

# JOURNÉE TECHNIQUE PROTECTIONS ACOUSTIQUES

**Mercredi 14 septembre 2022**

Cité des mobilités du CEREMA

25, avenue François Mitterrand 69674 BRON



SYNDICAT  
DES ÉQUIPEMENTS  
DE LA ROUTE

The CidB logo, with 'CidB' in red.

Centre d'information  
sur le Bruit



Protections  
Acoustiques

# Dominique COLIN

Directeur adjoint du CEREMA-DTerCE



# Philippe BERTRAND

## Président de la section Protections Acoustiques du SER



Protections  
Acoustiques



Protections  
Acoustiques

# UN NOUVEAU GUIDE POUR LES ÉCRANS ACOUSTIQUES

Philippe Glé, Cerema,  
UMRAE Strasbourg



Les  
références

## ÉCRANS ET PROTECTIONS ACOUSTIQUES

Guide du maître d'ouvrage  
et du maître d'œuvre





## Besoins et objectifs

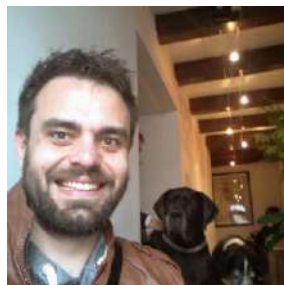
- Répondre aux différentes questions auxquelles MOAs, MOEs, entreprises et BEs peuvent être confrontées sur la question des écrans acoustiques.
- Revenir sur le contexte normatif
- Préciser de façon synthétique les règles applicables
- Proposer des exigences minimales
- Faire passer un certain nombre de messages, et répondre aux principales questions du terrain...

## Cadre de travail retenu

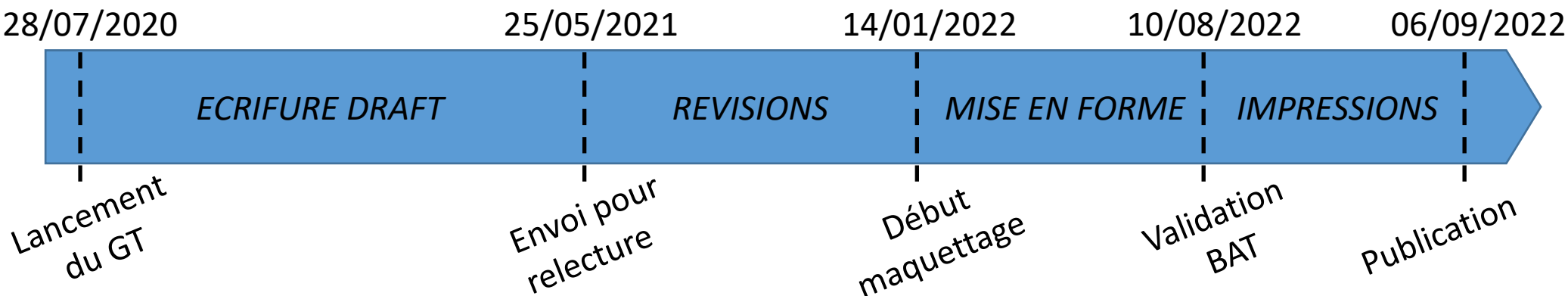
- **Un groupe de travail en lien avec la CNEA**
- **Le choix d'un guide Cerema**
  - En lien avec les guides précédents sur la thématique
  - En accès libre et à forte visibilité pour les acteurs du domaine



## L'équipe de rédaction



## Les grandes étapes de travail



## En chiffres

- 16 réunions de GT
- 295 emails échangés



## Relecteurs

- **Acoucité**
- **Cerema**
- **CIDB**
- **DGITM**
- **DGPR**
- **DIR**
- **DREAL**
- **Univ. Gustave Eiffel**
- **Vinci Autoroutes**
- **SER section Protections acoustiques**

## Les statistiques ;-)

- **17 relecteurs**
- **368 commentaires**
- **32 pages pour le fichier de suivi**



**Remerciements**  
**Préface**  
**Glossaire**

**CHAPITRE 1**

Le bruit : une nuisance encadrée  
par de nombreux textes qu'il faut s'approprier

**CHAPITRE 2**

Les protections acoustiques : des ouvrages  
pour limiter les nuisances sonores

**CHAPITRE 3**

Le cadre normatif des dispositifs de réduction  
du bruit routier et du bruit ferroviaire

**CHAPITRE 4**

Obligations et responsabilités de chacun des acteurs

**CHAPITRE 5**

Qualification initiale des performances

**CHAPITRE 7**

Traitements et aménagements

**CHAPITRE 8**

Dimensionnement et assemblages

**CHAPITRE 9**

Ordres de grandeur des performances  
et exigences minimales

**CHAPITRE 10**

Prototypage

**CHAPITRE 11**

Contrôle des performances de l'ouvrage

**CHAPITRE 12**

Entretien et durabilité

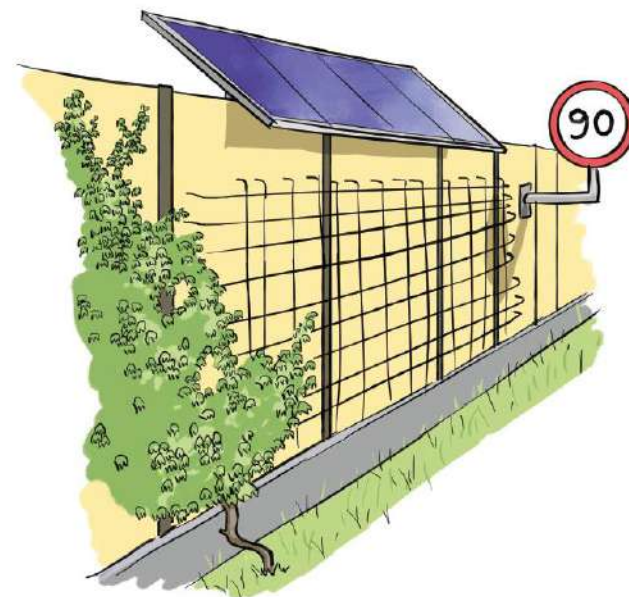
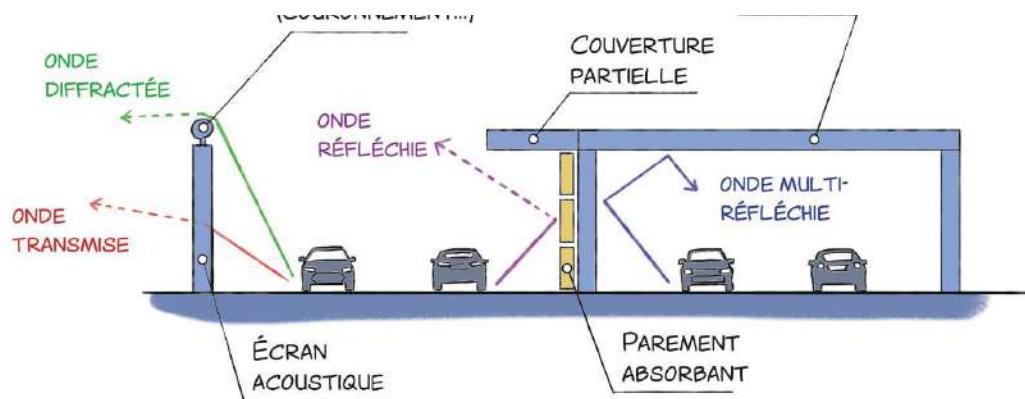
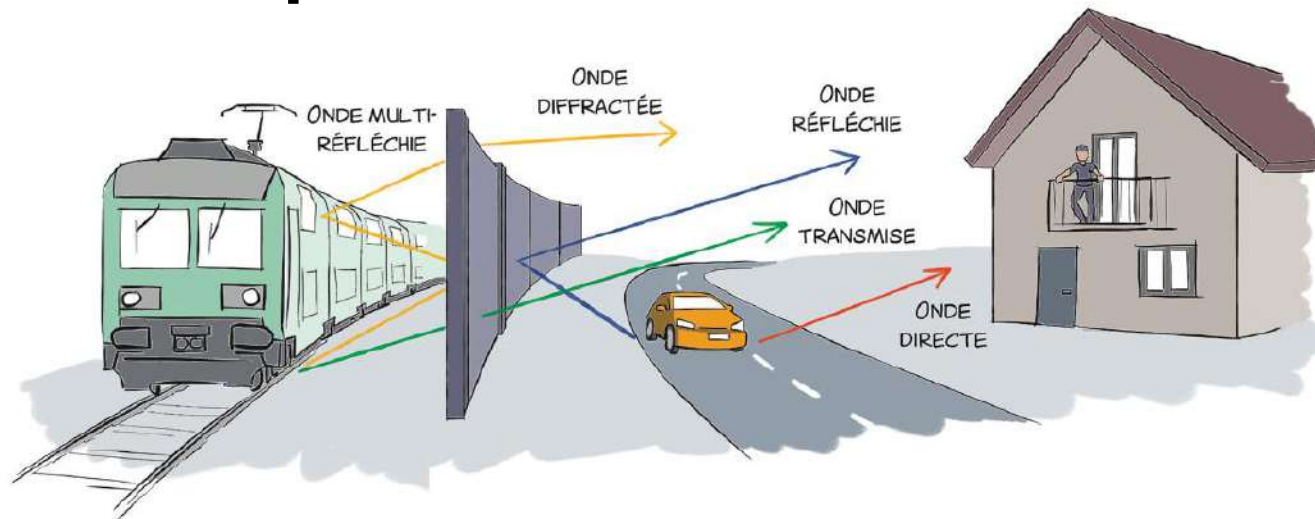
**CHAPITRE 13**

Pour en savoir plus...

**Annexes**



## Un effort particulier sur les illustrations





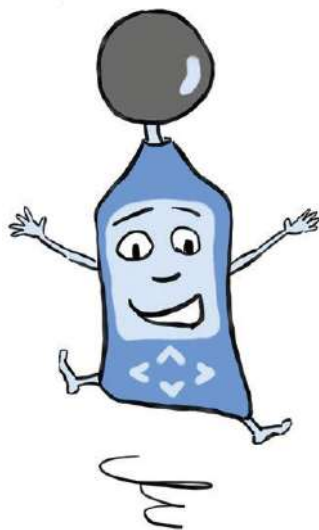
- △ Copier-coller d'anciens CCTPs
- △ Références à la NF-S 31089
- △ Mesures de réception sur des écrans de moins de 2m



- ✓ CCTPs types proposés
- ✓ Correspondances proposées entre indicateurs
- ✓ Recours à un prototype de 4m de hauteur
- ✓ Procédure de mesure pour les écrans de moins de 4m
- ✓ Performance intrinsèque écran ≠ Atténuation chez le riverain
- ✓ Importance du marquage CE







The screenshot shows the Cerema website interface. At the top, there are logos for the French Republic and Cerema. A search bar is visible with the text 'Que recherchez-vous?'. Below the navigation menu, a search bar is highlighted with the text 'CHERCHER PAR MOTS-CLÉS'. The main content area features a product card for 'Ecrans et protections acoustiques' with a 'NOUVEAU' (New) tag. The product description includes: 'Guide du maître d'ouvrage et du maître d'oeuvre', 'COLLECTION | LES RÉFÉRENCES', and a price of '0,00 €'. A blue button labeled 'AJOUTER AU PANIER' is present. Below the product card, there is a section for 'PLUS DE SERVICES' with a checkmark indicating 'Voir nos offres de service sur l'activité Environnement et risques'.

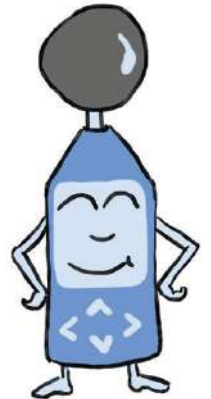
**Lien web:**

<https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/ecrans-protections-acoustiques>





- A l'équipe de rédaction
- Aux relecteurs et valideurs
- Au service éditorial du Cerema (P. Marchand, V. Cuaz)
- Au SER (J. Vick, A. Calvat et S. Sericola)
- À Laurianne Rossi et son équipe
- À tous les intervenants à cette journée



**Merci de votre attention...  
... et bonne lecture à tous**



# ÉCRANS ACOUSTIQUES & NORMALISATION

Philippe GLÉ - Cerema UMRAE, Strasbourg  
(Secrétaire de la CNEA)



## Le Cerema en bref...

### Nos champs d'action

- aménagement et développement des territoires, égalité des territoires
- villes et stratégies urbaines
- transition énergétique et changement climatique
- gestion des ressources naturelles et respect de l'environnement
- prévention des risques
- bien-être et réduction des nuisances
- mobilité et transport
- gestion, optimisation, modernisation et conception des infrastructures
- habitat et bâtiment

### Nos partenariats

- relations privilégiées avec les services de l'État
- relations renforcées avec les collectivités territoriales
- partenariats avec d'autres établissements publics
- accompagnement des acteurs privés



### ● Équipe Acoustique de Strasbourg

- Chaussées
- Propagation et effets météo
- Bâtiment
- Écrans
- Matériaux biosourcés
- Bioacoustique

### ● UMR AE



- UGE + Cerema
- 3 sites: Nantes, Bron, Strasbourg
- 30 agents



# Contexte normatif des écrans

## Applications aux écrans routiers :



- Normalisation Européenne : CEN TC 226 WG 6 (depuis 1990)
  - TG 1 : groupe de travail acoustique
  - TG 2 : groupe de travail non acoustique
  - TG 3 : feu
  - TG 4 : développement durable (nouveau sujet)
- Normalisation Française (miroir) : CNEA au sein du BNTRA



## Applications aux écrans ferroviaires :

- Normalisation Européenne CEN TC 254 SC1 WG 40
- Commission Française miroir BNF / E40

# Contexte normatif des écrans

## Normes européennes – objectifs :

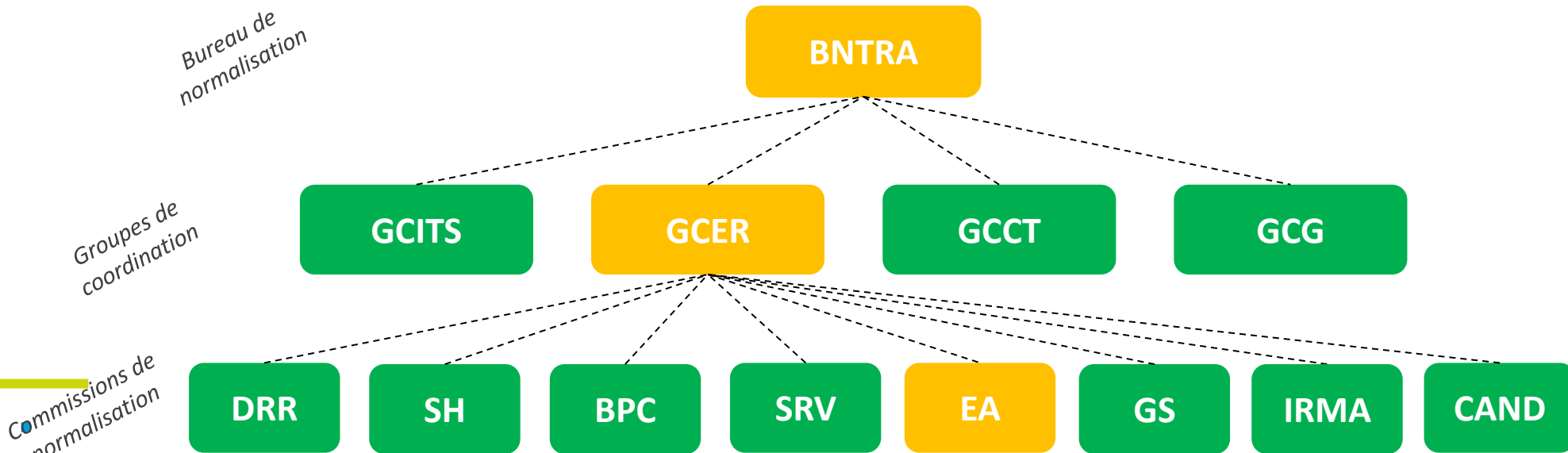
- Harmoniser les méthodes d'évaluation des produits (mesures ou calculs)
- Faciliter la comparaison entre produits
- Faciliter la circulation des produits



## Zoom sur la CNEA



*Le Bureau de Normalisation des Transports, des Routes et de leurs Aménagements suit les travaux nationaux de commissions de normalisations (CN) par délégation d'Afnor dans le domaine des Transports et de la Construction. Pour un grand nombre d'entre elles, ces commissions nationales sont des commissions miroirs de groupes de travail de comités techniques européens (CEN) ou internationaux (ISO).*



Commissions de normalisation



# Zoom sur la CNEA



## Organisation

- Président: Damien Garnier (CIA Acoustique) depuis 2022
- Secrétaire: Philippe GLÉ (Cerema) depuis 2019
- Membres: Fabricants et poseurs d'écrans, acousticiens (consultants, bureaux-étude), certificateurs, maîtres d'ouvrage ...

## Fonctionnement

- 4 à 6 réunions par an
- Suivi des travaux européens, examen des projets et révisions, traductions
- Gestion de groupes de travaux spécifiques (Rédaction de guide et notes, communication sur les écrans acoustiques, projets de recherche & développement...)





## Les normes...

NF EN 14388 Spécifications – *Pas d'équivalence ferroviaire*

cf Marquage CE

**NF EN 1793 - NF EN 16272**  
Méthode d'essai pour la  
détermination de la performance  
acoustique

Partie 1 : Caractéristiques intrinsèques de l'absorption acoustique dans des conditions de champ acoustique diffus

Partie 2 : Caractéristiques intrinsèques de l'isolation aux bruits aériens dans des conditions de champ acoustique diffus

Partie 3 : Spectre sonore normalisé de la circulation.

Partie 4 : Caractéristiques intrinsèques — Valeurs in situ de la diffraction acoustique

Partie 5 : Caractéristiques intrinsèques — Valeurs in situ de réflexion acoustique dans des conditions de champ acoustique direct

Partie 6 : Caractéristiques intrinsèques - Valeurs in situ d'isolation aux bruits aériens dans des conditions de champ acoustique direct

**NF EN 1794 - NF EN 16272**  
Performances non acoustiques

Partie 1 : Performances mécaniques et exigences en matière de stabilité

Partie 2 : Exigences générales pour la sécurité et l'environnement

Partie 3 : Réaction au feu – Comportement au feu des dispositifs de réduction du bruit et classification

**NF EN 14389 - NF EN 16951**  
Méthodes d'évaluation des  
performances à long terme

Partie 1 : Caractéristiques acoustiques

Partie 2 : Caractéristiques non acoustiques

**NF EN ... : Dispositifs de réduction du bruit du trafic routier**  
**NF EN ... : Applications ferroviaires - Voie - Écrans antibruit et dispositifs connexes influant sur la propagation aérienne du son**



# Les normes acoustiques

## NF EN 1793

- Partie 1 : mesure de l'absorption (Mai 2017) – Champ diffus
- Partie 2 : mesure de l'isolation (Juin 2018) – Champ diffus
- Partie 3 : spectre de référence routier (Novembre 1997)
- Partie 4 : mesure de la diffraction in situ (Aout 2015)
- Partie 5 : mesure de la réflexion (Mai 2016) – Champ libre
- Partie 6 : mesure de l'isolation (Mars 2021) – Champ libre

## NF EN 14389

- Partie 1: durabilité acoustique (Juillet 2015)

## ATTENTION :

La norme NF-S 31089 – « Acoustique - Code d'essai pour la détermination de caractéristiques intrinsèques des écrans installés in situ » est annulée depuis avril 2018 et ne doit plus être citée comme référence pour la réception des écrans acoustiques.



# Les normes non-acoustiques

## NF EN 1794

- Partie 1 : performances mécaniques et stabilité (Février 2018)
- Partie 2 : sécurité et environnement (Mai 2020)
- Partie 3 : feu (Octobre 2016)

## NF EN 14389

- Partie 2 : durabilité non acoustique (Juillet 2015)



# Cas des écrans ferroviaires

- NF EN 16272-1 : mesure de l'absorption - Champ diffus (Janvier 2013)
- NF EN 16272-2 : mesure de l'isolation - Champ diffus (Janvier 2013)
- NF EN 16272-3.1 : spectre de référence ferroviaire - Champ diffus (Décembre 2012)
- NF EN 16272-3.2 : spectre de référence ferroviaire - Champ libre (Aout 2014)
- NF EN 16272-4 : mesure de la diffraction in situ (Juin 2017)
- NF EN 16272-5 : mesure de la réflexion – Champ libre (CEN/TS de juin 2014 – NF EN en cours)
- NF EN 16272-6 : mesure de l'isolation – Champ libre (Mars 2018)
- NF EN 16951-1 : durabilité acoustique (Mai 2018)
- NF EN 16951-2 : durabilité non acoustique (Juin 2018)
- NF EN 16727-1 : mécanique sous charges dynamiques - Calcul et méthodes d'essai (Juin 2018)
- NF EN 16727-2.1 : mécanique sous charges dynamiques dues à la circulation – Méthode de calcul (Juin 2018)
- NF EN 16727-2.2 : mécanique sous charges dynamiques dues à la circulation - Résistance à la fatigue (Juillet 2016)
- NF EN 16727-3 : exigences générales sécurité et environnement (Mars 2017)



# A consommer sans modération...

## ■ Ouvrages de référence

- Normes
- Bruit et études routières, Manuel du chef de projet. Guide Certu/Setra 2001
- [Les écrans acoustiques, Guide de conception et de réalisation. Guide Certu 2007](#)
- [Conception et calcul du génie civil des écrans de protection phonique routiers. Guide Cerema 2017](#)
- [Ecrans et protections acoustiques. Guide du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre. Guide Cerema 2022](#)

## ■ Sites internet

- CNEA : <http://www.cnea-bruit.fr/>
- CEN : <https://www.cen.eu/>
- CIDB : <https://www.bruit.fr/>
- Cerema : <https://www.cerema.fr/fr>



# Merci de votre attention...



# ÉCRANS ACOUSTIQUES & MARQUAGE CE

Bernard BARTHOU - CERIB



## Le CERIB en bref...

- Centre Technique Industriel (Etablissement d'utilité publique)
- Principales missions : études, recherches, normalisation, réglementation, essais, modélisations, métrologie, expertises, sécurité au travail, certification, marquage CE, veille, formation...
- Siège : Epernon (15000 m<sup>2</sup> de bureaux et de laboratoires – 170 collaborateurs)

### Pour les écrans acoustiques :

- Membre des commissions de normalisation CNEA et TC226/WG6
- Organisme notifié pour le marquage CE des écrans
- Mesures acoustiques de qualification et de réception sous accréditation COFRAC Essais\*



\* Accréditation N°1-0001 – Portée disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)





## Éléments de contexte

- **Rappel : depuis 2013, le RPC a remplacé la DPC** (Règlement Produits de Construction / Directive Produits de Construction)
- **Mandat de la Commission européenne au CEN (M111)**
- **Les normes écrans acoustiques du CEN**
  - Une norme « produit » NF EN 14388 et son annexe ZA
  - Des normes supports
- **Marquage CE en place depuis 2007**
  - Pour DPC : arrêté du 24 avril 2006 + avis
  - Pour RPC : application directe du règlement



## Le RPC

- **Concerne les produits**
- **Objectif : garantir la conformité des produits mis sur le marché aux performances déclarées** (Quoi ? Qui? Comment ? ...)
- **Basé sur 7 exigences fondamentales pour les ouvrages**
  - 1 – Résistance mécaniques et stabilité
  - 2 – Sécurité en cas d'incendie
  - 3 – Hygiène et santé
  - 4 – Sécurité d'utilisation
  - 5 – Protection contre le bruit
  - 6 – Économie d'énergie
  - 7 – Utilisation durable ressources naturelles

=> **Marquage CE**



## Le marquage CE des écrans

- **Exigences fondamentales : 2 actuellement :**
  - Exigence 4 : sécurité d'utilisation (dont résistance au feu)
  - Exigence 5 : protection contre le bruit
- + envisagées à terme : Exigence 2 (sécurité en cas d'incendie) et Exigence 7 (utilisation durable ressources naturelles)
- **Norme produit NF EN 14388 avec annexe ZA définit les règles**
- **Système d'attestation et de vérification de la constance des performances (AVCP) : système de niveau 3**
- **Caractéristiques essentielles du produit concernées détaillées en annexe ZA de la norme**























## Le marquage CE des écrans



- **Norme NF EN 14388 publiée en Déc. 2005 ~~... puis fév. 2016~~**
  - Applicable aux différents dispositifs de réduction du bruit
  - Définit liste de caractéristiques (Non reprises en totalité dans marquage CE) :
    - Caractéristiques mandatées : Absorption acoustique, Isolation acoustique, Poids propre, Résistance au vent, Charge déneigement, Chute de débris, Réflexion lumière, Dégagement de substances dangereuses \*
    - Caractéristiques présentes dans la norme produits mais non mandatées (hors marquage CE) : Impact de pierres, Résistance feu de broussaille, Transparence, Sécurité collision (écrans combinés dispositif retenue), Amélioration diffraction acoustique
    - Caractéristiques non présentes dans la norme produit mais couvertes par une norme support : Réaction au feu

\* Non déclarable car pas de norme support



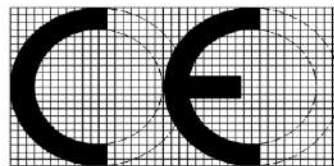
## Le marquage CE des écrans

Système	1	1+	2+	3	4
Contrôle de production en usine (CPU)					
Essais complémentaires sur échantillons prélevés en usine					
Evaluation des performances déclarées					
Inspection initiale (usine et CPU)					
Surveillance et évaluation continues du CPU					
Essais par sondage sur échantillons prélevés par Org. Notif.					

