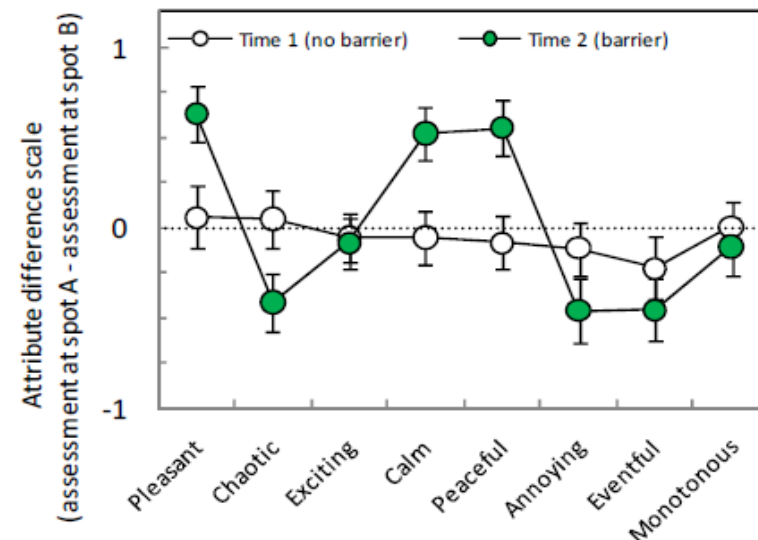


Configuration	M1	M2	M3
- - - - E	4.1	5.2	6.1
- - C - - E	8.4	9.5	11.2
- - C - D - E	13.9	13.9	14.8
A - - C - - E	9.2	10.6	12.7
A - B - C - D - E	18.6	19.0	19.8

Expérimentation Quai Fulchiron (CSTB/Acoucité/Canevaflor)



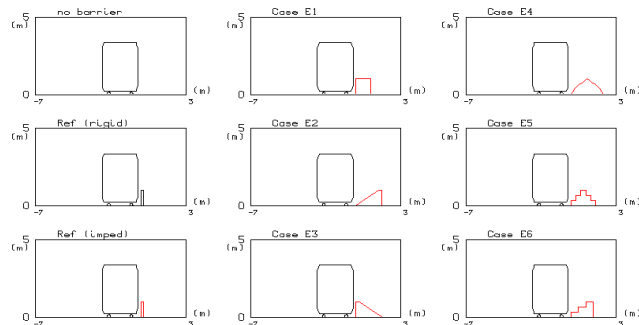
**~ 5 dB(A) d'efficacité,
MAIS sans âme pleine et longueur limitée
et 2 voies de circulation**



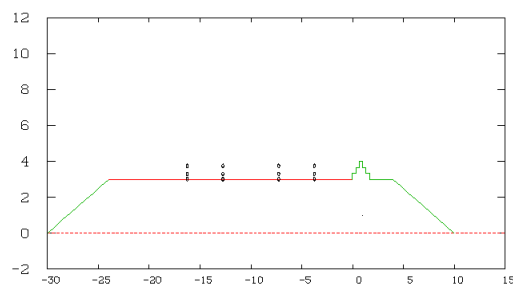
Rådsten-Ekman M, Vincent B, Anselme C, Mandon A, Rohr R, Defrance J, Van Maercke D, Botteldooren D, Nilsson ME,
Case-study evaluation of a low and vegetated noise barrier in an urban public space, InterNoise 2011, Osaka, Japan

Configurations étudiées :

Merlon bas



Tramway / Urbain



Autoroute en remblai / Rural

Résultats : espace ouvert

Gains	Pedestrian	Zone 1	Zone 2
$IL_{ref,rigid}$	5.8	9.2	4.6
$\Delta IL_{ref,Z}$	2.4	1.7	2.0
$\Delta IL (B1)$	1.8	2.2	2.1
$\Delta IL (B2)$	-1.8	1.5	1.9
$\Delta IL (B4)$	-0.2	1.0	2.1
Gains	Pedestrian	Zone 1	Zone 2
$IL_{ref,rigid}$	6.3	5.9	6.4
$\Delta IL (B1)$	0.4	0.2	0.2
$\Delta IL (B2)$	-2.0	-1.4	-0.9
$\Delta IL (B3)$	-1.5	-1.1	-0.5
$\Delta IL (B4)$	-3.0	-2.2	-1.4
$\Delta IL (B5)$	0.0	0.2	0.2
$\Delta IL (B6)$	-0.1	0.0	0.1

≈ 6 dBA

≈ 6/11 dBA

Synthèse (récepteur à 1.5 m de hauteur)