 Organisme Notifié     
  Usine



## Exemple de fiche marquage CE



01234

AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050

05

EN 14388:2004

Écran antibruit pour la réduction du bruit du trafic routier.:

Type AnyNoise, élément acoustique type F longueur 4 m, poteau type P,  
dessins Ag1320, 12 mai 2000 et 1322...1326, 17 mai 2000

Poids propre d'un élément acoustique mouillé et mouillé réduit :

Poids mouillé	0.70 kN
Poids mouillé réduit	0.92 kN

Résistance aux charges

Charge verticale maximum qu'un élément peut supporter	150 kN/m
Charge perpendiculaire (90°) qu'un élément acoustique peut supporter (due à la charge du vent et à la charge statique) :	1,2 kN/m <sup>2</sup>
Charge perpendiculaire (90°) qu'un élément structural peut supporter (due à la charge du vent, à la charge statique et au poids propre) :	
Hauteur d'écran 3 m	5,2 kN/m
Hauteur d'écran 4 m	4.4 kN/m

Moment de flexion au niveau du sol qu'un élément structural peut supporter  
(dû au déblaiement de la neige) :

15 kNm

Charge perpendiculaire (90°) qu'un élément acoustique peut supporter  
(due au déblaiement de la neige) :

14 kN / 2 m × 2 m

Absorption acoustique : DL<sub>α</sub>

11 dB

Isolation acoustique aux bruits aériens : DL<sub>R</sub>

27 dB

Réflexion de la lumière :

APD

Danger des chutes de débris :

class 3

Durabilité prévue des caractéristiques acoustiques

Modifications de l'indice de réflexion acoustique DL<sub>R1</sub> après  
(5, 10, 15, et 20 ans) :

En classes d'exposition typiques	- 3, - 5, - 5, - 6 dB
En condition climatique 4K3	- 3, - 5, - 6, - 8 dB

## Qui fait quoi ?

### - Fabricant :

- Définit les familles de produits
- Fait établir les performances par un organisme notifié
- Fournit fiches de déclaration des performances ou DoP (NPD possible)
- Met à disposition les rapports d'essais et de calculs
- Détermine/fait déterminer les autres performances demandées par le CCTP
- Met en place un contrôle de production en usine (CPU) garantissant les performances indiquées
- Rédige et fournit le manuel d'instructions de montage et le manuel d'entretien



## Qui fait quoi ?

- **Organisme notifié** (par un état membre - Liste des organismes sur le site européen Nando - En France : CERIB et FCBA)
  - Mandaté par le fabricant pour réaliser les essais et valider les notes de calculs
  - En France, il réalise au moins un des essais sous accréditation COFRAC et est en capacité d'assurer la qualité de détermination des autres performances
- **Maitre d'Œuvre**
  - Vérifie que le fabricant a établi une DOP selon la NF EN 14388 (marquage CE)
  - Récupère les rapports auprès du fabricant et vérifie qu'ils émanent d'un organisme notifié
  - Vérifie que les performances justifiées sont cohérentes avec les hypothèses de l'ouvrage (notion de famille)



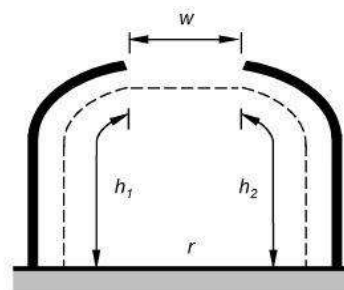


## Cas particulier des performances acoustiques

### Deux méthodes selon usage prévu :

- Ecran en champ acoustique réverbéré (ex tunnel, couverture,...) => qualification en champ réverbéré selon 1793-1 et 2
- Ecran en champ acoustique direct => qualification en champ direct selon 1793-5 et 6

... MAIS ...



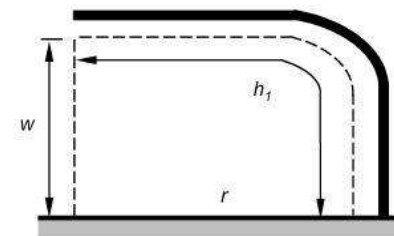
Key

$h_1$ : length of left barrier surface

$h_2$ : length of right barrier surface

envelope,  $e = w + h_1 + h_2$

(a) Partial cover on both sides of the road

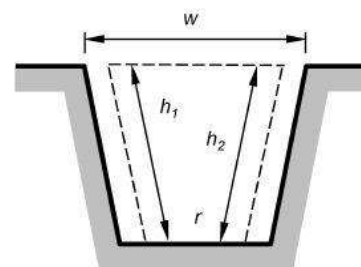


Key

$h_1$ : length of partial cover surface envelope

$e = w + h_1$

(b) Partial cover on one side of the road



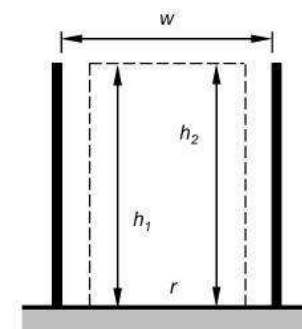
Key

$h_1$ : length of left trench side

$h_2$ : length of right trench side

envelope,  $e = w + h_1 + h_2$

(c) Deep trench



Key

$h_1$ : length of left barrier/building

$h_2$ : length of right barrier/building

envelope,  $e = w + h_1 + h_2$

(d) Tall barriers or buildings

*Champ réverbéré si  $W / e < 0,25$   
Au sens de ces normes*



## Cas particulier des performances acoustiques

**... actuellement, le marquage CE ne prend en compte que les normes champ diffus :**

=> révision NF EN 14388 en cours

=> pour les écrans en champs acoustique direct, pendant la période transitoire :

- déclaration des performances dans le cadre du marquage CE selon 1793-1 et -2 si valeurs connues, sinon « NPD »
- réponse aux exigences CCTP avec qualification initiale selon 1793-5 et -6 (passage par un organisme notifié non obligatoire à ce jour mais fortement conseillé)
- réception sur site selon 1793-5 et -6



## Marquage CE et CCTP

**Marquage CE réglementaire => exigence dans le CCTP non requise ...  
... mais rappel informatif conseillé !!**

Voir exemple de CCTP sur le site de la CNEA



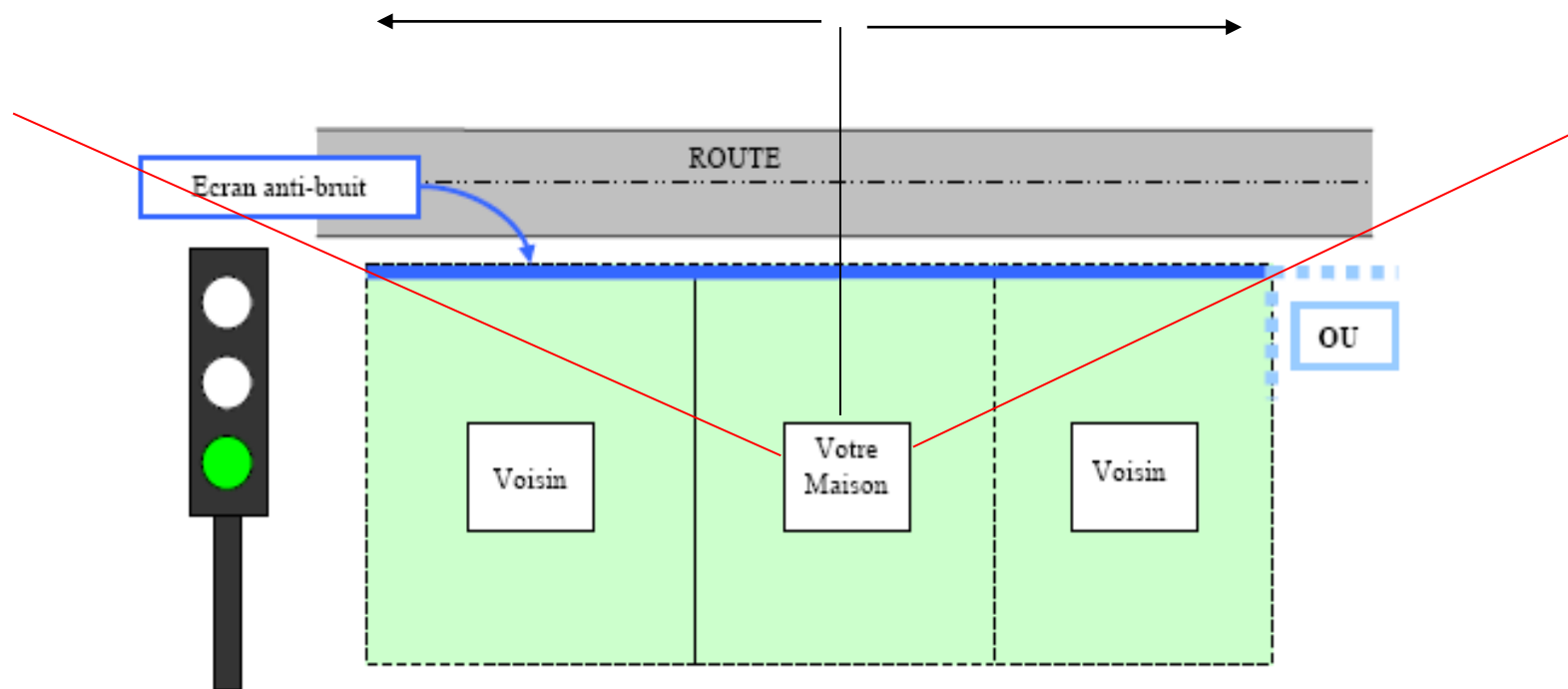
# Merci de votre attention...

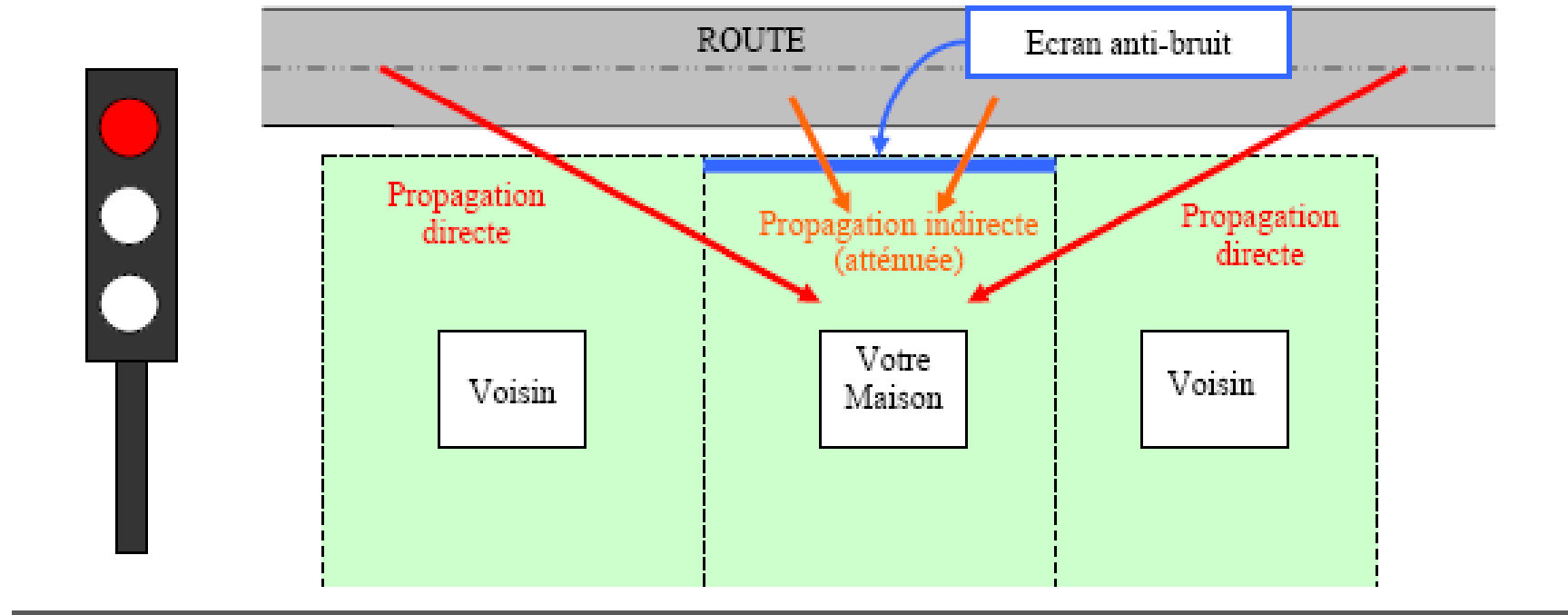


# DIMENSIONNEMENT & CONCEPTION DES ÉCRANS ANTIBRUIITS

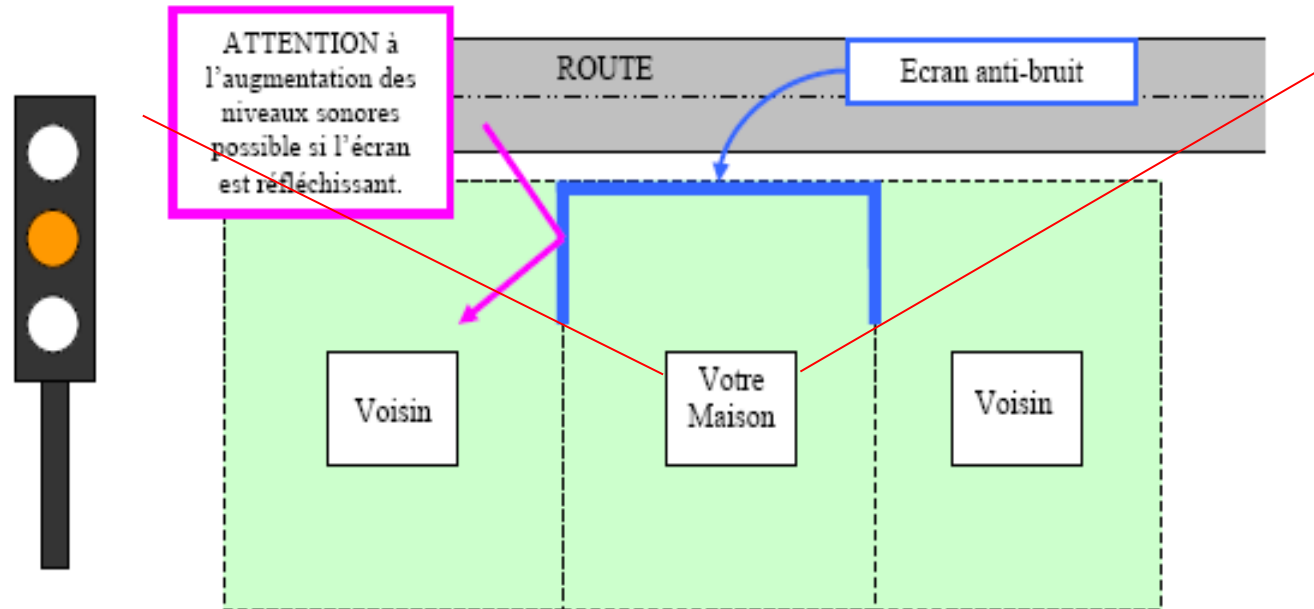
Jean-Marc ABRAMOWITCH, expert

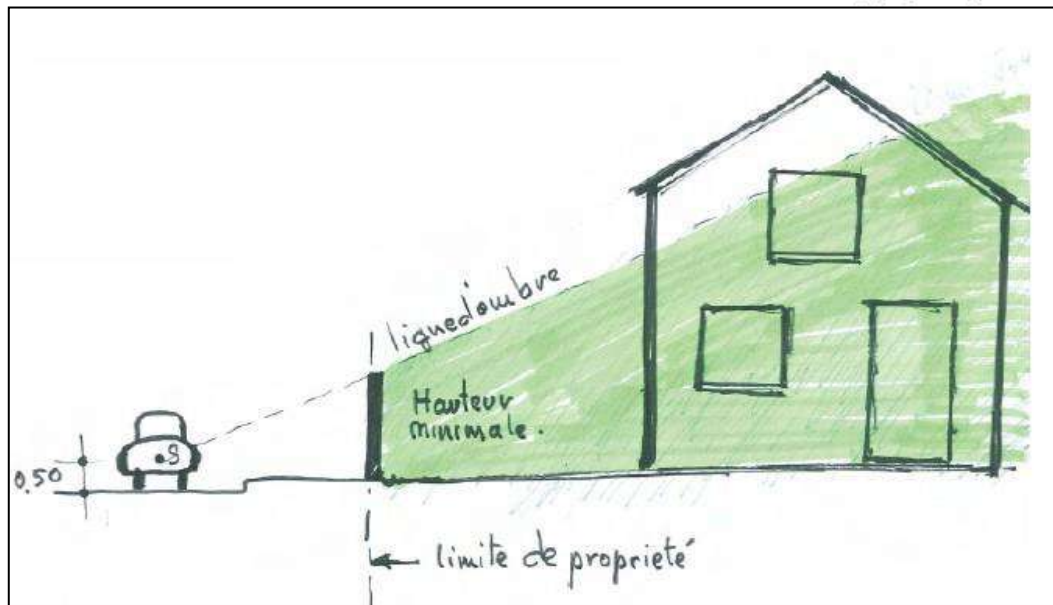
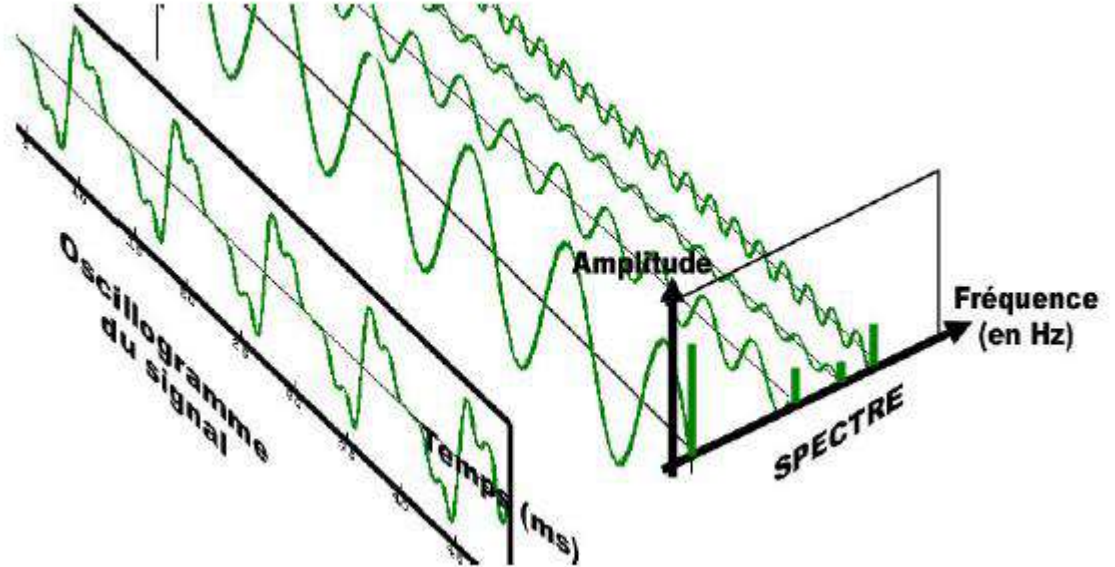
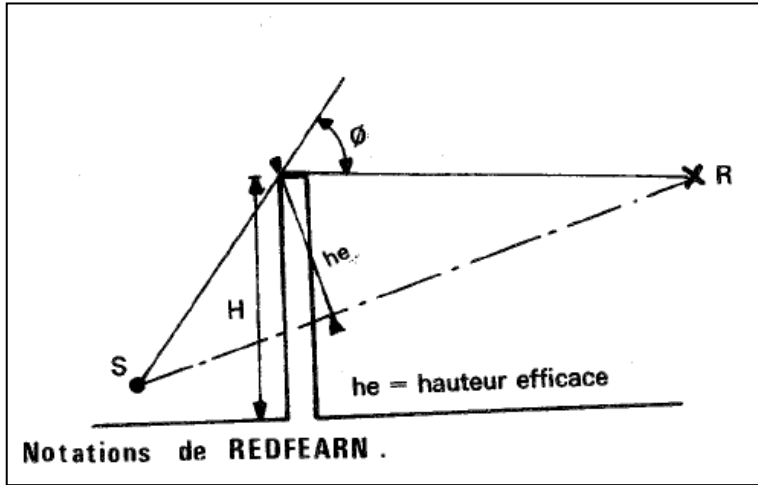


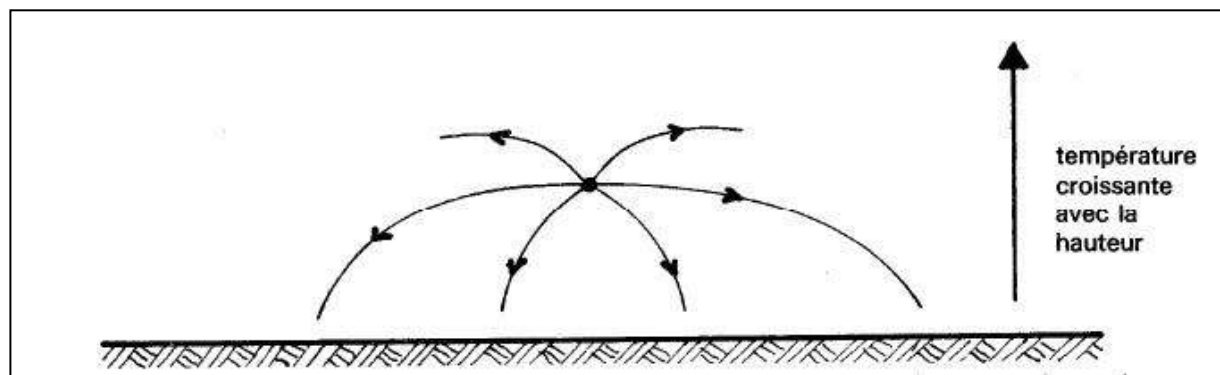
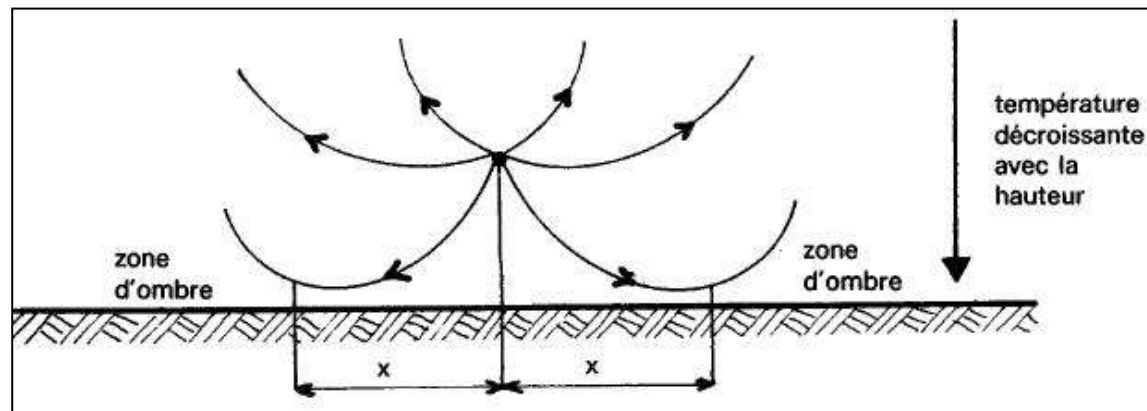
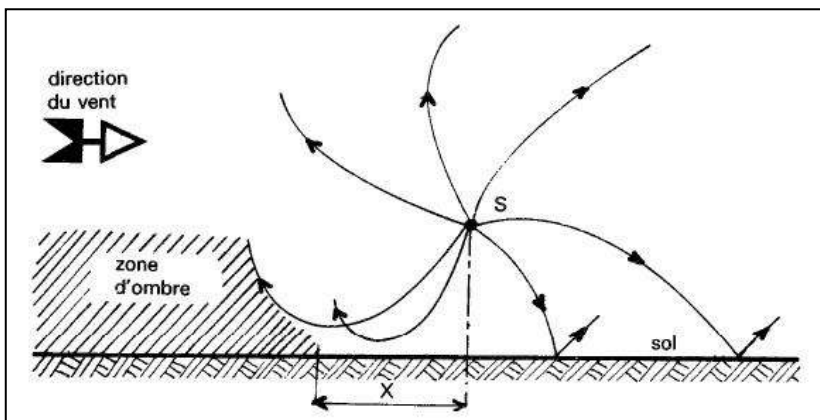


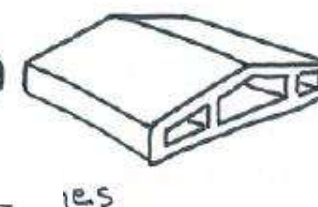
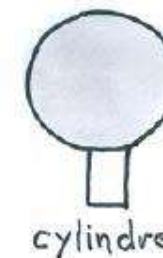
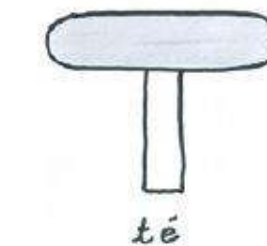










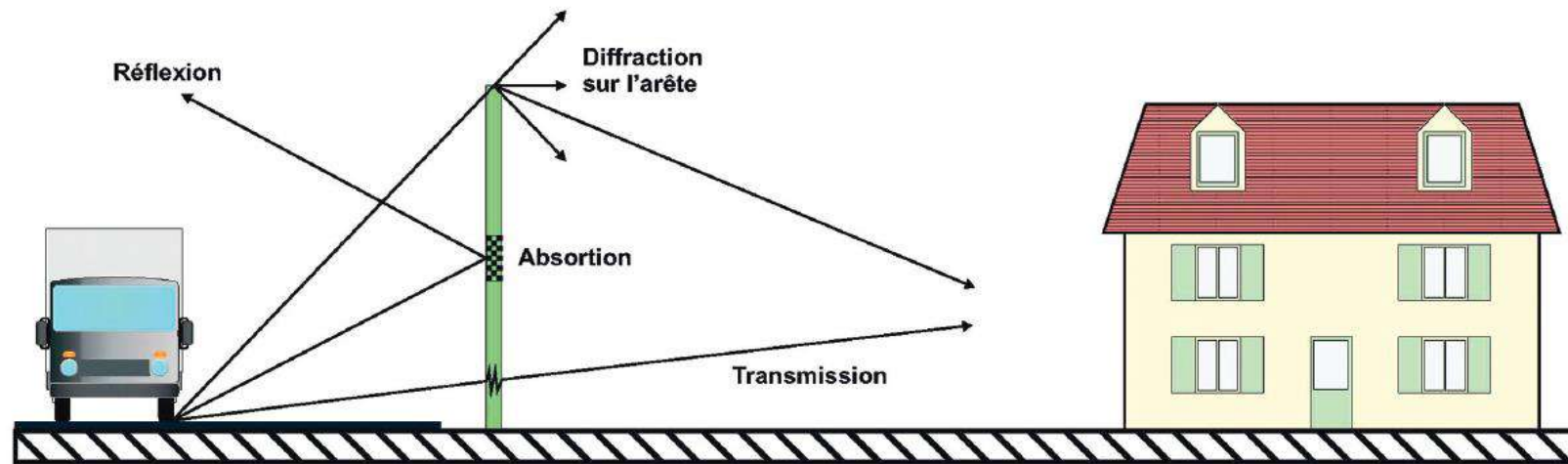


	Zone éclairée	Zone de transition	Zone d'ombre
Casquette	0,4	0,6	1,1
Cylindre absorbant	0,5	1,1	2,2
Té absorbant	0,6	1,5	2,3

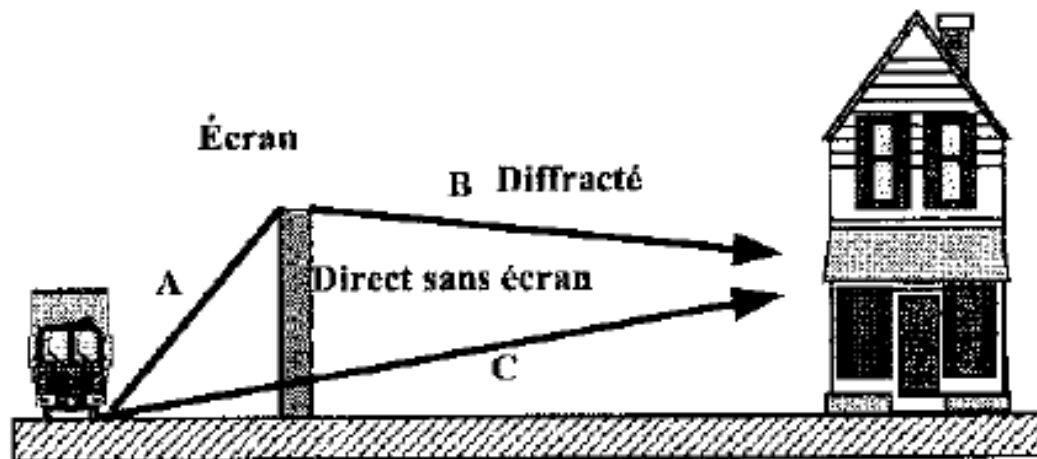
- Tableau 5 -

Résultats moyens, en dB(A), pour un bruit routier à l'émission, de l'efficacité de dispositifs mis en sommet d'écran de 4 m, par rapport à un écran droit réfléchissant de même hauteur, en bordure d'une autoroute à 4 voies.





- Absorption/réflexion, transmission : caractéristiques intrinsèques à l'écran
- Diffraction : caractéristique extrinsèque à l'écran



$B + C = \text{niveau en façade}$   $\rightarrow$   $B \geq C + 10$

**Un écran ? Tout produit avec une masse  
surfaccique de 25 à 30 kg au m<sup>2</sup>**





## ■ Des principes précédents, découlent deux grandes familles d'écrans acoustiques :

### ■ Les écrans réfléchissants :

- Utilisés couramment pour protéger un seul côté de la route (sans zone sensible de l'autre côté)

### ■ Les écrans absorbants :

- Nécessaires lorsque les réflexions sur l'écran vont aggraver les nuisances sonores en face
- Nécessaires lorsque les réflexions sur l'écrans vont dégrader les performances de l'écrans (cas d'écrans en vis-à-vis).



	Indice minimal d'évaluation de la transmission	Norme de mesure
Écrans en champ direct	$DL_{si} \geq 28 \text{ dB}$	EN NF 1793-6
Écrans en champ diffus	$DL_r \geq 25 \text{ dB}$	EN NF 1793-2

	Indice minimal d'évaluation de l'absorption	Norme de mesure
Écrans en champ direct	$DL_{ri} \geq 5 \text{ dB}$	EN NF 1793-5
Écrans en champ diffus	$DL_{\alpha} \geq 8 \text{ dB}$	EN NF 1793-1

*Valeurs non réglementaires, mais probables, et sous ma seule responsabilité*





**Synonyme non pas de qualité mais de conformité.**



# Écrans et protections acoustiques

Le guide du maître d'ouvrage

Version 2021 - CNEA - CEREMA



ÉCRANS ACOUSTIQUES

www.mar



Direction technique  
Infrastructures de transport et matériel

Document provisoire

Guide méthodologique

Conception et calcul du génie civil des écrans anti-bruit

Janvier 2015



Infrastructures de transports terrestres

PROTECTIONS ACOUSTIQUES

Guide de Conception des écrans

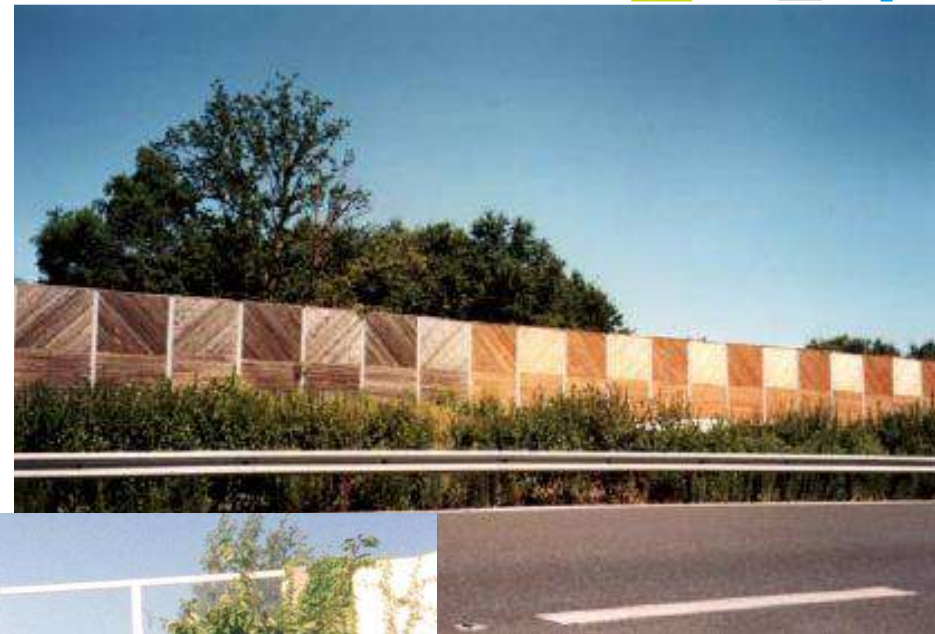


Protections  
Acoustiques

La route structure le paysage

Le paysage est un élément constitutif du projet routier























# MERCI



# CONCEPTION MÉCANIQUE DES ÉCRANS ACOUSTIQUES

Philippe BERTRAND - SER  
Fabien RENAUDIN - CEREMA

## I – DONNEES D'ENTREE

Données indispensables afin d'optimiser la conception d'un écran :

- ❖ **Définition de la ligne acoustique** → Ligne rouge = Arrase supérieure mini de l'écran ;
- ❖ Tracé → Implantation, localisation éventuelle des issues de secours, élévation (Arrase supérieure linéaire, en redan, en pente), profil en travers (Ecran vertical, incliné, proximité cadastrale, talus, etc...), raccordement sur ouvrages divers, franchissement de brèches, limites cadastrales (Identification des accès), relevé topographique récent y compris environnement ;
- ❖ Rendu architectural, intégration environnement (Géométrie) ;
- ❖ Contraintes d'exploitation ;
- ❖ **Identification des réseaux souterrains et aériens** de l'ensemble des concessionnaires → Impact sur le cheminement des fondations, sur la nature des poteaux (Universel), sur les techniques de pose des panneaux, sur les possibilités d'intervention ultérieures des concessionnaires, l'entretien ;
- ❖ **Reconnaitances géotechniques indispensables** → Essais pressiométriques suffisamment nombreux recommandés, pénétrométriques (Moins courant et plus difficilement interprétables), niveau G2 PRO, identification des horizons rencontrés, détermination des paramètres par horizons et pré-dimensionnement des fondations par le géotechnicien) ;
- ❖ **Détermination des sollicitations :**
  - Charges permanentes
  - Charges d'exploitation : identification zone de vent, souffle du trafic routier ou ferroviaire, neige, séisme (Pas nécessaire car ouvrage non prioritaire), choc ;
- ❖ **Matériaux des panneaux : béton, acier, béton de bois, bois, alu, PMMA, béton de caoutchouc, etc...**







**Panneau  
béton de bois**



**Panneau bois**



**Panneau caisson  
métallique**

## II – REGLEMENTS UTILISES

- **La norme NF EN 1990** : EUROCODE 0 - Base de calcul des structures (Combinaisons de charge) ;
- **La norme NF P 06-100-2** : Base de calcul des structures – Annexe nationale à la NF EN 1990 ;
- **La norme NF EN 1990/A1** : EUROCODE 0 - Base de calcul des structures (Pondérations et groupes de charge) et les annexes nationales ;
- **La norme NF EN 1990/A1/NA** : Base de calcul des structures – Annexe nationale à la NF EN 1990/A1 de 2006 ;
- **La norme NF EN 1991-1-1** : EUROCODE 1 Partie 1 – Actions sur les structures – Partie 1-1 – Actions générales – Poids volumiques, poids propres ;
- **La norme NF EN 1991-1-4** : EUROCODE 1 Partie 1 – Actions sur les structures – Partie 1-4 – Actions générales – Actions du vent et son annexe nationale NF EN 1991-1-4/NA 2008 ;
- **EN 1794-1** : Dispositifs de réduction du bruit du trafic routier – Performances non acoustiques – Partie 1 : Performances mécaniques et exigences en matière de stabilité ;
- **Norme NF EN 1992-1-1** : EUROCODE 2 Partie 1 – Calcul des structures en béton – Partie 1-1 – Règles générales et son annexe nationale NF EN 1992-1-1/NA ;
- **Norme NF EN 1992-2** : EUROCODE 2 Partie 2 – Calcul des structures en béton – Ponts en béton – Calcul et dispositions constructives et son annexe nationale NF EN 1992-2/NA ;



- **La norme NF EN 1993-1-1** : EUROCODE 3 Calcul des structures en acier. Partie 1-1 – Règles générales et règles pour les bâtiments ;
- **La norme NF EN 1993-5** : EUROCODE 3 Calcul des structures en acier. Partie 5 – Pieux et palplanches ;
- **Norme NF EN 1997-1** : EUROCODE 7 Partie 1 – Calcul géotechnique – Règles générales et son annexe nationale NF EN 1991-1/NA ;
- **Norme NF P 94-261 de juin 2013** : Norme d'application nationale de l'EUROCODE 7 – Fondations superficielles ;
- **Norme NF P 94-262 de juillet 2012** : Norme d'application nationale de l'EUROCODE 7 – Fondations profondes ;
- **Guide de conception et calcul génie civil des écrans de protection phonique routiers.**

## Spécificités des structures porteuses d'écrans acoustiques :

- Prépondérance des sollicitations de renversement ;
- Impact modéré en terme de portance pour les fondations ;
- Charges verticales généralement stabilisantes.



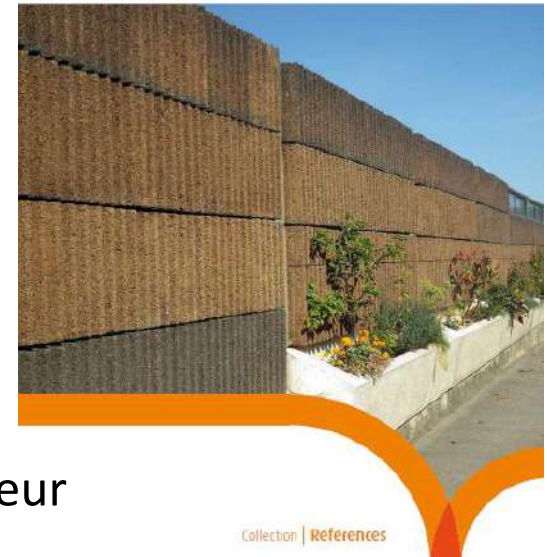
## III – GUIDE METHODOLOGIQUE DE CONCEPTION ET CALCUL DU GENIE CIVIL DES ECRANS DE PROTECTION PHONIQUE ROUTIERS

### Groupe de rédaction

- Damien CHAMPENOY (Cerema DTer Est)
- Fabien RENAUDIN (Cerema DTer Est)
- Patrick DEMIZEUX (Cerema DTer Est)
- Bernard JACQUIER (Cerema DTer Centre-Est)
- Jérôme SALIBA (Cerema DTer Med)
- Brice TAUDIN (DIR Ouest)
- Sébastien BURLON (IFSTTAR)
- Pierre PEYRAC (DRIEA)
- Yannick DEBRABANT (DIR Est puis DREAL Nord-PdC)
- Pierre CORFDIR (Dir Est puis Cerema DTecITM) - Animateur



Conception et calcul du génie civil des écrans  
de protection phonique routiers



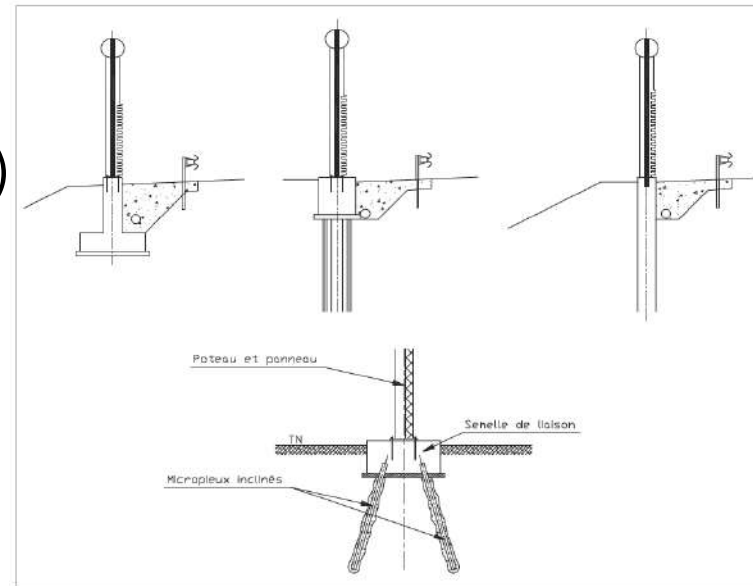
Collection | Références





## Relecteurs

- Jacques BERTHELLEMY (Cerema DTecITM)
- Barbara CORREARD STEFFGENN (Cerema DTecITM)
- Philippe JANDIN (Cerema DTecITM)
- Patrice BARBET (DIR Ouest)
- Julien ROUSSEAU (DIR Ouest)
- Jacques STENGER (DIR Est)
- Frédéric VOEGEL (DREAL Alsace)
- Vincent GUIZARD (DRIEA IF)
- Benoit GAUVREAU (Ifsttar)
- CNEA (Commission de Normalisation des Ecrans Acoustiques)
- SER (section Protections Acoustiques)



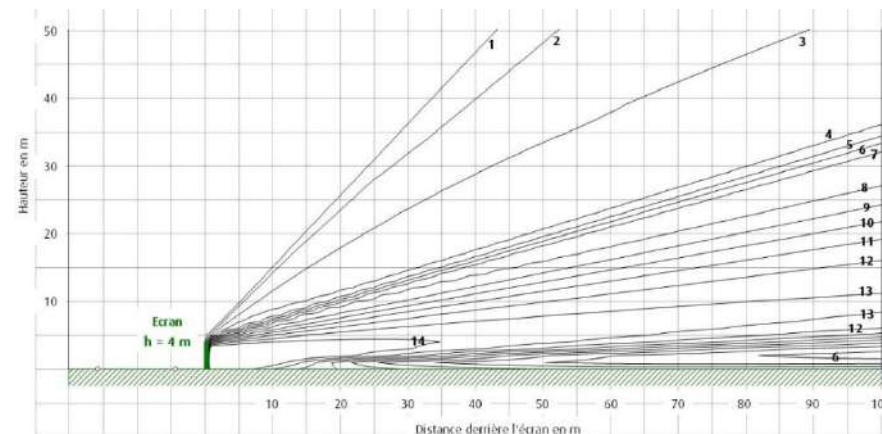
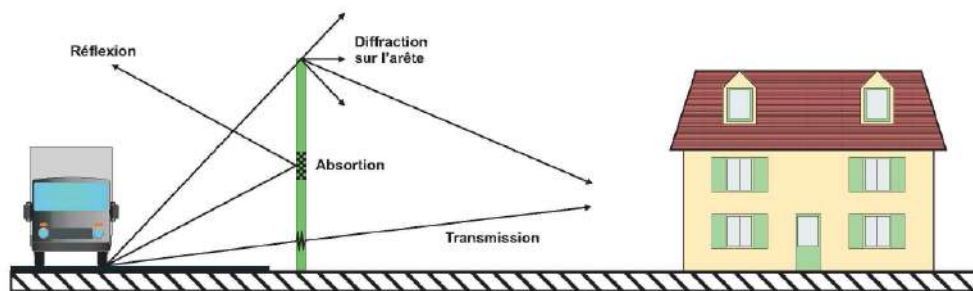
# Sommaire du guide

- Généralités sur les écrans acoustiques
- Conception du génie-civil
- Justifications du génie civil des écrans
- Annexes



## Généralités

- La réglementation sur le bruits des infrastructures de transport terrestre
- Les différents types d'écran, le marquage CE, la marque NF  
ECRANS ACOUSTIQUES
- La commande du maître d'ouvrage



## Les différents types d'écran



- Ecrans réfléchissants
- Ecrans absorbants
- Performances en absorption et isolation acoustiques
- Présentation sommaire des autres caractéristiques



# La commande du maître d'ouvrage

- Exigences de durabilité
- Exigences de sécurité structurelle et de robustesse
- Exigences esthétiques
- Exigences d'entretien



# La commande du maître d'ouvrage

## ■ Robustesse suivant EN 1990 :

Une structure doit être conçue et exécutée de telle sorte qu'elle ne soit pas endommagée de façon disproportionnée par des événements (explosion, choc, erreur humaine...)