- **Ecrans bas végétalisés :**
 - Rue 4 voies : **1-10 dB(A)** (4-6 dBA w/ buildings)
 - Tramway : **8-14 dB(A)** (10-12 dBA w/ buildings)
- **Ecran bas supplémentaire inter-voies :**
 - Rue 4 voies : **+4-10 dB(A)** (+4-5 dBA w/ buildings)
 - Tramway: **+6-8 dB(A)** (+6-8 dBA w/ buildings)
- **Merlon bas sur terrain plat :**
 - Rue 2 voies : **6-7 dB(A)**
 - Tramway : **7-12 dB(A)**
- **Merlon/Ecran bas sur remblai :**
 - Autoroute : **5-6 dB(A)**
 - Train : **6-8 dB(A)**



- Avant-propos sur le WP2
- Méthodologie
- Application à des solutions innovantes :
 - Mur antibruit classique recouvert d'un substrat
 - Ecrans bas végétalisés et merlons bas
 - **Ecrans bas en bordure de ponts**
 - Couronnements d'écran végétalisés
 - Merlons de forme complexe

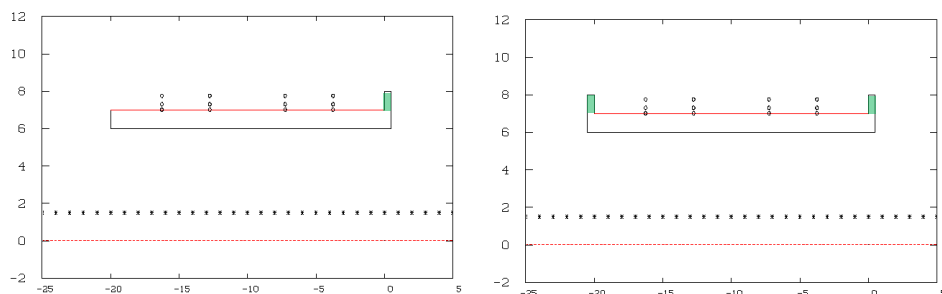
Ecrans bas vég. en bordure de ponts



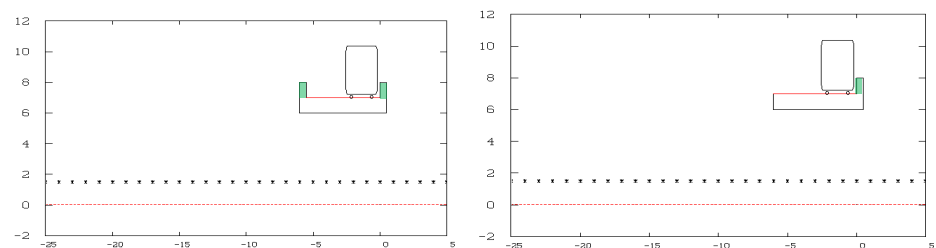
Ecrans bas vég. en bordure de ponts

Configurations étudiées

(substrat végétal+ âme rigide)