Robuste

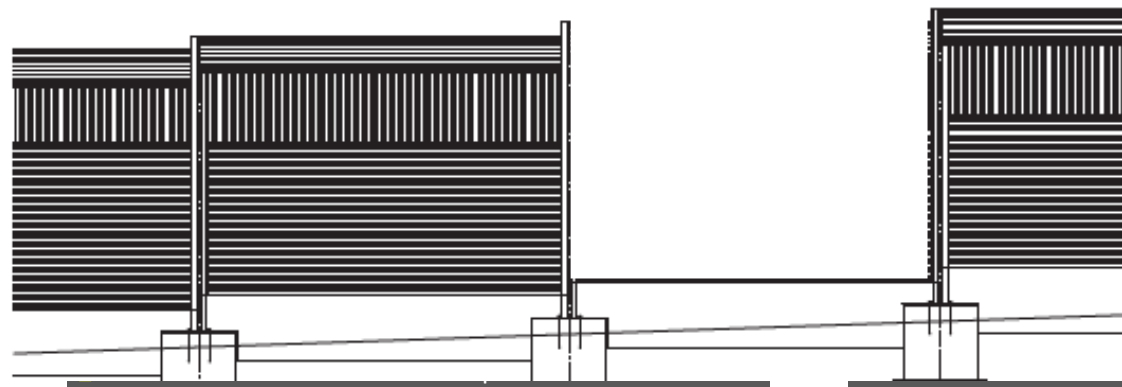


Moins robuste



# La commande du maître d'ouvrage

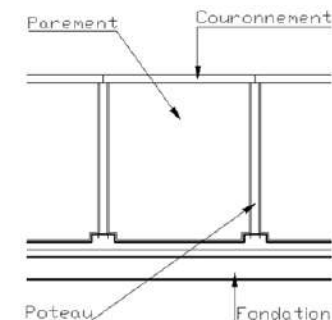
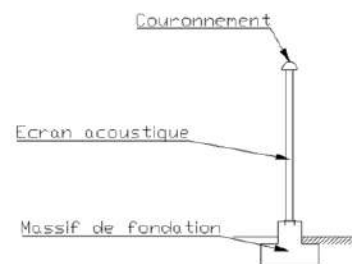
- Exigences de robustesse en cas de panneau défectueux (suite à un choc de véhicule par exemple)
  - Transformation d'un panneau courant en panneau d'extrémité
  - Risque d'un effondrement en chaîne du fait de l'augmentation des effets du vent aux extrémités d'un écran
  - Recommandé de considérer cette éventualité dans le cadre d'une situation de projet accidentelle.





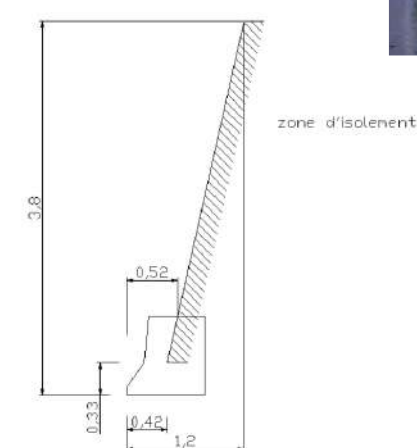
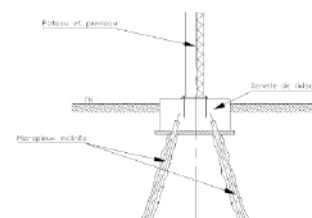
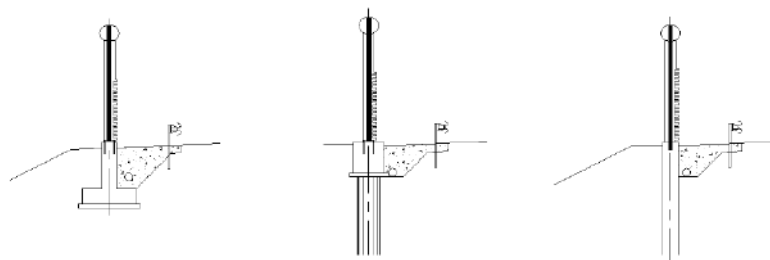
## Conception du génie civil

- Déroulement général des études
- Conception générale
- Contraintes du projet
- Phasage des travaux





## Conception du génie civil



## Justifications - Principes

- Les écrans de protection phonique font l'objet de justifications au même titre que les autres structures de génie civil
- Les Eurocodes s'appliquent à l'ensemble des éléments structurels constituant les écrans. Il convient d'appliquer les parties 1 – 1 : « Règles générales et règles pour les bâtiments » de chaque Eurocode concerné.
- Le guide propose des règles de justification spécifiques aux écrans.



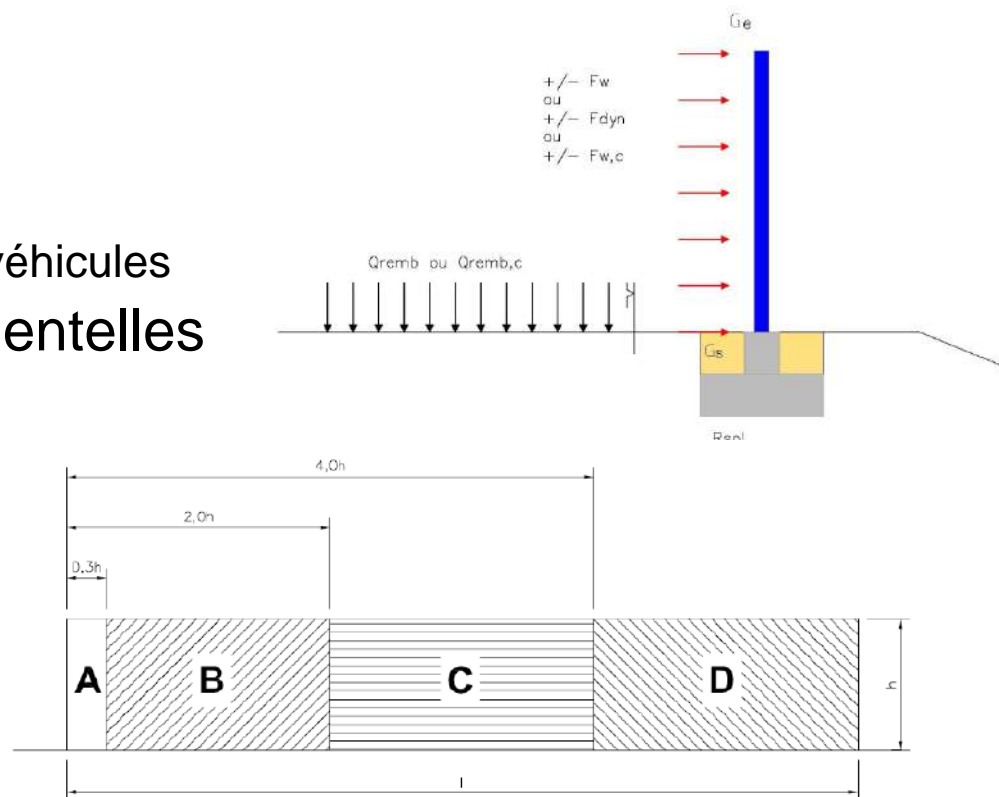
## Justifications - Principes

- Les écrans de protection phoniques sont justifiés vis-à-vis de différentes situations de projet :
  - Etats limites ultimes – ELU : sécurité des personnes et de la structure (limite d'équilibre statique et à la limite de résistance) ;
  - Etats limites ultimes accidentels - ELA : robustesse des structures (situation accidentelle avec des parties d'écran absentes) ;
  - Etats limites de service – ELS : fonctionnement de la structure (limitation des déformations de l'écran, maîtrise de l'ouverture des fissures des éléments BA.



## Actions et combinaisons d'actions

- Actions permanentes
- Actions variables
  - Vent
  - Effets dynamiques dus aux véhicules
- Actions et situations accidentelles
- Fatigue
- Alea sismique
- Combinaisons d'actions



## Action du vent

$c_e(z)$  défini de façon conventionnelle comme le rapport entre :

- la pression dynamique de pointe  $q_p(z)$
- et la pression dynamique de référence,  $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$

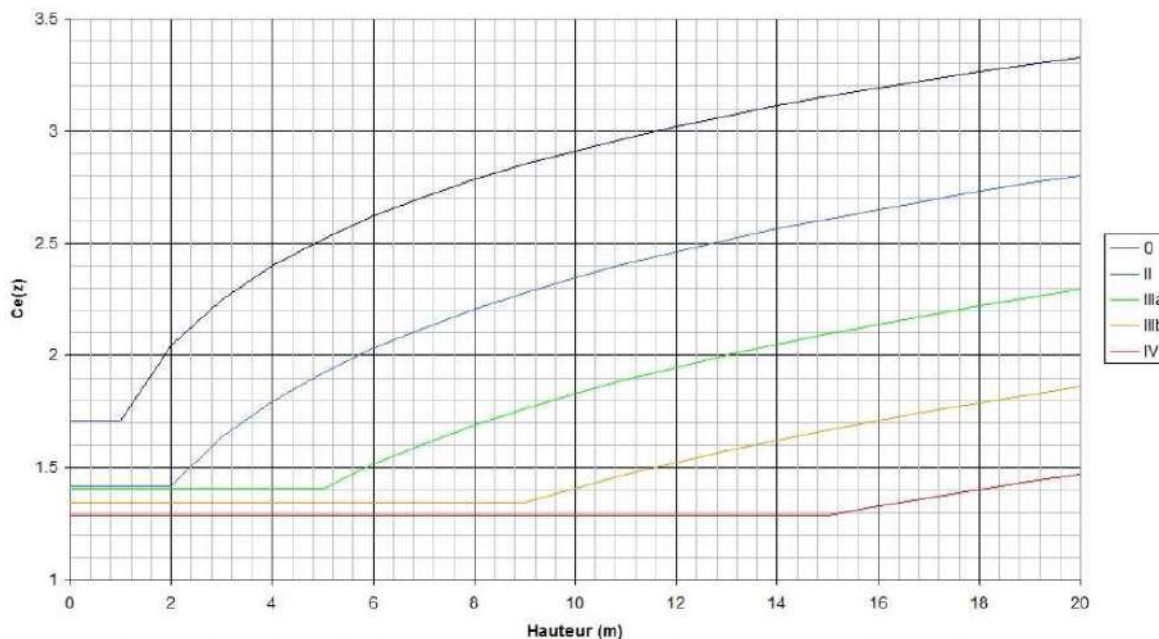
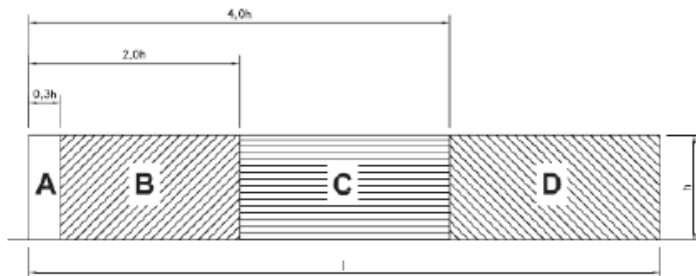


Figure 35 - Coefficient d'exposition en fonction de la catégorie de rugosité de site et de la hauteur de référence de l'écran – Valable pour  $c_0(z) = 1,0$ .



## Abaques de détermination de l'action du vent

Valeur de la pression exercée par le vent en fonction de la hauteur de l'écran et de la zone 1, B, C, D et de la rugosité de terrain



### A.1.3 - Abaque en région de vent 2 : Pressions sur les zones de l'écran

Vitesse de référence du vent : 24.0 m/s (Région 2)

Hauteur écran : 2.00 m Cote bas écran/TN : 0.00 m

Pression en daN/m<sup>2</sup>

Zone	début	fin	Cat 0	Cat II	Cat IIIa	Cat IIIb	Cat IV
A	0.00 m	0.60 m	244.	170.	169.	161.	155.
B	0.60 m	4.00 m	150.	105.	104.	99.7	95.7
C	4.00 m	8.00 m	122.	85.1	84.7	80.7	77.4
D	8.00 m	-	86.1	60.0	59.8	57.0	54.7

Hauteur écran : 2.00 m Cote bas écran/TN : 7.00 m

Pression en daN/m<sup>2</sup>

Zone	début	fin	Cat 0	Cat II	Cat IIIa	Cat IIIb	Cat IV
A	0.00 m	0.60 m	340.	273.	212.	161.	155.
B	0.60 m	4.00 m	210.	168.	131.	99.7	95.7
C	4.00 m	8.00 m	170.	136.	106.	80.7	77.4
D	8.00 m	-	120.	96.5	74.8	57.0	54.7

Vitesse de référence du vent : 24.0 m/s (Région 2)

Hauteur écran : 2.50 m Cote bas écran/TN : 0.00 m

Pression en daN/m<sup>2</sup>

Zone	début	fin	Cat 0	Cat II	Cat IIIa	Cat IIIb	Cat IV
A	0.00 m	0.75 m	257.	184.	169.	161.	155.
B	0.75 m	5.00 m	159.	113.	104.	99.7	95.7
C	5.00 m	10.0 m	128.	92.1	84.7	80.7	77.4
D	10.0 m	-	90.9	65.0	59.8	57.0	54.7

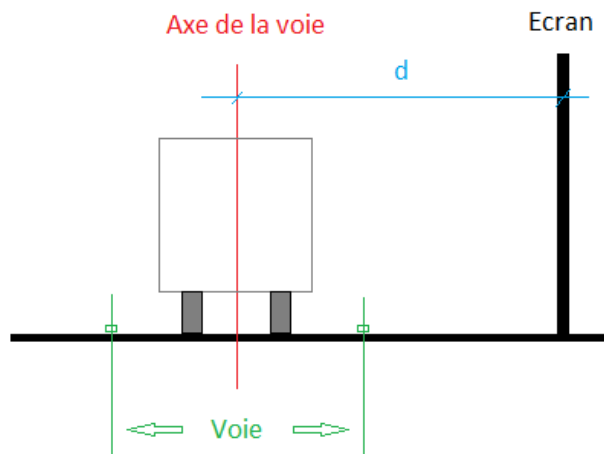
Hauteur écran : 2.50 m Cote bas écran/TN : 7.00 m

Pression en daN/m<sup>2</sup>

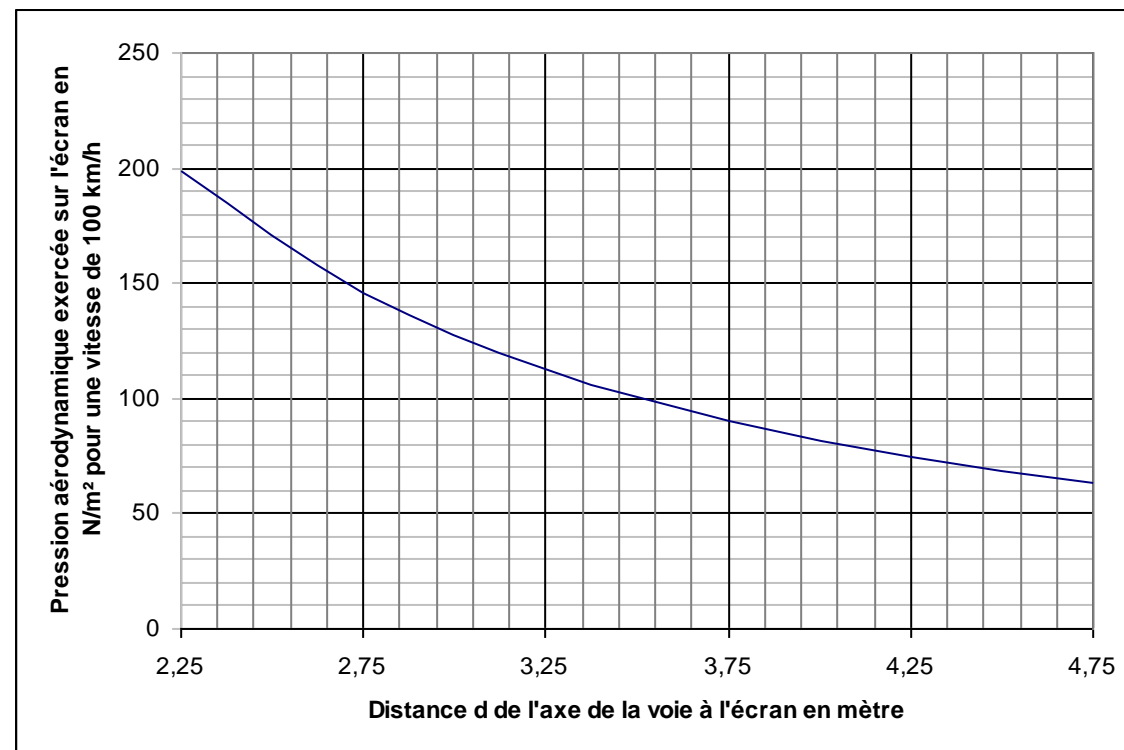
Zone	début	fin	Cat 0	Cat II	Cat IIIa	Cat IIIb	Cat IV
A	0.00 m	0.75 m	344.	277.	216.	165.	155.
B	0.75 m	5.00 m	212.	171.	133.	102.	95.7
C	5.00 m	10.0 m	172.	138.	108.	82.7	77.4
D	10.0 m	-	121.	97.9	76.3	58.4	54.7



## Action aérodynamiques de véhicules routiers



$$K_{100} = 694 \text{ N/m}^2 \text{ et } a = -1,54$$



- ELS et ELU de résistance : décalage des véhicules de 50 cm par rapport à l'axe de la voie
- ELU de fatigue : possibilité de considérer que les véhicules sont centrés sur leur voie et qu'ils roulent à une vitesse de 90 km/h ( $K_{90} = 1000 \times 90^2 / 120^2 = 562,5 \text{ N/m}^2$  et  $a = -1,54$ )





# Fondations superficielles

- Pour les écrans implantés dans des remblais routiers, en l'absence d'essais, on considère une pression limite nette égale à 1 MPa pour les remblais routiers neufs et égale à 0,5 MPa pour les remblais routiers existants.
- Les merlons ne sont pas considérés comme des remblais routiers mais une valeur de 0,5 MPa pourra néanmoins être retenue.