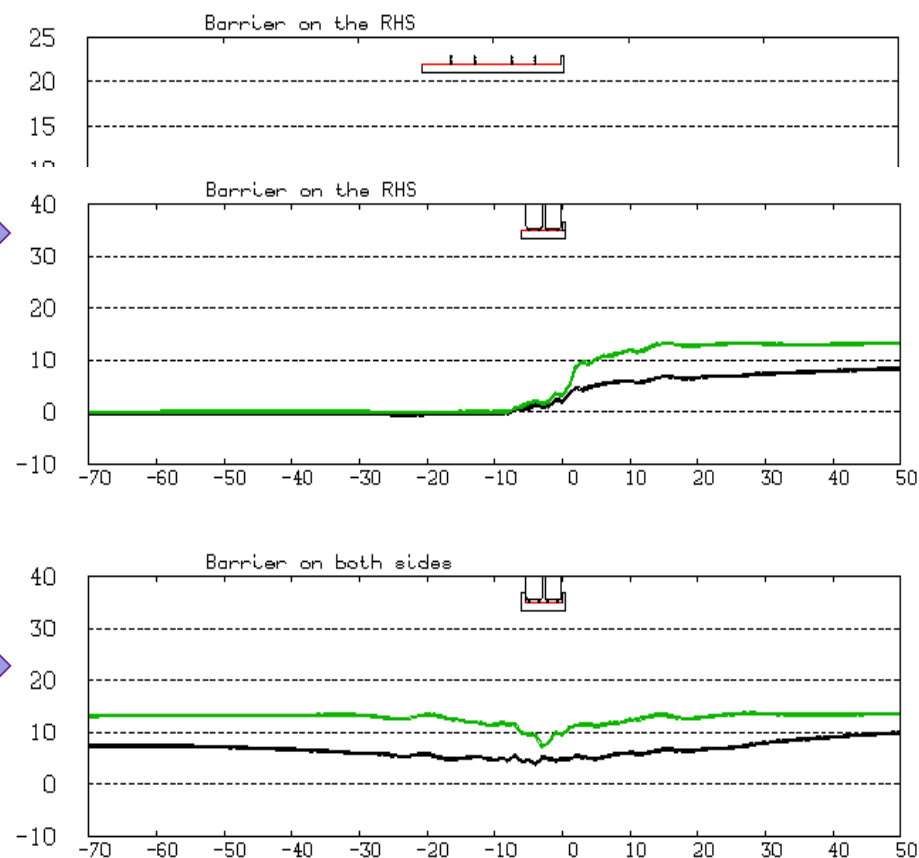


Autoroute / Rural



Tramway / Urbain

Résultats (— rigid barrier — absorbing barrier)



Synthèse

- Le substrat végétal (avec âme rigide centrale) de 40 cm d'épaisseur et 1 m de hauteur est une solution efficace pour améliorer le paysage sonore sous les ponts circulés → *piétons, cyclistes, résidents*
- Atténuation sonore importante dans les deux cas d'écran : avec ou sans âme rigide
- Cas de l'autoroute :
Atténuation 6-8 dB(A)
- Cas du tramway (2 voies) :
Atténuation 8-12 dB(A)
- Cas du tramway (la voie la plus proche) :
Atténuation 8-20 dB(A)

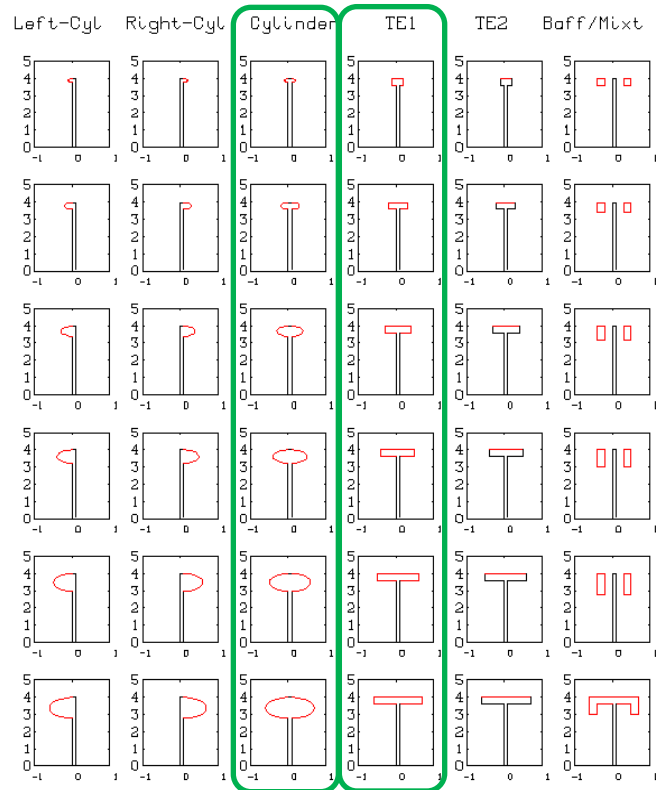


- Avant-propos sur le WP2
- Méthodologie
- Application à des solutions innovantes :
 - Mur antibruit classique recouvert d'un substrat
 - Ecrans bas végétalisés et merlons bas
 - Ecrans bas en bordure de ponts
 - **Couronnements d'écran végétalisés**
 - Merlons de forme complexe

Couronnements d'écran végétalisés

Résultats étudiées

(substrat végétal + âme rigide)



Autoroute / Rural

Zoom

Cylindre

Gains	Pedestrian	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
$IL_{ref,rigid}$	21.9	19.5	15.8	19.7	17.3
ΔIL (r=10 cm)	4.1	3.0	1.5	1.6	1.7
ΔIL (r=20 cm)	7.1	3.5	1.7	1.9	1.8
ΔIL (r=30 cm)	9.1	3.9	1.9	2.2	1.9
ΔIL (r=40 cm)	10.7	4.3	2.1	2.5	2.2
ΔIL (r=50 cm)	12.2	4.8	2.4	2.8	2.7
ΔIL (r=60 cm)	13.2	5.2	2.6	3.0	2.7