Nature des terrains		Pression limite $pl^*$ [MPa]					Craie
		Sols fins			Sols grenus		
		Argile	Limon	Marne	Sable	Grave	
Module EV1 (MPa)	10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	(1)
	20	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	
	30	0,9	0,9	0,9	1,1	1,2	
	40	1,1	1,2	1,1	1,3	1,5	

(1) : pas de corrélation proposée





## Fondations superficielles

	Norme NF P 94-261	Adaptations proposées pour le génie civil des écrans acoustiques
Facteur partiel de résistance $\gamma_{R,v}$ sur la portance à l'ELU pour les situations durables et transitoires	1,4	1,2
Facteur partiel de résistance $\gamma_{R,v}$ sur la portance à l'ELU pour les situations accidentelles	1,2	1,0
Facteur partiel de résistance $\gamma_{R,v}$ sur la charge transmise à l'ELS pour les combinaisons quasi permanentes et caractéristiques	2,3	2,0
Facteur partiel de résistance $\gamma_{R,h}$ sur le glissement à l'ELU pour les situations durables et transitoires	1,1	0,9
Facteur partiel de résistance $\gamma_{R,h}$ sur le glissement à l'ELU pour les situations accidentelles	1,0	0,85
Critère sur l'excentrement de la charge à l'ELS pour les combinaisons quasi permanentes	1-2. $e / B \geq 2/3$	1-2. $e / B \geq 1/2$

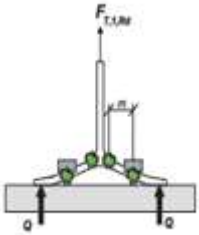
Tableau 5 : Synthèse des adaptations à la norme NF P 94-261 pour la justification des semelles superficielles des écrans acoustiques



# Justifications – Parties en élévation

## Conseils :

- Limiter la nuance d'acier des **platines** à **S235** (ou de limiter dans les calculs  $f_y$  à 235 MPa)
- **Ne pas concevoir une platine trop souple** (pour éviter le mode de rupture correspondant à une plastification totale de la platine)
- Pour les **profilés de type HEA**, recourir à un acier S235 et réaliser un dimensionnement élastique à l'état limite ultime (ELU) en combinaison fondamentale
- Limiter dans le calcul des **tiges d'ancrage**, la résistance à rupture  $f_{ub}$  à **500 MPa** (même en utilisant une classe 8.8) ou d'utiliser des tiges de classe inférieure ou égale à 5.6



**Pour les écrans classiques d'une hauteur inférieure à 6 m, la vérification en fatigue n'est pas requise sous réserve de respecter les conseils ci-avant.**



## Annexes

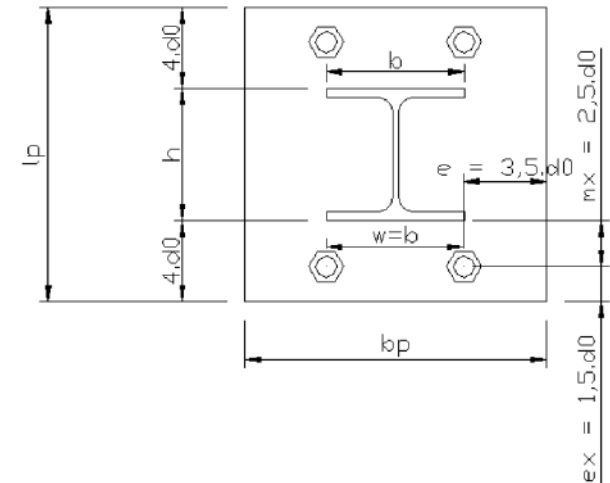
- Abaques de détermination des effets du vent
- Abaques de prédimensionnement des poteaux
- Tableau de platines types / type de profilé

Exemple :

- écran situé en Ile-de-France (région 2) (1)
- écran de 3.00.m situé au niveau du terrain naturel (2)
- implanté dans une zone de rugosité IIIb (3)

Vitesse de référence du vent : 24.0 m/s (Région 2)

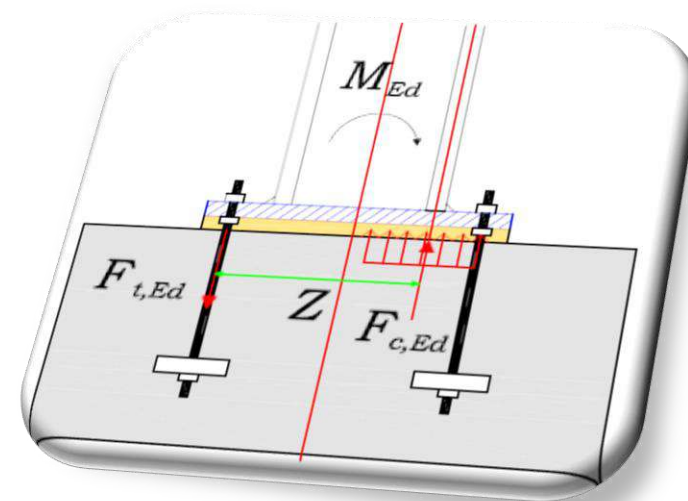
Hauteur écran : 3.00.m		Cote bas écran/TN : 0.00.m			
Longueur panneaux : 4.00.m					
Résultante en kN / Profile HEA					
poteau	Cat 0	Cat II	Cat IIIa	Cat IIIb	Cat IV
1	12.4/HEA140	9.06/HEA120	7.83/HEA120	7.46/HEA120	7.16/HEA120
2	19.7/HEA160	14.4/HEA140	12.4/HEA140	11.8/HEA140	11.4/HEA140
3	16.6/HEA160	12.1/HEA140	10.4/HEA120	9.97/HEA120	9.57/HEA120
4	13.7/HEA140	10.0/HEA120	8.67/HEA120	8.26/HEA120	7.93/HEA120
Courant	11.3/HEA140	8.30/HEA120	7.17/HEA120	6.84/HEA120	6.56/HEA120
Ph Trav	15.3/HEA140	11.1/HEA140	9.64/HEA120	9.19/HEA120	8.82/HEA120



# Annexes

## Exemple de dimensionnement

- A. DESCRIPTION
- B. MATERIAUX
- C. ACTIONS
- D. JUSTIFICATION DES POTEAUX
- E. JUSTIFICATION LIASON POTEAU/FONDATION
- F. JUSTIFICATION STABILITE EXTERNE FONDATION
- G. JUSTIFICATION STABILITE INTERNE FONDATION



## Annexes

### B - Matériaux

HEA et platine: **S235J2**

( $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$ )

( $f_{uk} = 450 \text{ MPa}$ )



C30/37 :

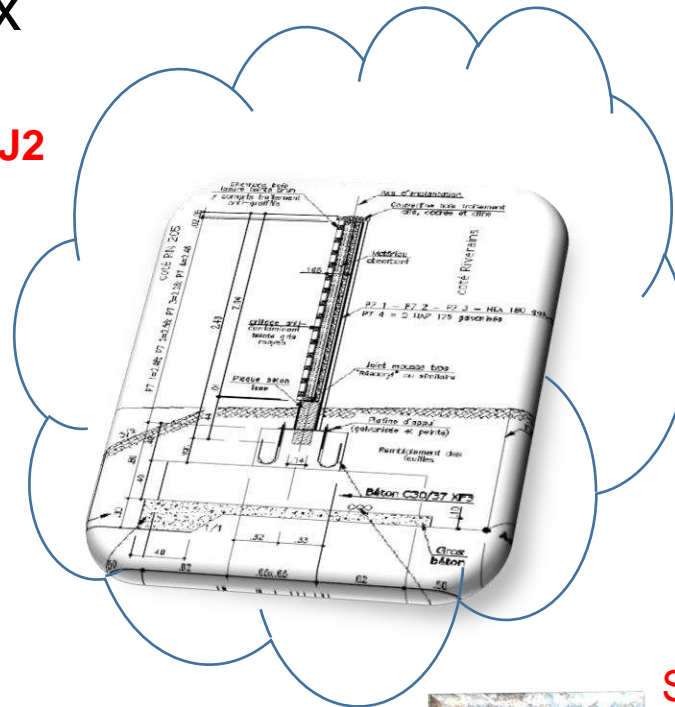
( $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ )

( $c_{nom} = 5 \text{ cm}$ )

8.8 : ( $f_{ub} = 500 \text{ MPa}$ )

( $f_{yb} = 400 \text{ MPa}$ )

!!! FATIGUE !!!



B500B :

( $f_{sk} = 500 \text{ MPa}$ )

Sol :

( $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  et  $\phi = 30^\circ$ )

( $p_{ie} = 0,5 \text{ MPa}$ )

( $D_e = 0,5 \times D$ )

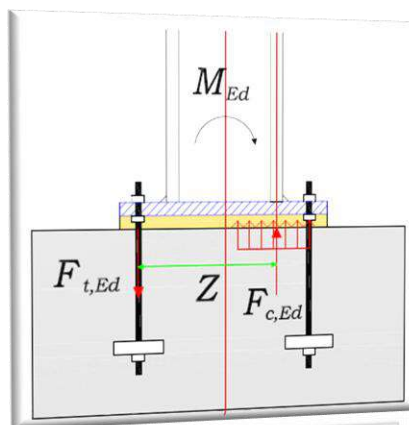
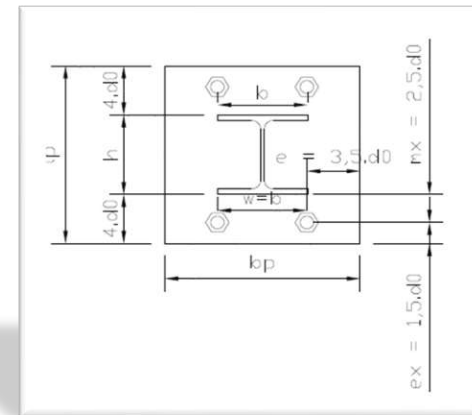


## Annexes

### E - Ancrage platine

Principe : Traction ; Cisaillement ; Interaction Cisaillement/Traction

$$F_{t,Rd} = 0,9 f_{ub} A_s / \gamma_{M2} \quad F_{v,Rd} = \alpha_v f_{ub} A / \gamma_{M2} \quad F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1,4 F_{t,Rd}) \leq 1$$



n° poteau	Type HEA	Moment ELUfond	h	t <sub>f</sub>	Z	F <sub>t,Ed</sub>	A <sub>min</sub>	Désignation tige	A <sub>s</sub>	F <sub>t,Rd</sub>	Critère traction	Critère cisaillement	Critère efforts combinés
		kN.m											
1	180	57,1	171	9,5	231,25	123,5	343,1	M24	353	127,1	0,97	0,07	0,76
2	220	88,6	210	11	279,50	158,6	440,5	M27	459	165,2	0,96	0,08	0,77
3	200	79,4	190	10	260,00	152,6	423,9	M27	459	165,2	0,92	0,07	0,73
4	200	69,7	190	10	260,00	134,0	372,3	M27	459	165,2	0,81	0,06	0,64
5	200	63,1	190	10	260,00	121,3	336,9	M27	459	165,2	0,73	0,06	0,58
6	180	49,6	171	9,5	226,25	109,5	304,2	M22	303	109,1	1,00	0,07	0,78
7	180	49,1	171	9,5	226,25	108,6	301,7	M22	303	109,1	1,00	0,07	0,78

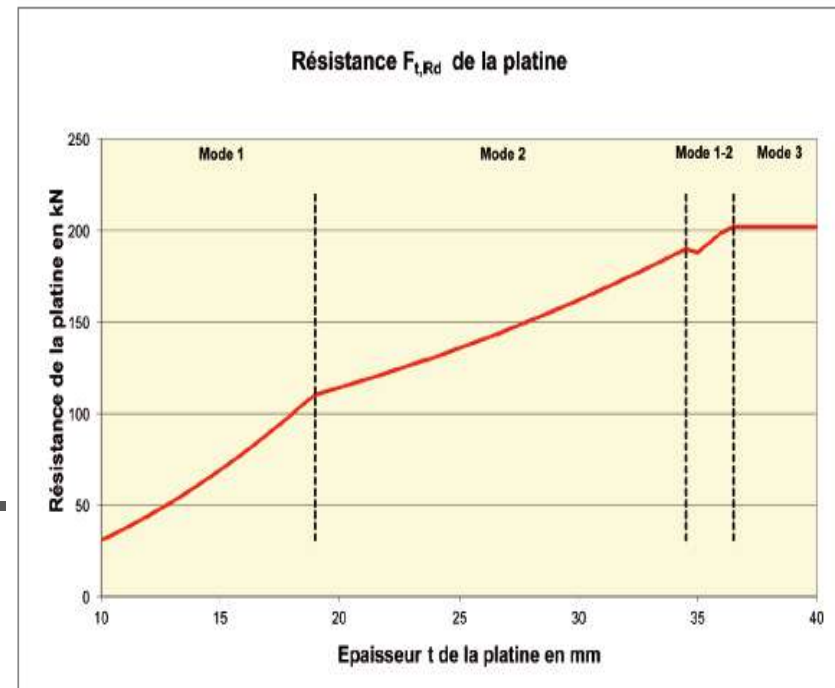
Bilan : traction dimensionnante.



## Annexes

### E - Ancrage platine

Mode de rupture	Des effets leviers peuvent apparaître	Pas d'effet levier
Mode 1 : Plastification de la semelle	$F_{t,1,Rd} = \frac{4M_{pl,Rd}}{m_x}$ $\text{où } M_{pl,Rd} = \frac{t^2 f_{yp} I_{eff}}{4 \gamma_{MO}}$ <p>avec <math>I_{eff}</math> longueur efficace selon tableau 6.6 de NF EN 1993-1-8, <math>t</math> épaisseur de platine et <math>f_{yp}</math> limite élastique de l'acier de la platine</p>	$F_{t,2+3,Rd} = \frac{2M_{pl,Rd}}{m_x}$
Mode 2 : Ruine de boulons avec plastification de la semelle	$F_{t,2,Rd} = \frac{2M_{pl,Rd} + 2nF_{t,Rd,ancre}}{m_x + n}$ <p>où <math>n = \min(e_s, 1,25 \times m_x)</math> et <math>F_{t,Rd,ancre}</math> la résistance ultime d'un boulon</p>	
Mode 3 : Ruine de boulons	$F_{t,3,Rd} = \sum F_{t,Rd,ancre}$	



## Annexes

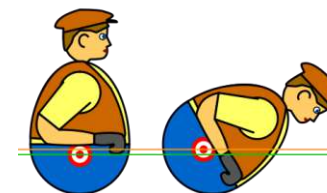
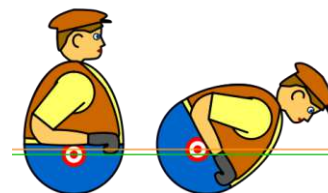
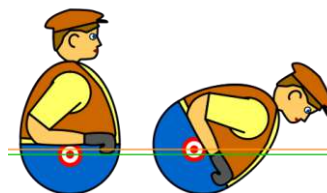
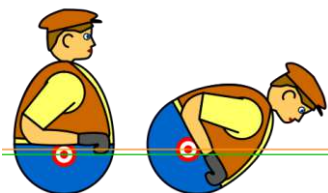
### F – Stabilité externe de la fondation

Principe : poinçonnement - **renversement** - glissement

Le critère de vérification ELS s'écrit pour les combinaisons quasi permanentes et caractéristiques :

$$2 \cdot (1 - 2 \cdot e / B) > 1 \text{ soit } 4 \cdot e / B < 1$$

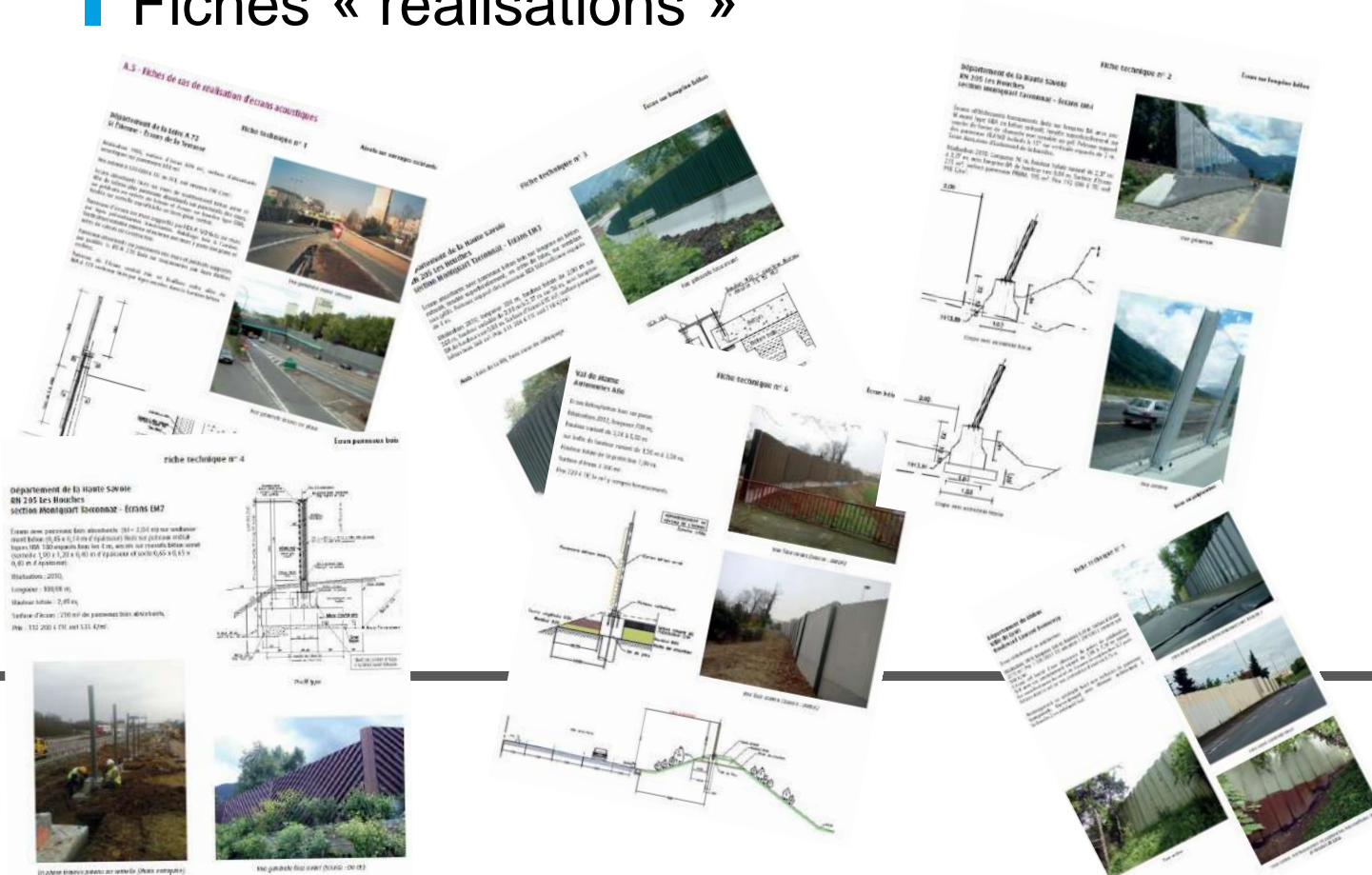
Panneau	Durable		Transitoire	
	e (m)	critère excentrement e/B	e (m)	critère excentrement e/B
1	0,354	0,810		
2	0,411	0,939	0,380	0,869
3	0,340	0,778		
4	0,332	0,760		
5	0,254	0,581		
6	0,235	0,537		





## Annexes

### Fiches « réalisations »



## IV – RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES

L'étude du sol est indispensable quel que soit la nature du projet

❖ **Reconnaissances pénétrométriques :**

→ Manque en général la reconnaissance des horizons de sol rencontrés ;

→ Exploitation délicate et complément nécessaire par des carottages permettant d'identifier les couches sous-jacentes) ;

❖ **Reconnaissances pressiométriques** (Plus commune et aisée en exploitation avec identification des horizons) :

→ PI - Pf - Em -  $\alpha$  ;

→ Conclusions du géotechnicien sur paramètres de dimensionnement à retenir et nature des fondations envisageables ;

❖ **Essai de plaque** → Valable essentiellement pour GBA sur couche de forme ;

❖ **Incidence de la présence d'eau (Piezomètre)** pour les fondations profondes :

→ Tubage éventuel ou boue thixotropique ;

→ Epaisseur de la corrosion éventuelle pour les pieux métalliques ;

❖ Nature du sol (Agressivité notamment pour les fondations profondes métalliques) ;

❖ Difficulté d'identifier la présence de bloc rocheux (Voir même paramètres limitant le choix de la solution à retenir notamment pour les pieux métalliques) ;

→ **Précision des conclusions du rapport géotechnique ;**  
→ **Mission de niveau G2 PRO avec pré-dim des fondations de la responsabilité du géotechnicien.**



## V – DIFFERENTS TYPES DE FONDATIONS

- Défini en fonction des résultats des reconnaissances géotechniques mais aussi de l'environnement immédiat (Talus, limites cadastrales, etc...)
  - ❖ **Pieux forés béton armé toute longueur (Similaire OA) ;**
  - ❖ **Pieux métalliques battus ou vibrofoncés :**
    - → HEA ou tubulaire ;
    - → Intégration de la corrosion éventuelle en fonction de la durée de vie de l'ouvrage souhaitée ;
  - ❖ **Micro-pieux :**
    - → Attention au phénomène de flexion élevée sur les écrans sous sollicitations horizontales ;
  - ❖ **Rideau de palplanches ;**
  - ❖ **Semelles et raidisseurs filants ;**
  - ❖ **Massifs isolés (Semelle + fût) ;**
  - ❖ **GBA élargies.**



## VI – TYPE DE FONDATIONS

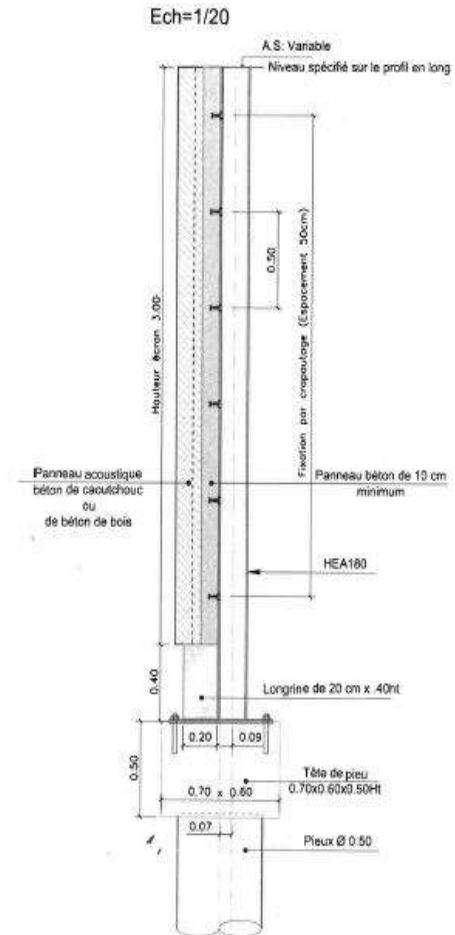
### ❖ *Pieux forés béton :*

#### Avantages :

- Rapidité de réalisation ;
- Coût ;

#### Inconvénients :

- Adopter des dispositions particulières en présence d'eau (Nature du béton ou tubage) ;
- Tenue du terrain (Tubage ou boue si nécessaire dans les sol sableux ou tourbeux) ;
- Difficultés de forage en présence de bloc rocheux ou de sol trop compact.