Objectif 3 / 5 dBA

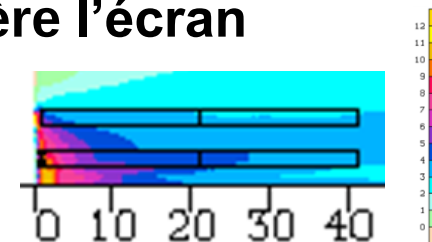
Ecran en T

Gains	Pedestrian	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
$IL_{ref,rigid}$	21.9	19.5	15.8	19.7	17.3
ΔIL (40 cm)	6.1	3.4	1.9	2.1	2.0
ΔIL (60 cm)	8.2	4.3	2.5	2.8	2.4
ΔIL (80 cm)	9.8	5.1	3.0	3.4	2.9
ΔIL (100 cm)	11.2	5.8	3.4	4.0	3.3
ΔIL (120 cm)	12.5	6.4	3.8	4.4	4.1
ΔIL (140 cm)	13.7	7.0	4.2	4.8	4.1

Couronnements d'écran végétalisés

Synthèse (Δ/L)

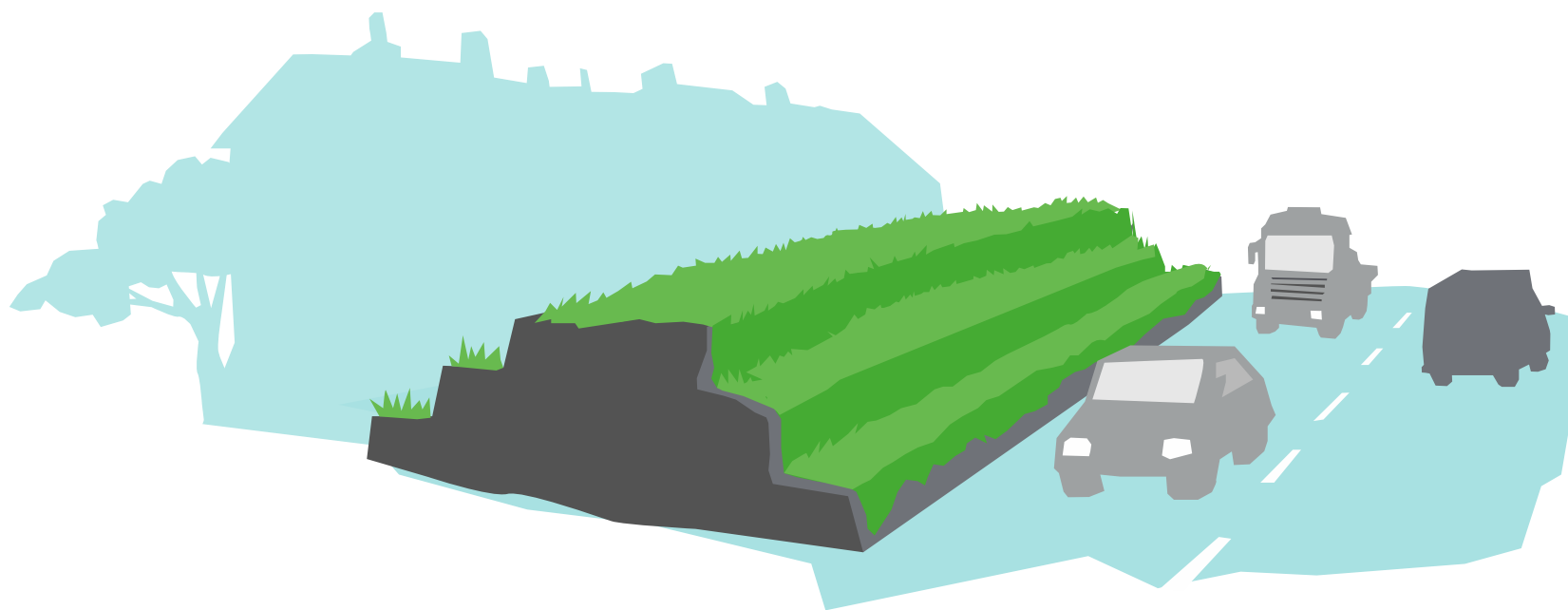
- **Atténuation sonore de 5 dB(A) ($h = 1.5$ m) apparaît atteignable :**
 Cylindre : diamètre minimum 100 cm
 T (tout absorbant) : largeur minimum 80 cm
 T (parties inf rigides) : largeur minimum 120 cm
 Baffles verticaux : hauteur minimum 50 cm
- **Pour les piétons proches derrière l'écran : 10 dB(A) et plus**
- **En se rapprochant de l'écran, l'efficacité du couronnement augmente. Aussi, cette solution de réduction du bruit est destinée aux piétons, cyclistes et aires de détente/jeux situés juste derrière l'écran**