Pieux forés tubés



Pieux forés tarière creuse





Massif tête de pieux



Massif tête de pieux  
et  
Longrine de soubassement



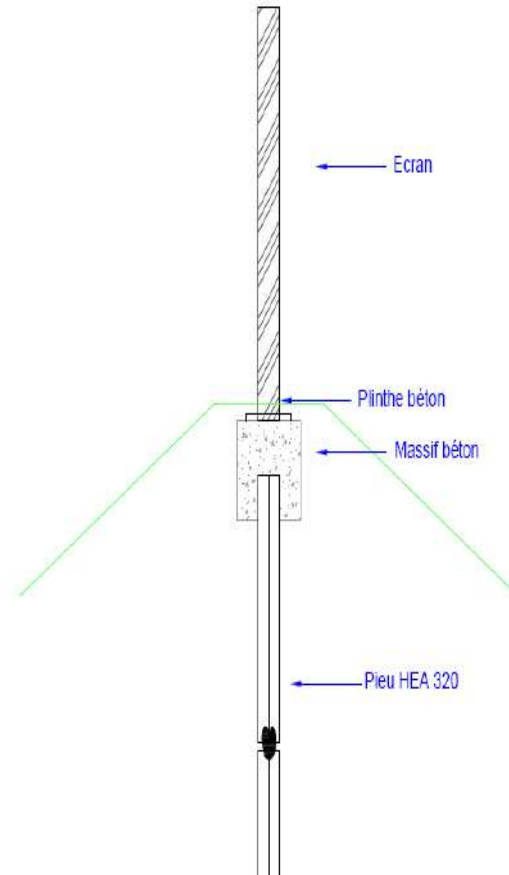
### ❖ *Pieux métalliques battus ou vibrofoncés :*

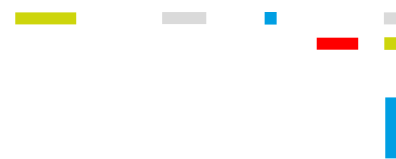
#### Avantages :

- Rapidité de réalisation ;
- Encombrement faible des machines ;
- Coût ;

#### Inconvénients :

- Pb de corrosion en fonction de la nature du sol traversé ou de présence d'eau (Épaisseur sacrificielle) ;
- Présence d'éléments indurés ou de sol trop compact (Refus éventuel) ;
- Voisinage (Pb éventuel de vibration ou de choc mais bonne maîtrise actuelle) ;





**Pieux vibrofoncé et massif  
tête de pieu**



**Pieux vibrofoncé et  
massif tête de pieu**



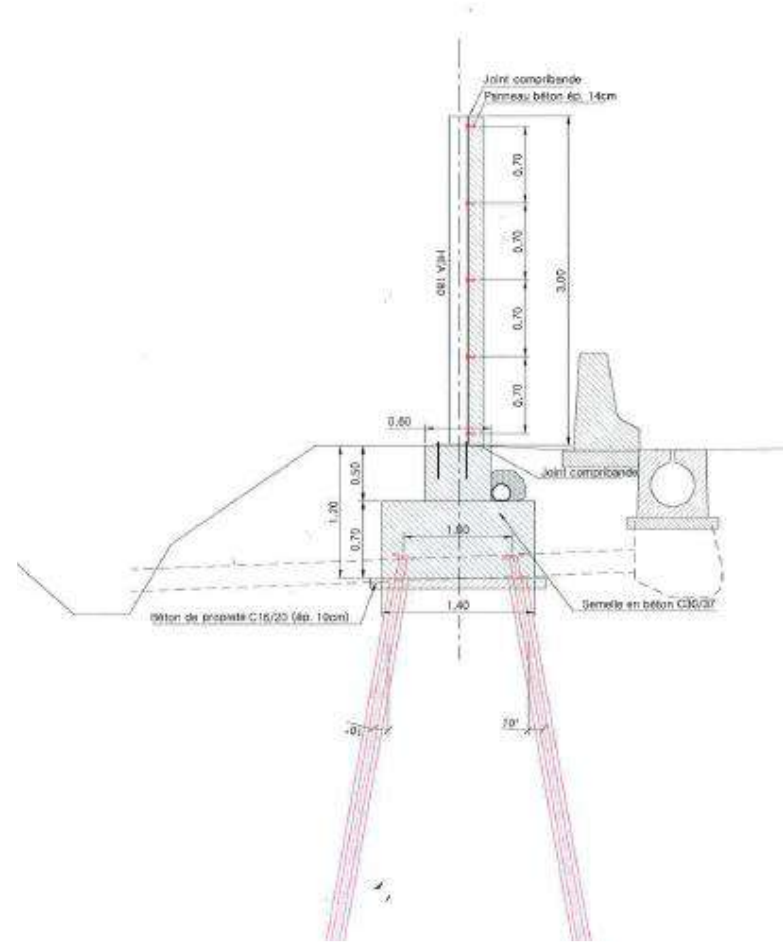
### ❖ *Micro-pieux :*

#### Avantages :

- Possibilité de les réaliser même en cas d'accès difficile (Encombrement limité des ateliers, retrait rapide et faible étendue du bras de forage) ;
- Réalisable sur tout type de terrain ;
- Linéaire journalier de fondation réalisable important ;

#### Inconvénients :

- Coût.







## Micropieux et platine d'ancrage



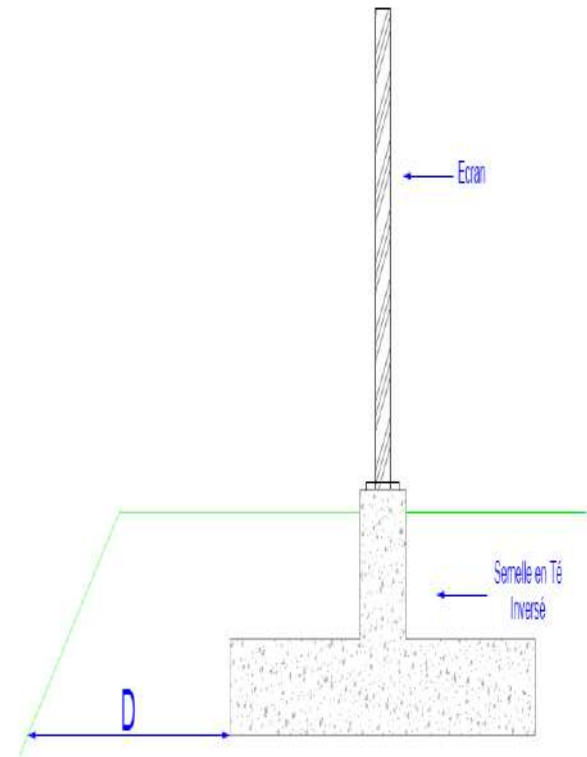
### ❖ *Semelles béton filantes ou isolées :*

#### Avantages :

- Réalisable dans presque tous les cas lorsque les emprises sont importantes (Limites cadastrales) car les semelles ont un encombrement élevé ;
- Bonne finition ;

#### Inconvénients :

- Coût relativement élevé ;
- Temps de réalisation long ;
- Volume de terrassements et de béton important ;
- Portance du sol élevée ;
- Présence de réseaux à proximité.







Fondation superficielle





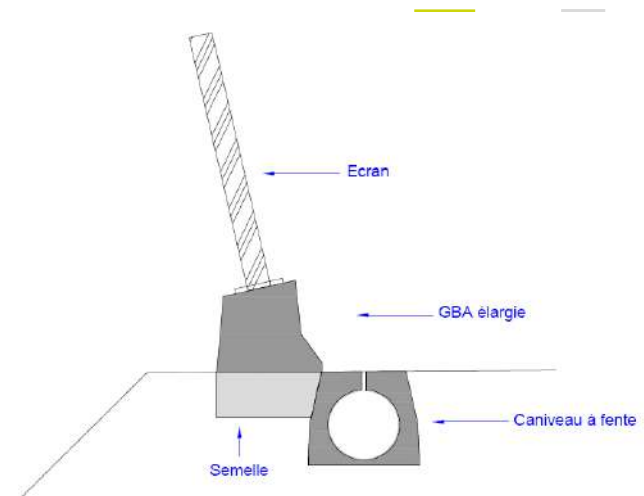
### ❖ GBA élargies :

#### Avantages :

- Combiner fondation et équipement de sécurité ;
- Rapidité d'exécution ;
- Coût ;

#### Inconvénients :

- Hauteur écran limitée ;
- 2.00m y compris GBA environ ;
- 3.00m y compris GBA avec adjonction d'une semelle ;



### Problème soulevé et toujours d'actualité en 2022 :

- Fondation ou équipement de sécurité ?
- Inertie en cas de choc (Largeur de GBA normalisée = 48cm << GBA écran → Nécessaire pour fixation poteau) ;
- Cône de déversement oui dans le nouveau guide de conception des écrans ;
- Ferrailage oui / non ?
- NF EN 1992-2 à utiliser pour le ferrailage ?



## Extrait du guide des barrières de niveau H2 et H3

### 4.9.2.4 - Fixer un écran sur la barrière

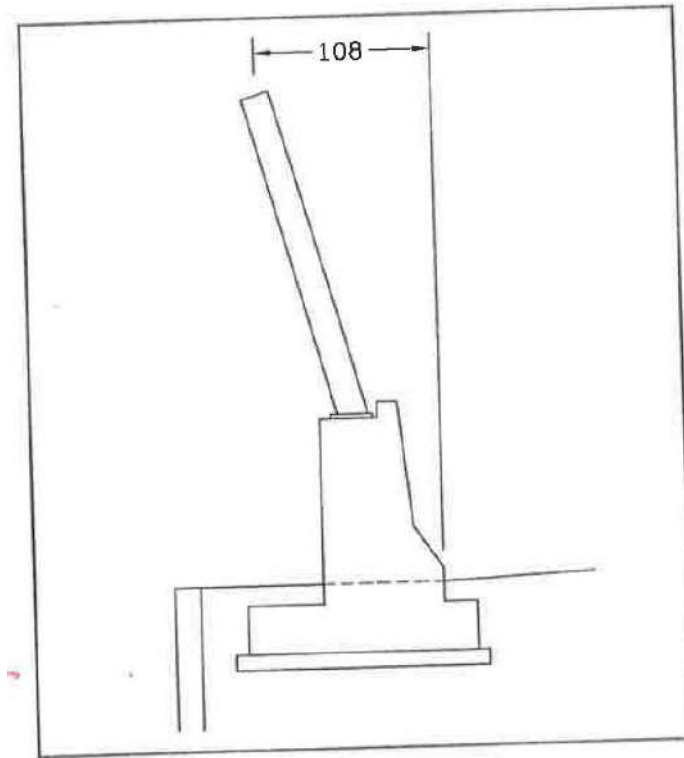
Dans le cas de GBA-DBA disposé dans le profil en travers on peut envisager d'utiliser une longrine de base assurant la stabilité de l'écran et dont la face avant possède la forme standard de la GBA. Cette assise est correctement armée<sup>15</sup>.

14. Cette vérification est évidemment à faire avec tous les modèles de barrières.

15. Bien qu'un brevet ait été déposé, il ne porte pas sur le principe consistant à avoir un écran acoustique sur un socle en béton armé. Par contre certaines particularités faisant actuellement

l'objet d'une revendication, il importe que la Maîtrise d'Œuvre ne se trouve pas en position d'imposer une solution brevetée. Pour cela, le marché ne doit pas spécifier le mode de réalisation dudit socle.

Cette précaution étant prise, cette disposition peut être intéressante à connaître pour ses aspects économique, esthétique et technique.



**Figure 29**  
Écran fixé sur une assise en béton dont la face avant est profilée en forme de DBA (Cotes en cm).

35

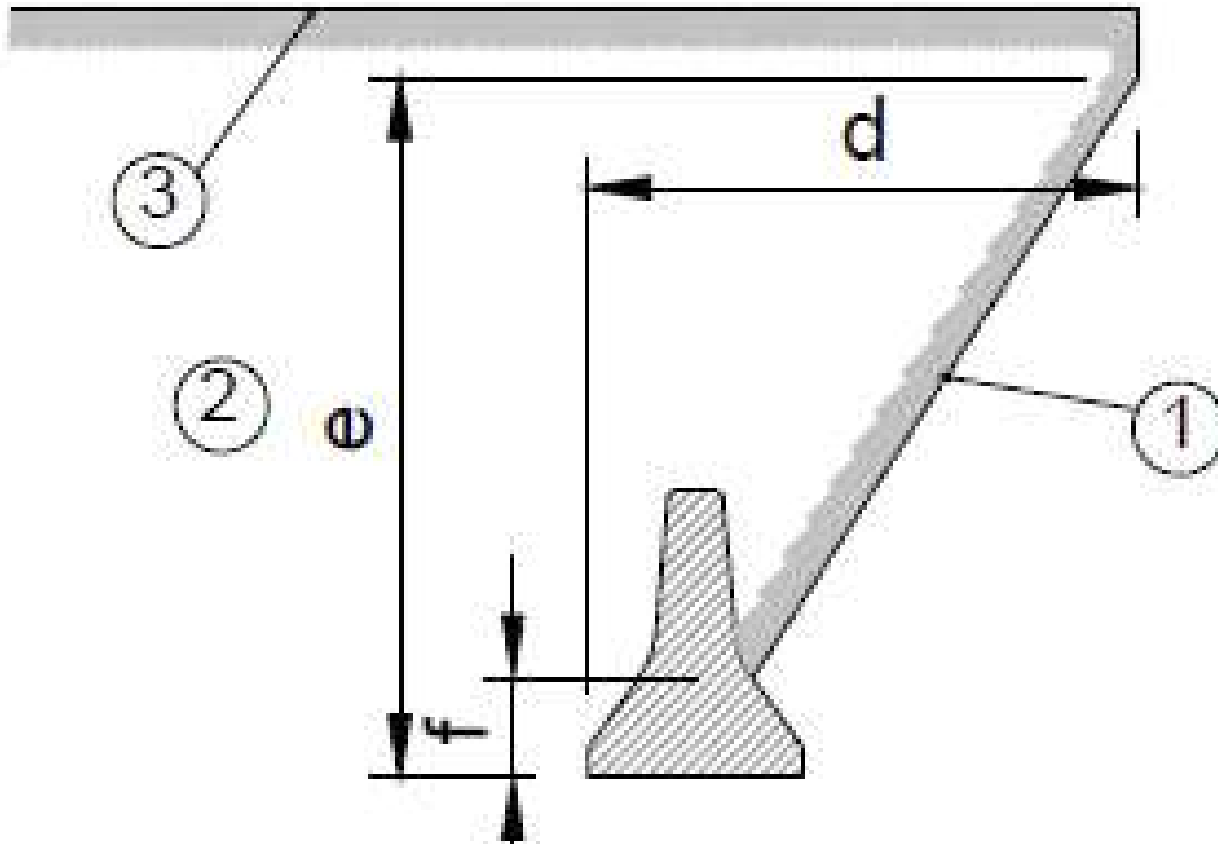




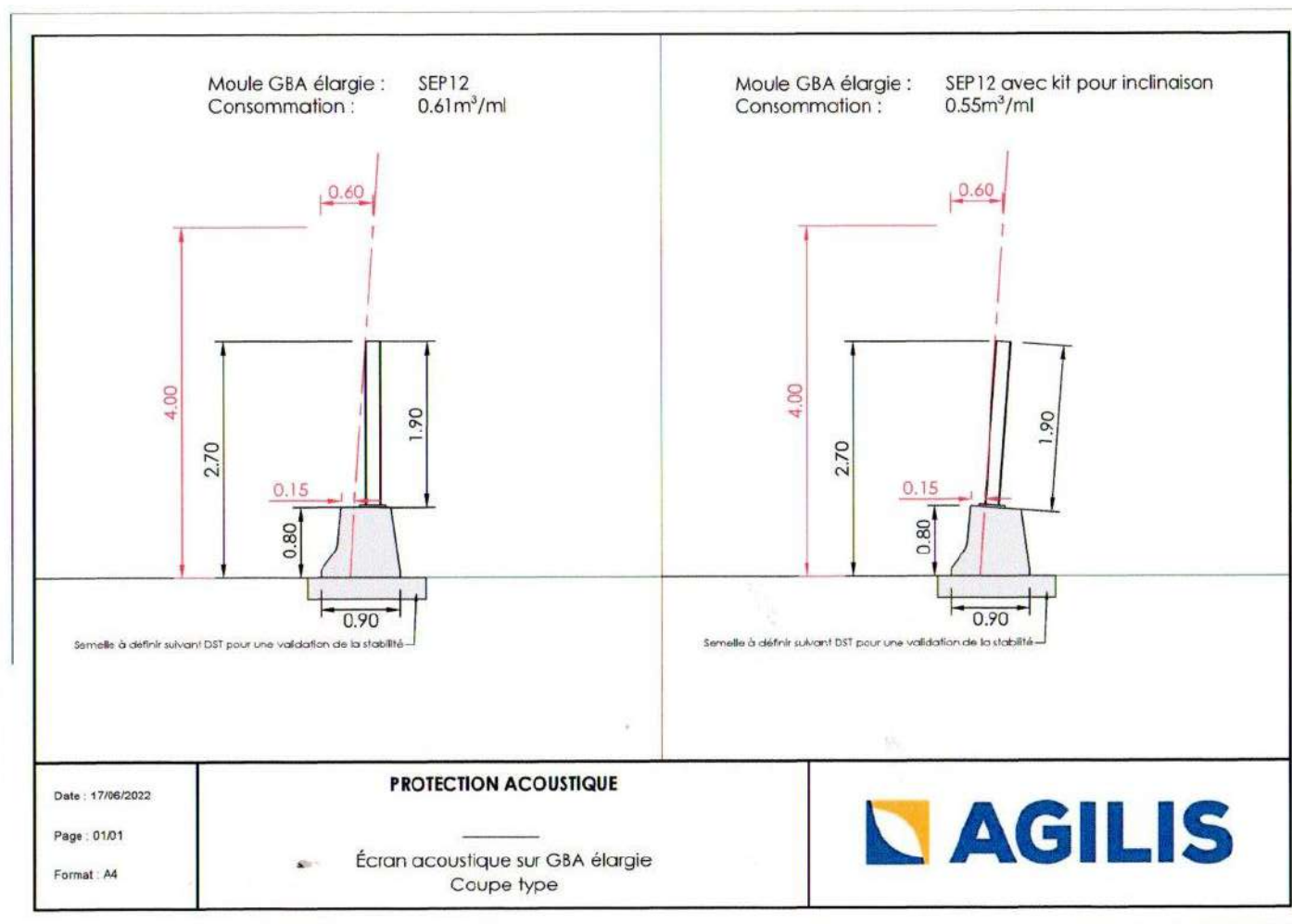
		a	b	c	d	e	f	g
BN1 et BN2		1.14m	1.00m			4.00m		
BN4 et TETRA S13		1.00m	0.50m	0.40m				
BHO et BN5			1.20m			4.00m		2.20m
DBA et GBA					1.20m	3.80m	0.33m	
BN4 16T et TETRA S16		1.00m	0.60m	0.50m				
BHAB		1.00m	1.00m					

- ① Limite de zone où l'implantation d'écran ou d'éléments d'écran est possible en considérant que le chargement reste solidaire du véhicule.
- ② Zone où l'implantation d'écran ou d'éléments d'écran est fortement déconseillée
- ③ Gabarit





$d = 1.20\text{m}$   
 $e = 3.80\text{m}$   
 $f = 0.33\text{m}$





<p><b>Ecrans</b></p>	<p><b>ECR1. Quelles sont les solutions possibles pour mettre en place des écrans anti-bruit en présence d'une barrière de sécurité ?</b> (13/02/15) <i>(Complétée en avril 2022)</i></p>	<p>La mise en place d'un écran acoustique en présence d'une barrière de sécurité peut s'effectuer se l'une des trois façons suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en place d'un écran acoustique en dehors de la largeur de fonctionnement de la barrière sécurité (rien n'impose actuellement de devoir respecter l'intrusion du véhicule mais il recommandé de le faire pour les barrières de niveau H) ;</li> <li>• Mise en place d'une GBA élargie avec l'écran anti-bruit implanté sur la GBA en dehors du VI (Zc d'intrusion) (anciennement appelé zone ou cône d'isolement et dont la valeur a été réduite à 0 m suite à de récents essais) ;</li> <li>• Mise en place d'une barrière de sécurité équipée d'un écran acoustique, le système comp marqué CE (les crash tests pour l'obtention du marquage CE doivent avoir été réalisés avec éci acoustique).</li> </ul> <p>Nota : pour le cas des écrans sur GBA élargies, il est admis de considérer la zone d'intrusion com un pan oblique tel que défini au § 5.5.2.3 du « guide d'installation des DR – Cerema janv2022 débutant à 15 cm de l'arête avant (au niveau du sommet de la GBA) et allant à 0,60 m (à 4 m hauteur).</p>
----------------------	--	--



# MERCI

# LES MATÉRIAUX

Pierre QUENNOY - SER / MICE

## STATISTIQUES

*Surfaces en m<sup>2</sup>/Appels offres lancés dans l'année*

TYPE	2017	2018	2019	2020	2021
BETON	81470	45290	68100	19690	24800
BOIS	14330	16970	7300	7040	11330
METAL	16880	16810	3400	3900	50087
TRANSPARENT	1430	3070	2750	3320	22400
AUTRES	0	1550	1240	470	500
<b>TOTAL</b>	<b>114110</b>	<b>83690</b>	<b>82790</b>	<b>34420</b>	<b>109117</b>

# STATISTIQUES

## RÉPARTITION EN %

TYPE	2017	2018	2019	2020	2021
BETON	71	54	82	57	23
BOIS	13	20	9	21	10
MÉTAL	15	20	4	11	46
TRANSPARENT	1	4	3	10	20
AUTRES	0	2	2	1	1

## MAITRE OUVRAGE

### *RÉPARTITION EN %*

	2017	2018	2019	2020	2021
ETAT	23	10	17	31	30
AUTOROUTES PRIVEES	2	47	40	2	2
CONSEILS GENERAUX	10	20	12	42	10
FERROVIAIRE	1	8	26	7	39
COLLECTIVITES (agglo , ville)	1	6	5	8	19
CONCESSIONS (LGV/autoroutes)	54	5	0	0	0



## OFFRE INDUSTRIELS

- ✓ Béton
  - Capremib
  - Durison
  - PBM
  
- ✓ Bois
  - Ecmb
  - Piveteau
  - Moulinvest
  
- ✓ Métal
  - Ecib
  - Mice

## OFFRE INDUSTRIELS

- ✓ Transparent
  - Idetec
  - Kohlhauer
- ✓ PVC
  - Ondelia
- ✓ Végétalisable
  - Kohlhauer
  - Mice
- ✓ Laine minérale
  - Rockwool

## OFFRE POSEURS

- ✓ AER (Eiffage)
- ✓ AGILIS (NGE)
- ✓ CONSERTO
- ✓ EUROVIA béton
- ✓ PASS
- ✓ RAZEL-BEC (Fayat)
- ✓ TERIDEAL
- ✓ Vinci CT

## PRODUITS

- Acoustique:                    Absorption A4  
    Isolation B3
- Marquage CE
- *Certification NF*
- FDES - ACV

## BETON BOIS



Guide FIB écrans

## BETON BOIS



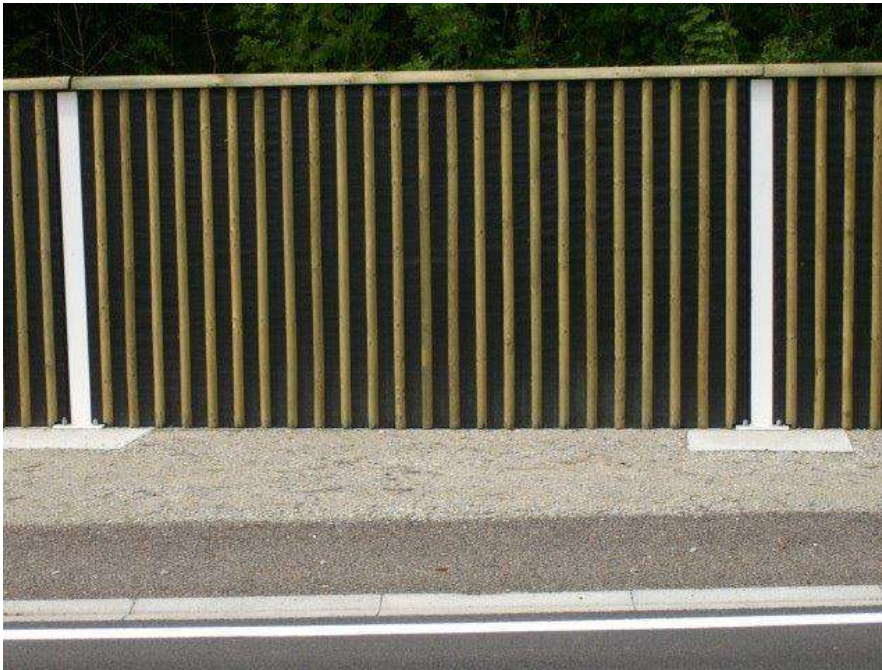


## BETON ABSORBANT



Caoutchouc - Argile - Pouzzolane

## BOIS ABSORBANT



Guide Arébois

## BOIS ABSORBANT





## METAL ABSORBANT



# TRANSPARENT REFLECHISSANT



## OUVRAGE ART





# TRANSPARENT SEMI-ABSORBANT



## PVC ABSORBANT





## ISSUE DE SECOURS



## COURRONNEMENT



## TREMIE, ENTREE TUNNEL, PAREMENT





## GRILLAGE ANTIGRAFFITI





## ECRAN VÉGÉTALISABLE



## AVENIR

- Glissière béton + Ecran
- Photovoltaïque
- Ecran connecté
- Dépolluant
- Ecran bas urbain



SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB

Centre d'information  
sur le Bruit

MERCI !



Protections  
Acoustiques

JOURNÉE TECHNIQUE SER  
Protections Acoustiques 2022

Mercredi 14 septembre 2022

# ECRANS ACOUSTIQUES

## NOUVELLES NORMES DE MESURES DE RECEPTION ACOUSTIQUE

Pascal GUITTAT - SER / SIXENSE ENGINEERING



## 1<sup>er</sup> niveau : Mesures de **qualification** de produits

**Produits** destinés à un usage **en champ réverbéré** (*tête de tunnel, trémie, etc.*) :

- EN 1793 - partie 1 : Mesure de l'absorption
- EN 1793 – partie 2 : Mesure de l'isolation

**Produits** destinés à un usage **en champ direct ou champ libre** (*écrans en bordure de plateforme routière, ferroviaire*) :

- EN 1793 - partie 5 : Mesure de la réflexion
- EN 1793 – partie 6 : Mesure de l'isolation





## 2<sup>ème</sup> niveau : Mesures de **réception in situ**

- Tous produits (prototype ou écrans)
  - EN 1793 - partie 5 : Mesure de la réflexion (Mai 2016) – Champ libre
  - EN 1793 – partie 6 : Mesure de l'isolation (Juin 2018) – Champ libre
  
- Destination :**
  - Validation acoustique de prototypes en début de chantier,
  - Réception acoustique d'ouvrages (écrans) finis en cours ou fin de chantier
  
- Par qui :** BE et labo reconnu et compétent dans la mise en œuvre des normes EN 1793-5 / EN 1793-6



## INTERET DES NOUVELLES NORMES

- ❑ Ecrans acoustiques en champ direct (ou libre) :

Qualification des performances et réception écrans **selon les mêmes normes** :

**Mêmes indicateurs dans les AO / CCTP ( $DL_{RI}$  en réflexion ;  $DL_{SI}$  en isolation)**

**Objectifs de performance exigés dans les CCTP = valeurs mesurées in situ sur prototype / écrans finis**

- ❑ **Remarque** : *NF 31-089 abrogée depuis 2018*

*Bannir la référence aux indices  $TL_R$  /  $TL_T$  dans CCTP des AO*

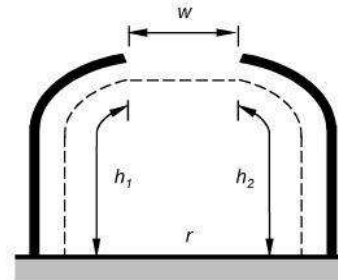


## Champ diffus (EN 1793-1 / 1793-2)

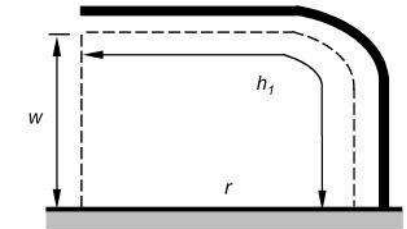
- ❑ si  $W / e < 0,25$  avec :
  - ❑  $W$  = Taille de l'ouverture,
  - ❑  $e$  = périmètre total, hors plateforme (routière, ferroviaire)

## Remarque :

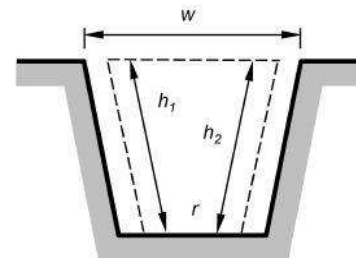
- ❑ Marquage CE toujours (!!??) basé sur NF EN 14388 de 2005 : référence aux normes champ diffus, seules publiées en 2005



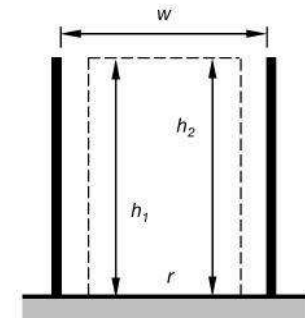
**Key**  
 $h_1$ : length of left barrier surface  
 $h_2$ : length of right barrier surface  
 envelope,  $e = w+h_1+h_2$   
 (a) Partial cover on both sides of the road



**Key**  
 $h_1$ : length of partial cover surface envelope  
 $e = w+h_1$   
 (b) Partial cover on one side of the road



**Key**  
 $h_1$ : length of left trench side  
 $h_2$ : length of right trench side  
 envelope,  $e = w+h_1+h_2$   
 (c) Deep trench

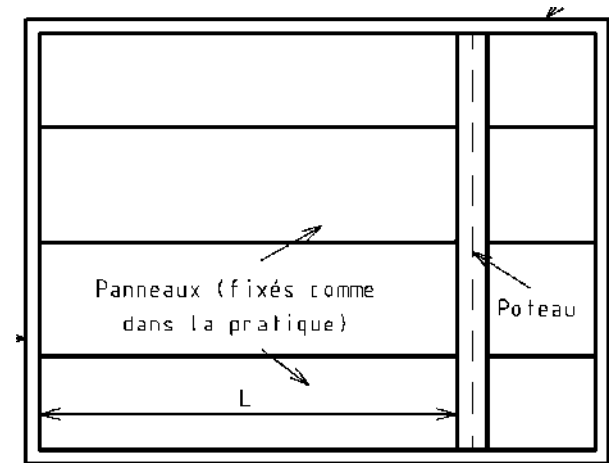
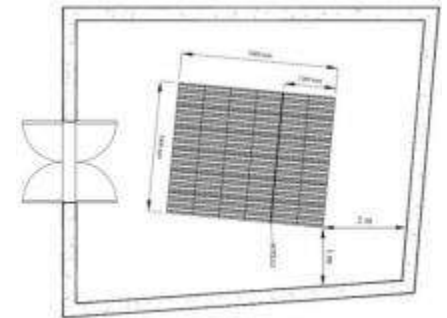


**Key**  
 $h_1$ : length of left barrier/building  
 $h_2$ : length of right barrier/building  
 envelope,  $e = w+h_1+h_2$   
 (d) Tall barriers or buildings

## Essai en salle réverbérante normalisée

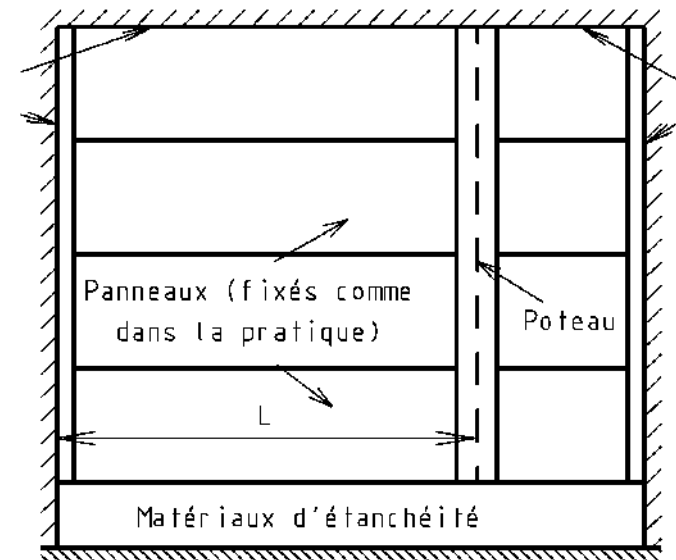
- ❑ Echantillon représentatif de 10 à 12 m<sup>2</sup> avec 1 poteau posé au sol,
- ❑ Mesure des durées de réverbération ( $T_r$ ) sans et avec l'échantillon,
- ❑ Calcul du  $\alpha_{\text{sabine}}$  par 1/3 d'octave
- ❑ Calcul d'un indicateur unique global en dB(A) :  $DL_{\alpha, \text{NRD}}$

(Attention :  $DL_{\alpha}$  avant 2017)



## Essai en salle réverbérante normalisée

- ❑ Echantillon représentatif de 10 m<sup>2</sup> avec 1 poteau intégré en cloison séparant 2 salles d'essais,
- ❑ Production champ sonore en salle émission (HP) et mesure des niveaux de pression acoustiques (émission / réception)
- ❑ Calcul de l'indice R par 1/3 d'octave
- ❑ Calcul d'un indicateur unique global en dB(A) :  $DL_R$





## Mesure in situ, chez fabricant ou sur chantier

### ☐ Hauteurs mini :

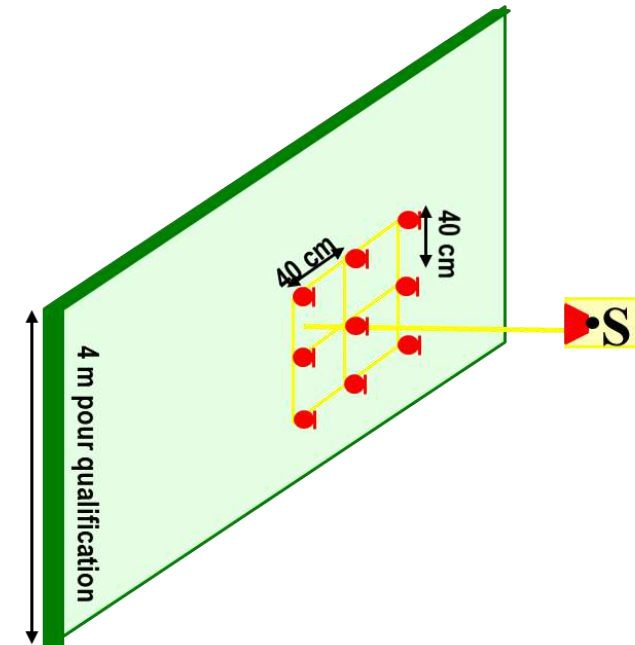
- ☐ 4m pour la qualification d'un panneau
- ☐ 2m pour la réception sur site

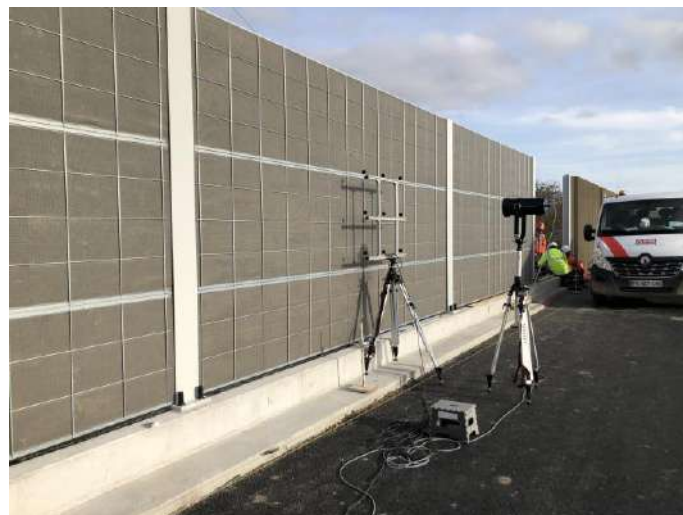
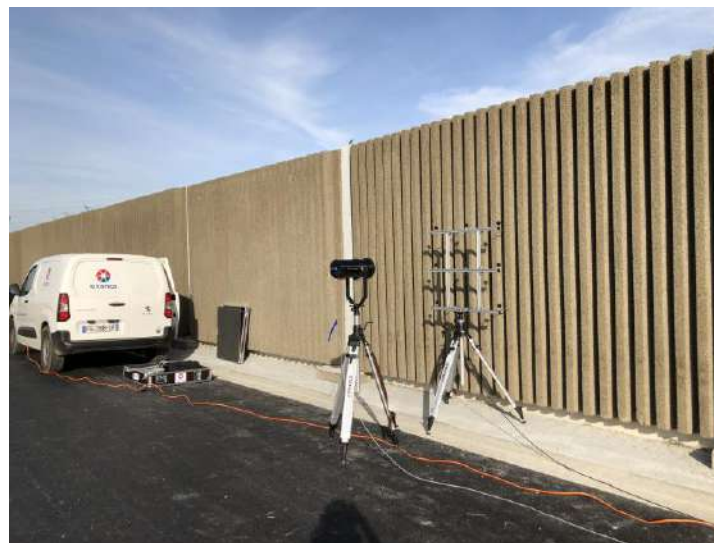
### ☐ Réalisation des mesures

- ☐ Deux mesures avec écran (en milieu de panneau) et sans l'écran
- ☐ Génération par HP d'un signal permettant le calcul des réponses impulsionnelles
- ☐ Enregistrement sur une grille de 9 micros

### ☐ Procédure :

- ☐ Calculs & traitements des réponses impulsionnelles sans & avec écran (soustraction et fenêtrage)
- ☐ Calcul par 1/3 octave de l'indice RI
- ☐ Calcul d'un indice unique global en dB(A) :  $DL_{RI}$





## Mesure in situ, chez fabricant ou sur chantier

### ☐ Hauteurs mini :

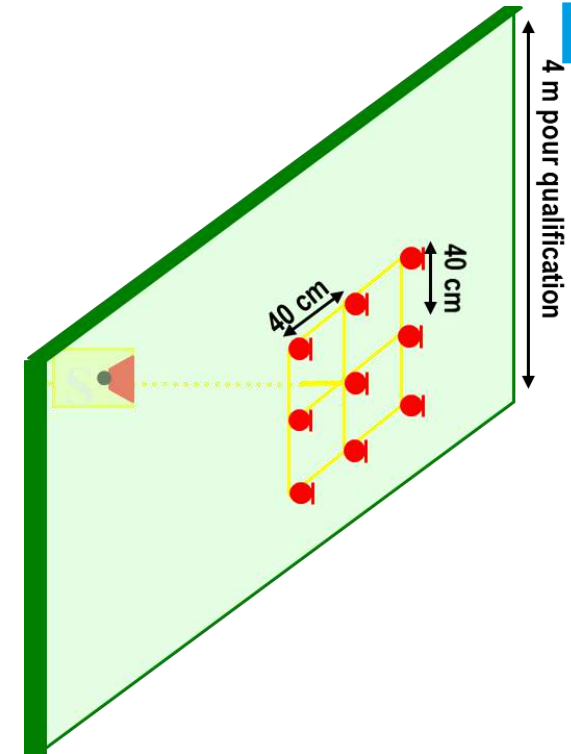
- ☐ 4m pour la qualification d'un panneau
- ☐ De l'ordre de 2m pour la réception sur site

### ☐ Réalisation des mesures

- ☐ Deux mesures avec écran (en milieu de panneau et à un poteau) et sans l'écran
- ☐ Génération par HP d'un signal permettant le calcul des réponses impulsionnelles
- ☐ Enregistrement sur une grille de 9 micros

### ☐ Procédure :

- ☐ Calculs & traitements des réponses impulsionnelles sans & avec écran (soustraction et fenêtrage)
- ☐ Calcul par 1/3 octave de l'indice SI
- ☐ Calcul d'un indice unique global en dB(A) :  $DL_{SI}$







Objet essai	Destination	Type	Lieu d'essai	Norme	Indicateur	
Qualification Produit	Parement trémie / tunnel	Absorbant	Labo	NF EN 1793-1	DL <sub>α</sub>	Indice unique d'évaluation de la performance d'absorption acoustique
		Absorbant & Réfléchissant		NF EN 1793-2	DL <sub>R</sub>	Indice unique d'évaluation de la performance d'isolation aux bruits aériens
Qualification Produit	Ecran acoustique en champ libre	Absorbant	Usine fabricant	NF EN 1793-5	DL <sub>SI</sub>	Indice unique d'évaluation de la de la réflexion acoustique
		Absorbant & Réfléchissant		NF EN 1793-6	DL <sub>RI</sub>	Indice unique d'évaluation de l'isolation acoustique
Réception ouvrage	Ecran acoustique en champ libre ; parement trémie / tunnel*	Absorbant	In Situ : Prototype et/ou ouvrage fini	NF EN 1793-5	DL <sub>SI</sub>	Indice unique d'évaluation de la de la réflexion acoustique
		Absorbant & Réfléchissant		NF EN 1793-6	DL <sub>RI</sub>	Indice unique d'évaluation de l'isolation acoustique

\* : sous réserve de conditions acoustiques assimilables à des conditions de champ libre





Les  
références

## ÉCRANS ET PROTECTIONS ACOUSTIQUES

Guide du maître d'ouvrage  
et du maître d'œuvre



## ORDRES DE GRANDEUR DES PERFORMANCES ET EXIGENCES MINIMALES

Les indices évalués en champ diffus (selon NF EN 1793-1 et -2) et en champ libre (selon NF EN 1793-5 et -6) ne sont pas directement comparables. Les tableaux ci-dessous indiquent les performances minimale recherchées en fonction du type de protection acoustique à réaliser pour chacune des méthodes précitées:

### 9.1 - PERFORMANCES D'ABSORPTION ACOUSTIQUE :

	DL <sub>α</sub> selon EN 1793-1	DL <sub>RI</sub> selon EN 1793-5
Tunnel, couverture	≥ 12 dB	≥ 7 dB
Écrans parallèles, mur de trémie, tranchée...	≥ 8 dB	≥ 5 dB
Écrans et autres parois présentant des réflexions vers des zones non protégées	≥ 4 dB	≥ 3 dB

### 9.2 - PERFORMANCES D'ISOLATION ACOUSTIQUE :

	DL <sub>R</sub> selon EN 1793-2	DL <sub>SI,E</sub> / DL <sub>SI,P</sub> / DL <sub>SI,G</sub> selon EN 1793-6
Couvertures totales	≥ 40 dB	
Écrans et ouvrages de grande hauteur (≥ 5 m) et couvertures partielles	≥ 35 dB	≥ 26 dB
Autres écrans ou parois	≥ 25 dB	≥ 28 dB



ATTENTION

**Attention:** Les valeurs indiquées dans les tableaux ci-dessus sont des valeurs minimales. Les valeurs requises dans le cahier des charges sont à définir par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre en fonction de la destination de la protection acoustique et des prescriptions du bureau d'études acoustique.

## CONTRÔLE DES PERFORMANCES DE L'OUVRAGE

Ce chapitre détaille les modalités de contrôle des performances acoustiques de la protection à réception des travaux. Pour les autres domaines à contrôler (niveaux sonores chez les riverains, structure et génie civil...), il convient de se reporter au guide *Bruit et études routières - Manuel du chef de projet*, Guide Cerma/Setra, 2001.

Les mesures de contrôle acoustique ont pour objectif de vérifier que les niveaux de performance demandés dans le CCTP sont bien atteints. Les mesures doivent donc être réalisées conformément aux dispositions du CCTP et du présent document. Comme présentées au chapitre 3, les normes applicables sont:

- NF EN 1793-5 pour les mesures d'absorption sur écrans routiers;
- NF EN 1793-6 pour les mesures d'isolation sur écrans routiers;
- NF EN 16272-5 pour les mesures d'absorption sur écrans ferroviaires (à paraître);
- NF EN 16272-6 pour les mesures d'isolation sur écrans ferroviaires.

Attention, certains CCTP « anciens » peuvent encore faire référence à la NF S 31089 et à ses indicateurs globaux (perte locale d'énergie par réflexion notée TL<sub>R</sub> et perte locale d'énergie par transmission notée TL<sub>T</sub>). Cette norme ayant été abrogée en avril 2018, les essais de réception devront être réalisés conformément aux normes citées précédemment. L'appréciation des objectifs du CCTP et des résultats fera de préférence l'objet d'un consensus entre les différentes parties, sous l'éclairage des bureaux d'études acoustiques intervenant (études de conception et mesures de contrôle).

Par défaut, on pourra considérer en première approximation l'équivalence suivante:

- TL<sub>R</sub> = 7 dB (selon NF S 31089) → DL<sub>RI</sub> = 5 dB (selon NF EN 1793-5);
- TL<sub>T</sub> = 27 dB (selon NF S 31089) → DL<sub>SI</sub> = 28 dB (selon NF EN 1793-6).

### 11.3 - RÉPARTITION ET NOMBRE DE MESURES

Il convient que le nombre et le positionnement global des mesures soient spécifiés dans le CCTP. À défaut, les principes suivants peuvent être retenus:

- au moins, une série de mesures par famille d'écrans (selon déclaration du fabricant);
- au moins, une série de mesures par tronçon continu d'écran;
- au moins, une série de mesures tous les 300 m de tronçon continu d'écran;
- au moins, une série de mesures par famille de singularités (porte, jonction de deux familles d'écrans...) (selon déclaration du fabricant).

Pour le cas courant d'un « écran acoustique » constitué d'une succession de poteaux et de panneaux, on entend par série de mesures:

- 1 mesure d'isolation en milieu de travée (DL<sub>SI,E</sub>);
- 1 mesure d'isolation devant poteau (DL<sub>SI,P</sub>);
- 1 mesure d'absorption en milieu de travée (pour un écran revendiquant cette performance: DL<sub>RI</sub>).



**Note:** indépendamment des dispositions prévues par la norme, des essais d'absorption complémentaires devant poteau peuvent être demandés contractuellement pour vérifier la performance d'éventuels dispositifs de traitement de poteaux.