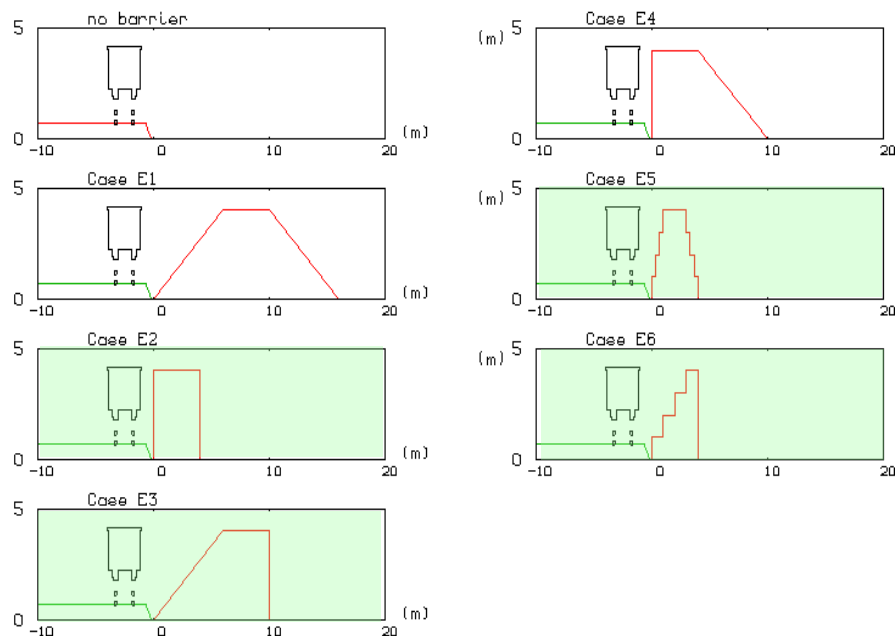
- Avant-propos sur le WP2
- Méthodologie
- Application à des solutions innovantes :
 - Mur antibruit classique recouvert d'un substrat
 - Ecrans bas végétalisés et merlons bas
 - Ecrans bas en bordure de ponts
 - Couronnements d'écran végétalisés
 - **Merlons de forme complexe**

Merlons de forme complexe



Merlons de forme complexe

Configurations étudiées : Ferroviaire



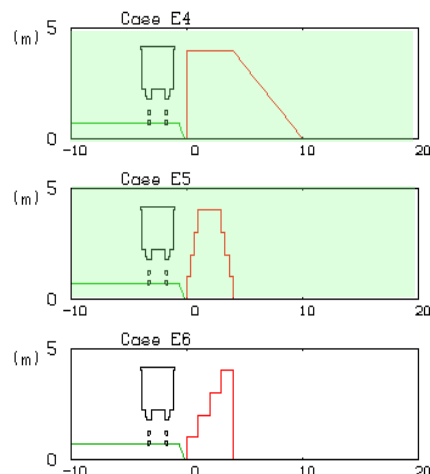
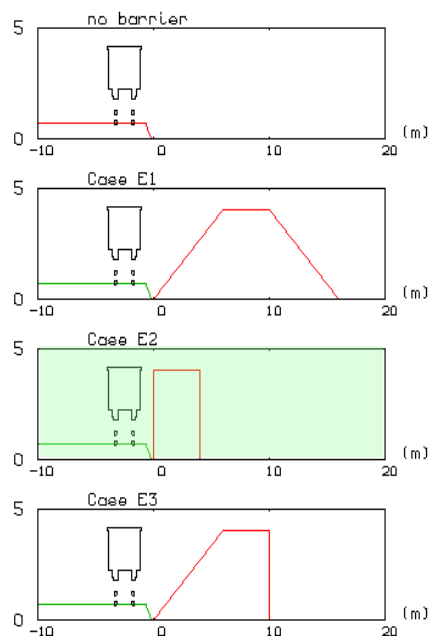
Résultats : Fret

Gains	Pedestrian	Zone 1	Zone 2
$IL_{ref,rigid}$	22.8	14.7	11.1
$\Delta IL_{ref,Z}$	3.9	3.0	3.9
$\Delta IL (B1)$	-1.2	4.0	5.6
$\Delta IL (B2)$	7.6	6.6	5.8
$\Delta IL (B3)$	5.1	6.1	5.3
$\Delta IL (B4)$	-0.1	3.8	5.6
$\Delta IL (B5)$	4.9	4.7	4.8
$\Delta IL (B6)$	3.4	3.6	3.4

Objectif 5 / 3 dBA

Merlons de forme complexe

Configurations étudiées : Ferroviaire



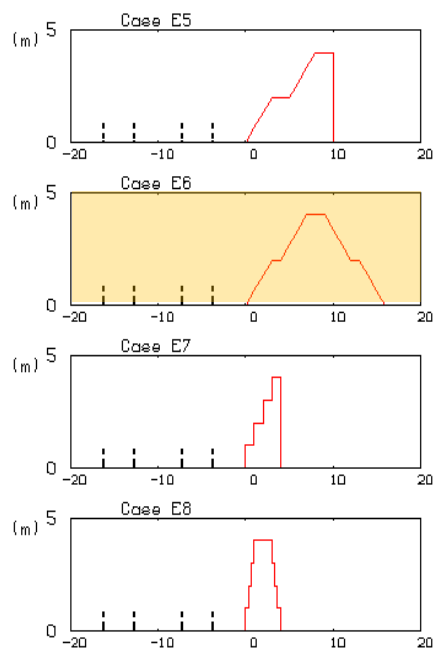
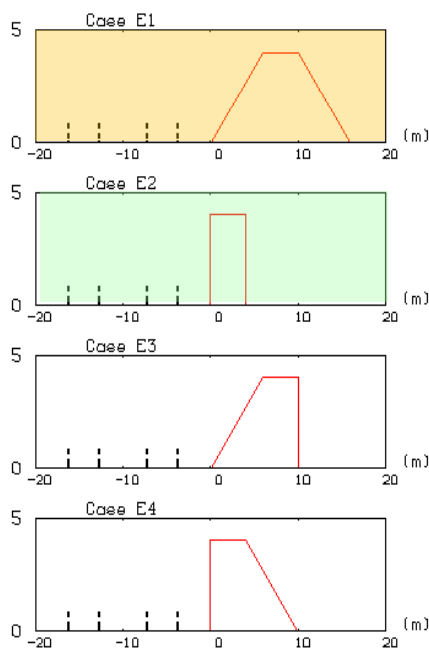
Résultats : TGV

Gains	Pedestrian	Zone 1	Zone 2
$IL_{ref,rigid}$	22.2	16.8	14.3
$\Delta IL_{ref,Z}$	2.7	2.1	2.2
$\Delta IL (B1)$	-1.6	1.4	1.9
$\Delta IL (B2)$	5.5	5.3	3.9
$\Delta IL (B3)$	2.2	3.6	1.7
$\Delta IL (B4)$	0.2	2.9	3.7
$\Delta IL (B5)$	4.1	3.9	3.2
$\Delta IL (B6)$	3.4	3.1	1.9

Objectif 5 / 3 dBA

Merlons de forme complexe

Configurations étudiées : Autoroute



Résultats :

Gains	Pedestrian	Zone 1	Zone 2
$IL_{ref,rigid}$	21.1	17.5	15.0
$\Delta IL (B1)$	-3.1	-2.3	-1.8
$\Delta IL (B2)$	6.3	3.3	1.4
$\Delta IL (B3)$	1.8	0.1	-1.9
$\Delta IL (B4)$	0.5	0.6	1.4
$\Delta IL (B5)$	0.3	-0.9	-2.7
$\Delta IL (B6)$	-4.7	-3.2	-2.3
$\Delta IL (B7)$	3.0	0.9	-0.6
$\Delta IL (B8)$	4.3	-2.7	0.6

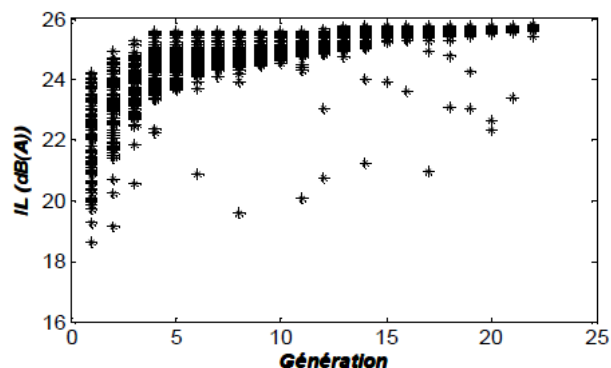
Objectif 5 / 3 dBA

Solutions la moins efficace: formes classiques

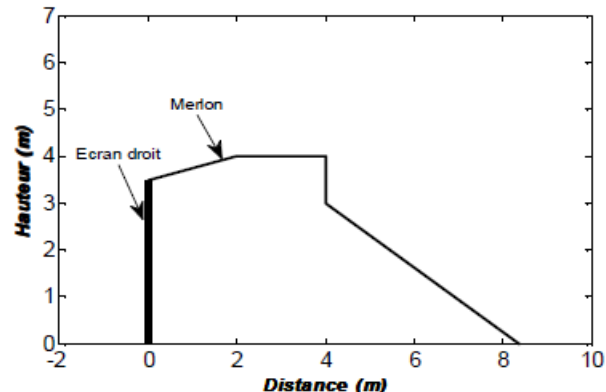
Optimisations

Thèse de Faouzi KOUSSA

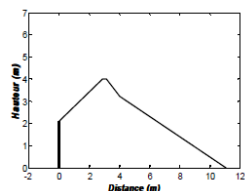
Evolution of the cost function



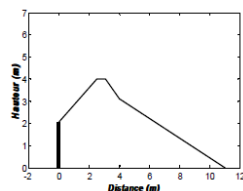
final optimized barrier for lower region



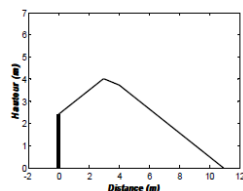
→ → Generation: IL in dB(A) → →



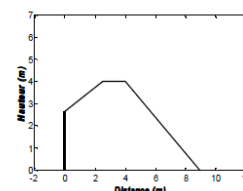
g 1 ; 18,5 dB(A)



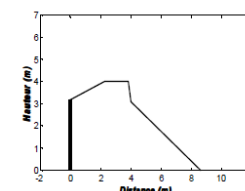
g 2 ; 19 dB(A)



g 5 ; 23,4 dB(A)



g 13 ; 24,8 dB(A)



g 22 ; 25,5 dB(A)

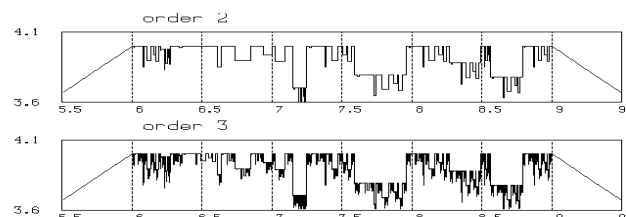
Merlons de forme complexe

Rugosité



Introducing 50 cm deep non-flatness on top of a conventional trapezoidal berm leads to an improvement up to 4 dBA for rectangular troughs and 2 dB(A) for triangular ones.

+ Fractals can yield improvement



Synthèse (récepteur à 1.5 m de hauteur)

- **Meilleures performances:**

 - Merlon rectangulaire : 3-7 dB(A)

 - Merlons en escalier : 3-5 dB(A)

 - Bonnes performances pour piéton proche → zone à exploiter (chemin, voie)

 - Rapprocher le 1^{er} bord de diffraction = mixte écran/merlon +5 dB(A)

- **Performances les moins bonnes :**

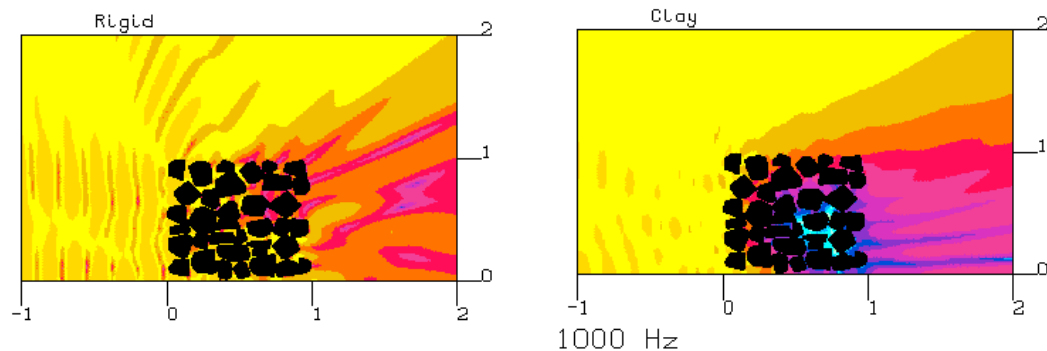
 - Forme trapézoïdale classique

 - Forme trapézoïdale à deux pentes encore moins bon

- **Ajout d'irrégularités de surface :**

 - Prioritairement sur la face supérieure : 4 dB(A)

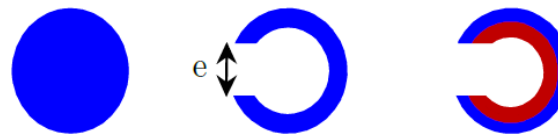
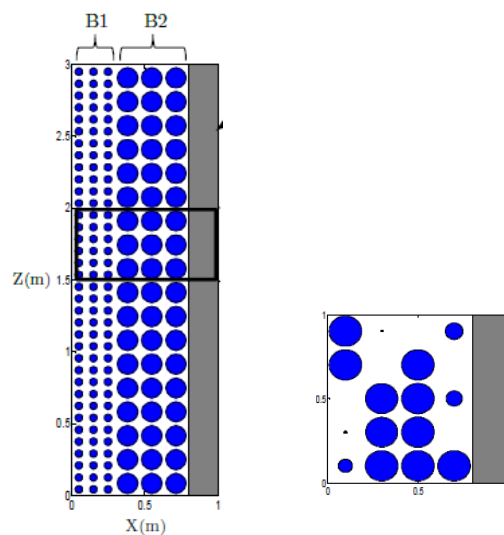
Autres solutions étudiées



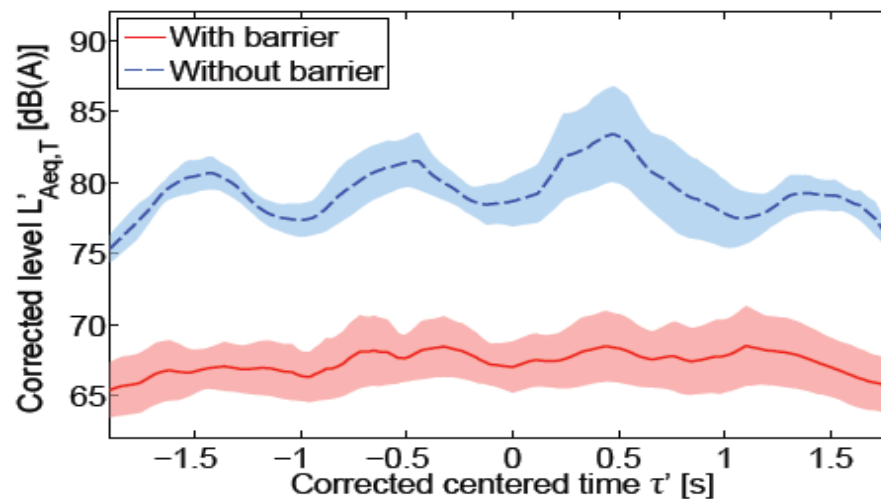
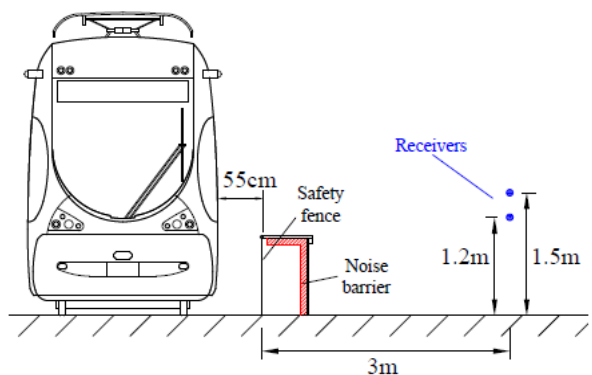
Gabions



Sonic crystal
assisted barriers



Thèse de Faouzi KOUSSA



Thèse d'Alexandre JOLIBOIS

Soutenance le 25/11/2013 (14h00)

Ecole des Ponts ParisTech, Marne-la-Vallée



- Avant-propos sur le WP2
- Méthodologie
- Application à des solutions innovantes :
 - Mur antibruit classique recouvert d'un substrat
 - Ecrans bas végétalisés et merlons bas
 - Ecrans bas en bordure de ponts
 - Couronnements d'écran végétalisés
 - Merlons de forme complexe
- Quelques conclusions



- Ces recherches ont montré que plusieurs typologies de protections antibruit innovantes utilisant des matériaux naturels constituaient des solutions efficaces et prometteuse de réduction du bruit des transports terrestres, pour des récepteurs jusqu'à 5 m de hauteur
- Les objectifs initiaux peuvent être atteints dans la plupart des cas, mais ce n'est pas une solution miracle (approche combinée)
- Ces solutions novatrices dépendent fortement du moyen de transport étudié et type d'environnement (urbain/rural + topo) :
 - Voies routières urbaines : *écrans bas végétalisés*
 - Tramway : *écrans bas végétalisés / merlons bas*
 - Autoroute sur terrain plat : *couronnement végétalisé*
 - Autoroute en remblai : *couronnement végétalisé / protection basse*
 - Voies ferrées sur terrain plat : *merlons de forme complexe*
 - Voies ferrées en remblai : *protection basse*



- **Le substrat végétal apparaît très bien adapté pour développer des solutions telles qu'écran bas et couronnement végétalisé**
(Ce substrat peut être végétalisé → sans perte des propriétés d'absorption)
- **L'effet d'ajout d'un écran bas inter-voies (rue urbaine/tramway) est important : 4-10 dB(A)**
- **Pour des voies de circulation route/fer à grande vitesse (rural), la forme classique trapézoïdale des merlons n'est pas la solution à base de terre engazonnée offrant les meilleures performances**
- **Les écrans bas végétalisés en bord de ponts semblent être une solution très prometteuse (et peu onéreuse) d'amélioration du paysage sonore pour les piétons et cyclistes circulant dessous**
→ modes doux / ville durable

Sol / Façades / Toitures...

→ HOSANNA, VegDUD...