# Merci de votre attention...



SYNDICAT  
DES ÉQUIPEMENTS  
DE LA ROUTE



sixense



Protections  
Acoustiques

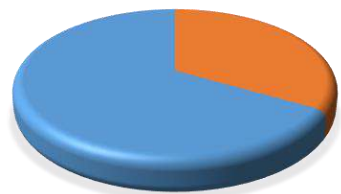
# PRÉVISION DE LA PERFORMANCE D'ÉCRANS COMPLEXES CARTOGRAPHIE ET ÉTUDES D'IMPACT

Julien MAILLARD et al.<sup>(1)</sup> – CSTB

*(1) M. Kamrath, Ph. Jean, D. Van Maercke*

**CSTB**  
*le futur en construction*

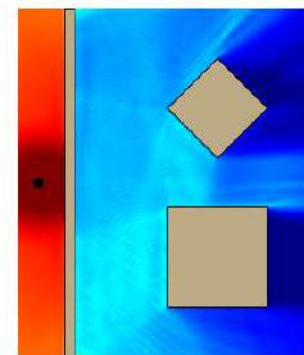




## Contexte



## Approche



## Résultats



# Contexte





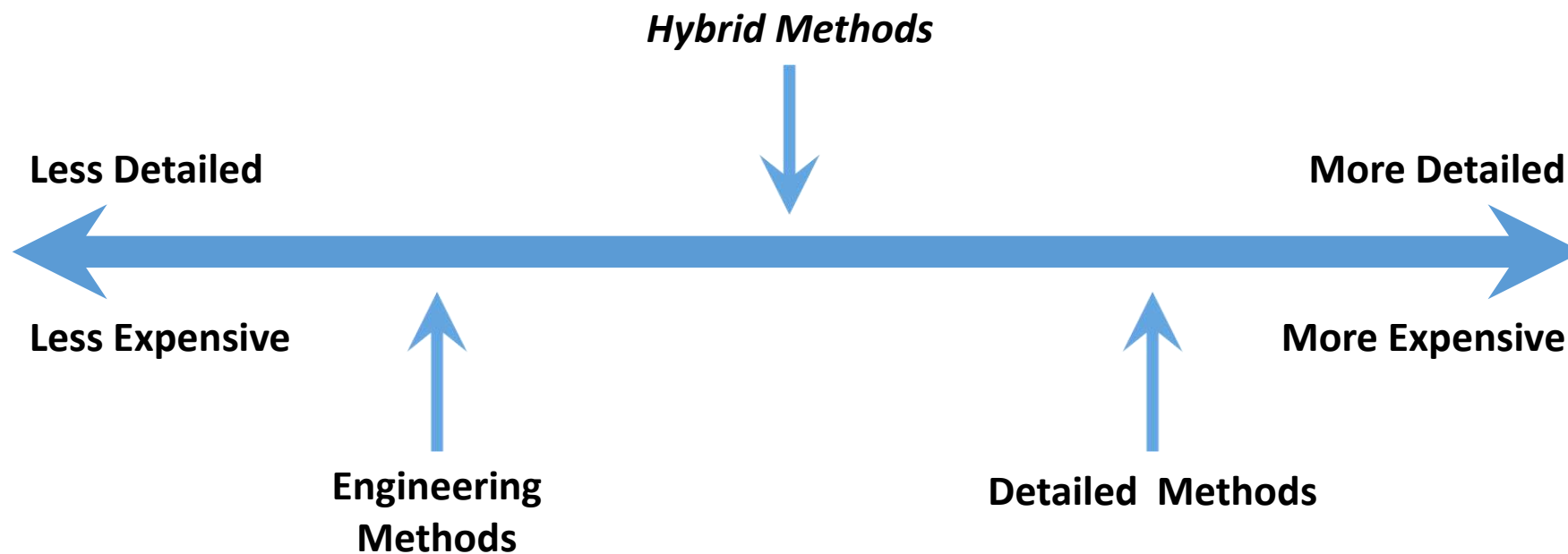
# Les protections « complexes »

- Par rapport à un écran droit équivalent
  - Protection acoustique plus performante
  - Calcul prévisionnel imprécis avec les méthodes standardisées



## Les méthodes prévisionnelles en acoustique sont

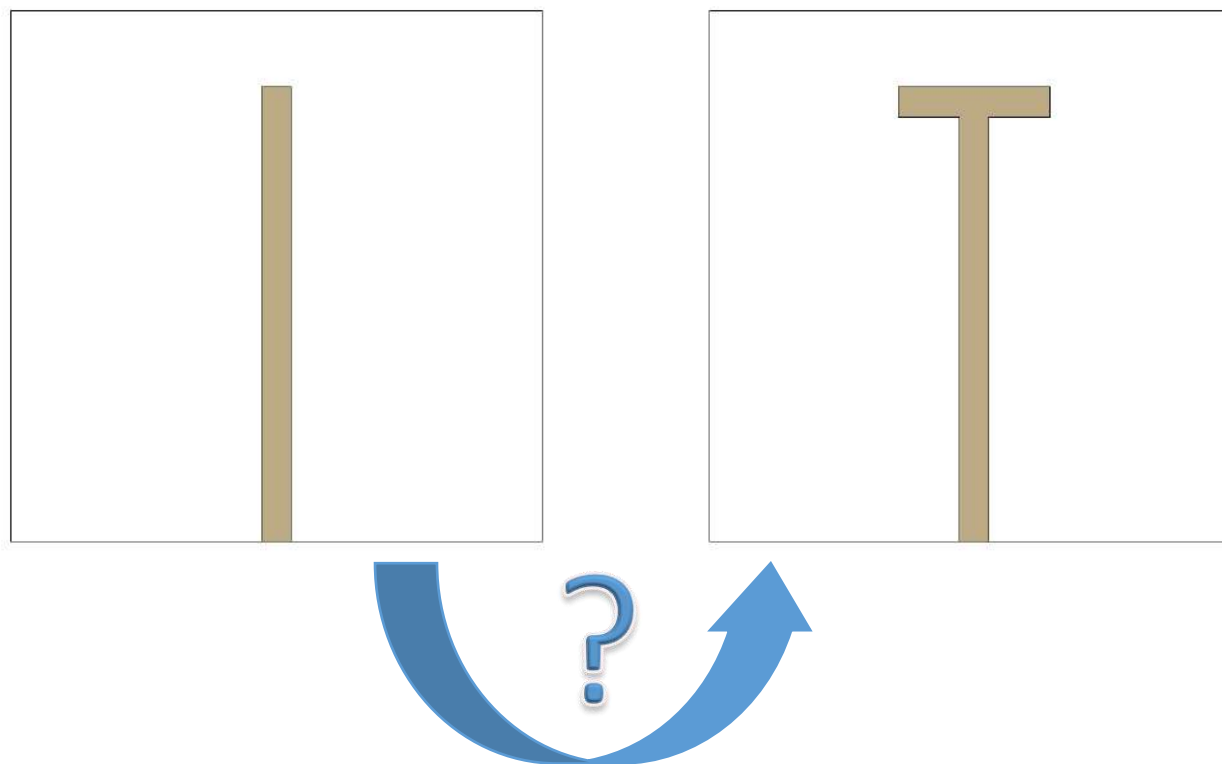
- soit couteuses
- soit inadaptées aux géométries complexes



# Les méthodes d'ingénierie constituent l'approche standard pour modéliser la propagation du bruit routier et ferroviaire



## Les méthodes d'ingénierie sont très efficaces mais ne peuvent modéliser que les géométries simples

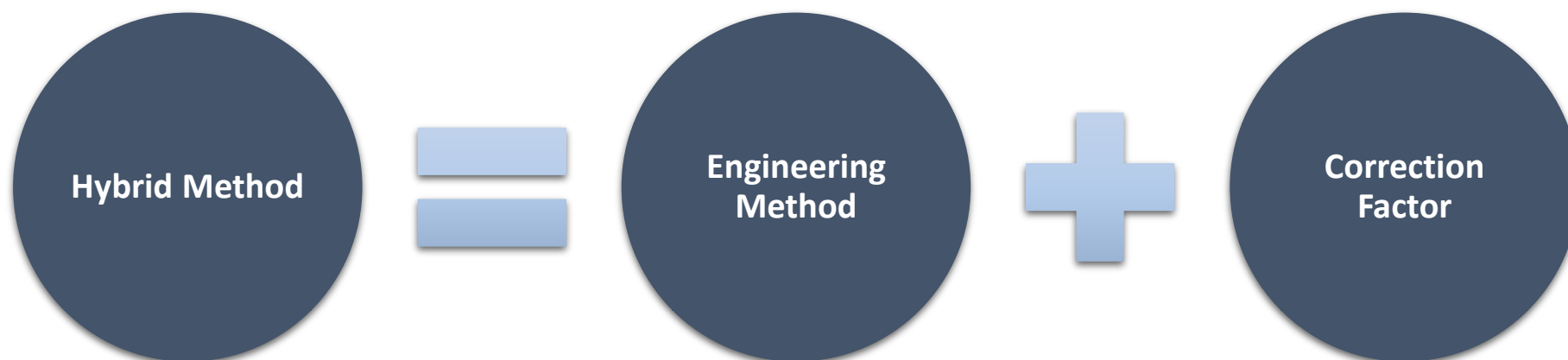


# Approche





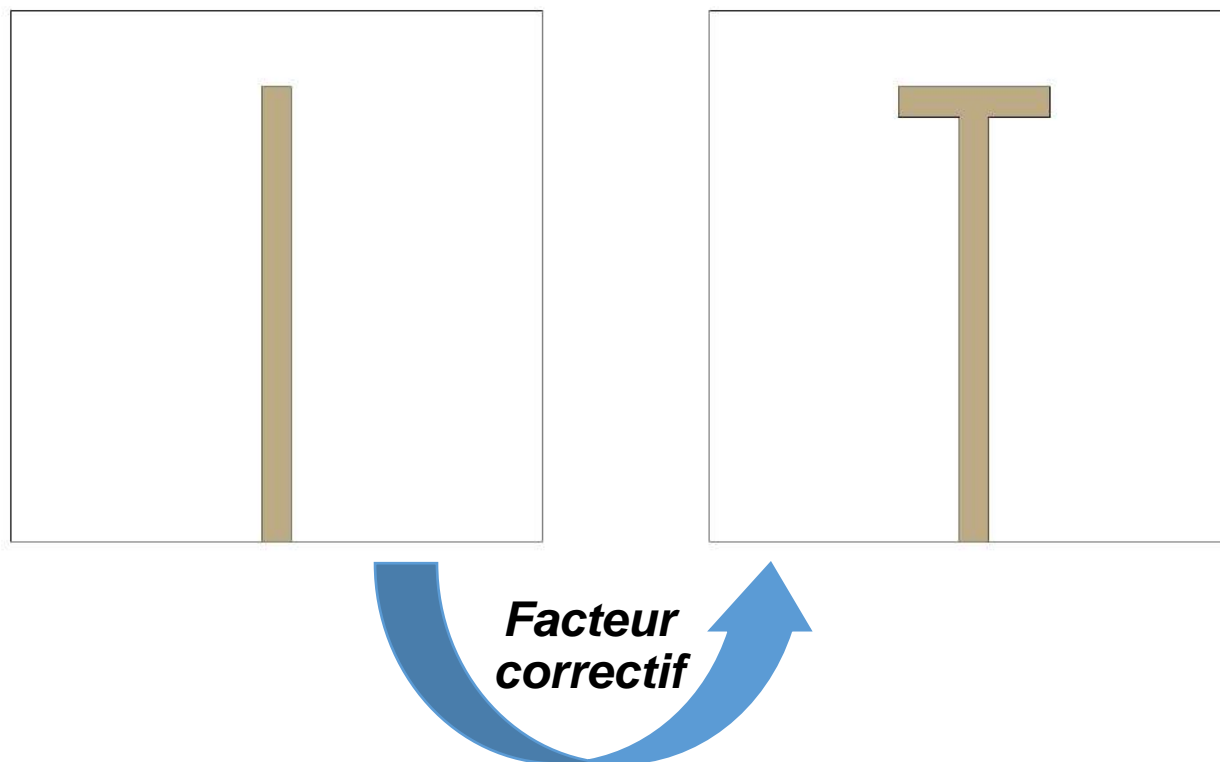
**La méthode hybride étend les méthodes d'ingénierie en ajoutant un terme correctif à chaque trajet impactant l'écran**



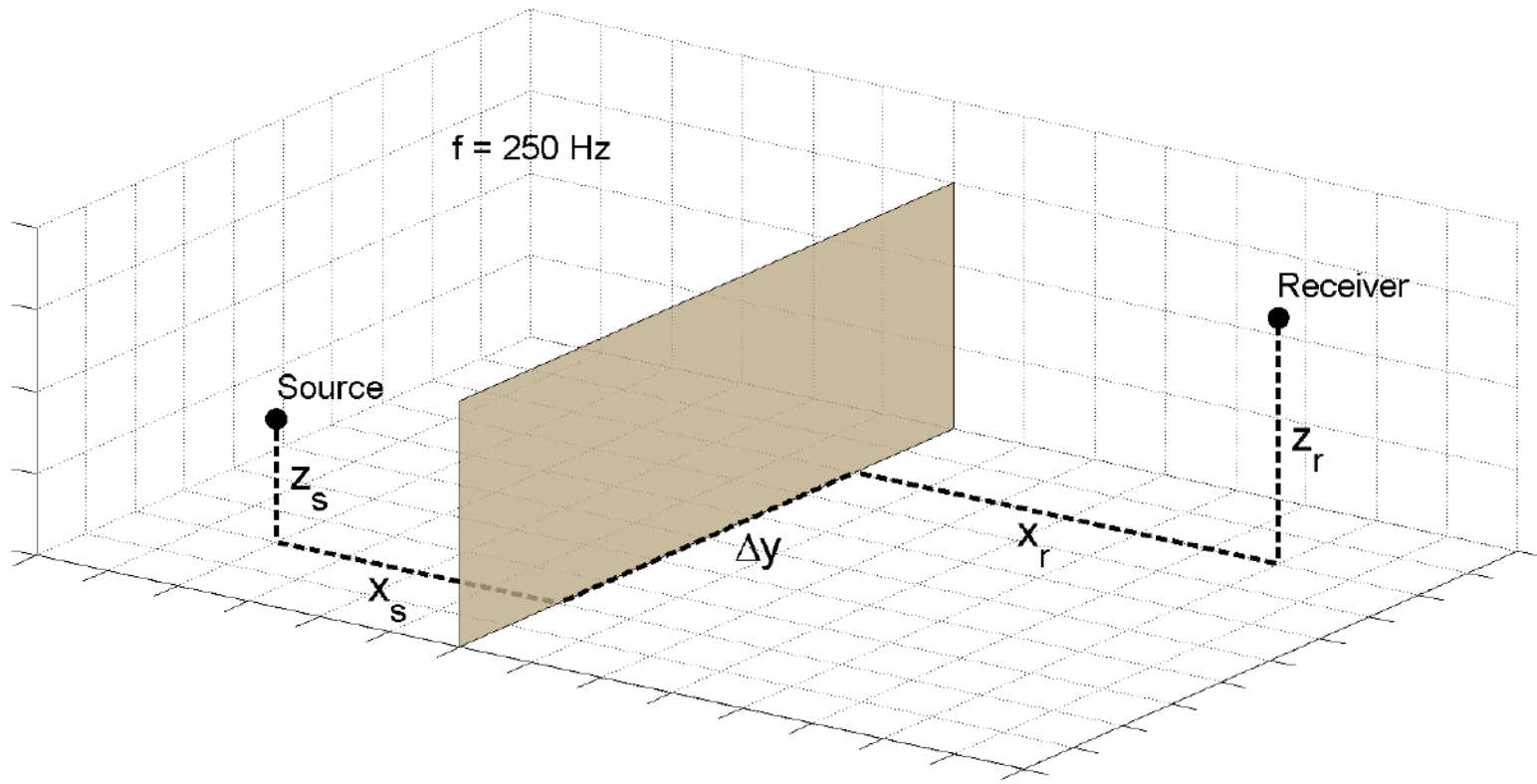
**Le terme correctif est la différence d'atténuation entre un écran complexe et un écran simple calculée par méthode BEM**



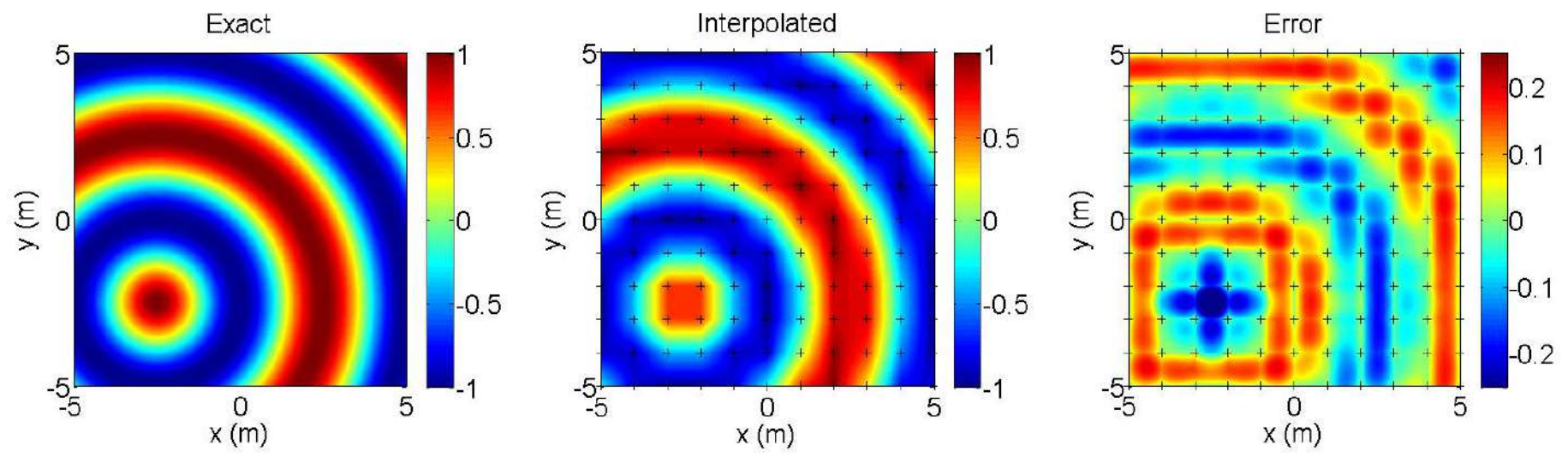
## La méthode hybride modélise les cas plus complexes à partir de ce terme correctif



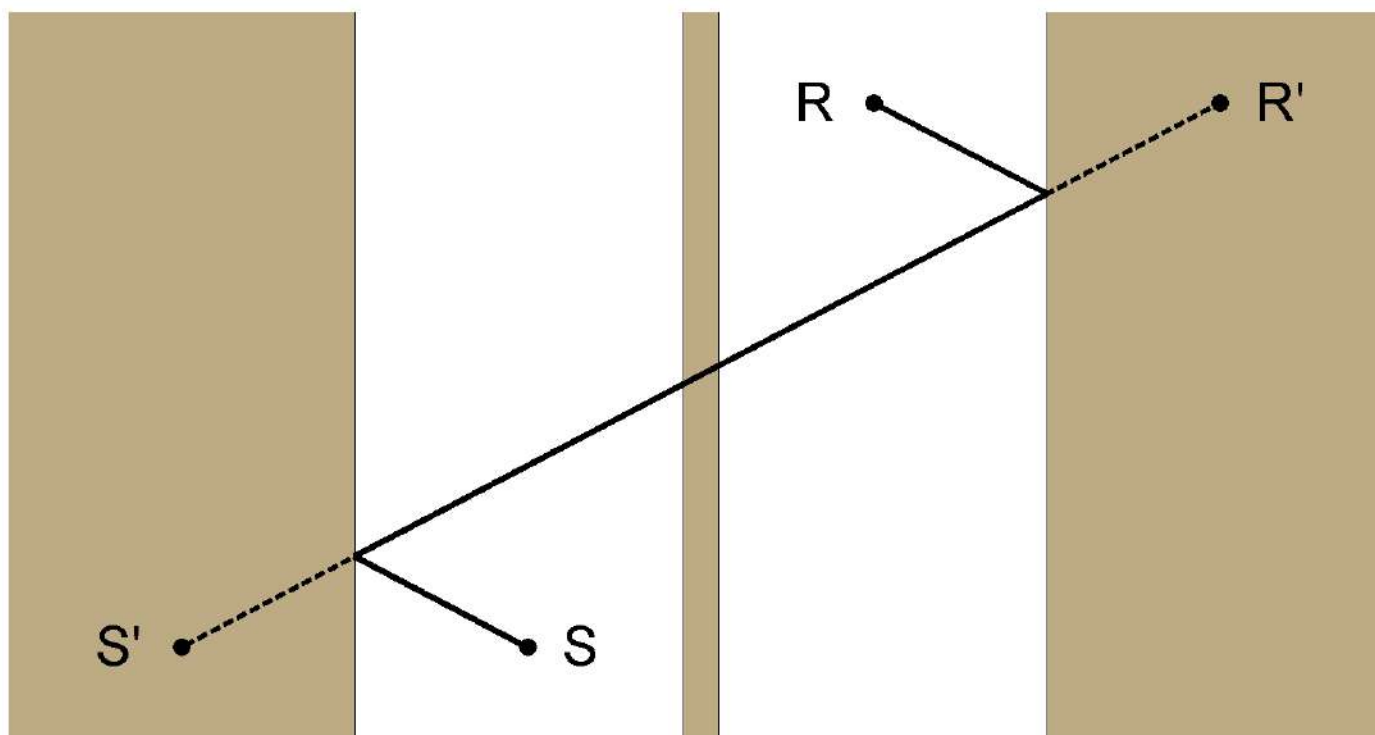
## La méthode BEM fournit une table 6D de facteurs correctifs



# Une interpolation linéaire 5D donne les valeurs pour toute position de source et récepteur

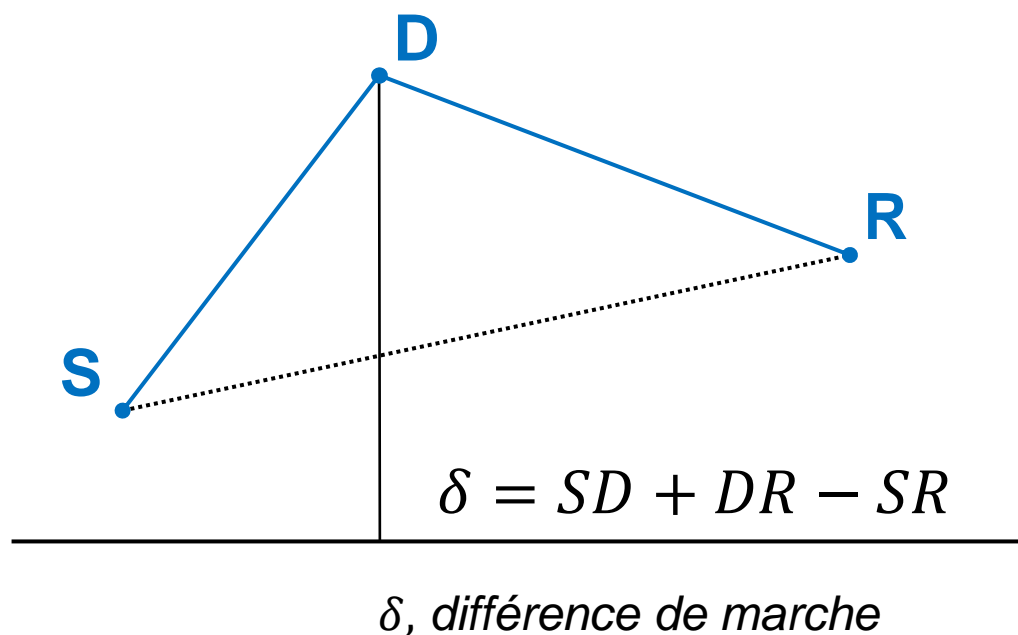


## Les réflexion et diffractions modifient les positions des sources et récepteurs effectifs





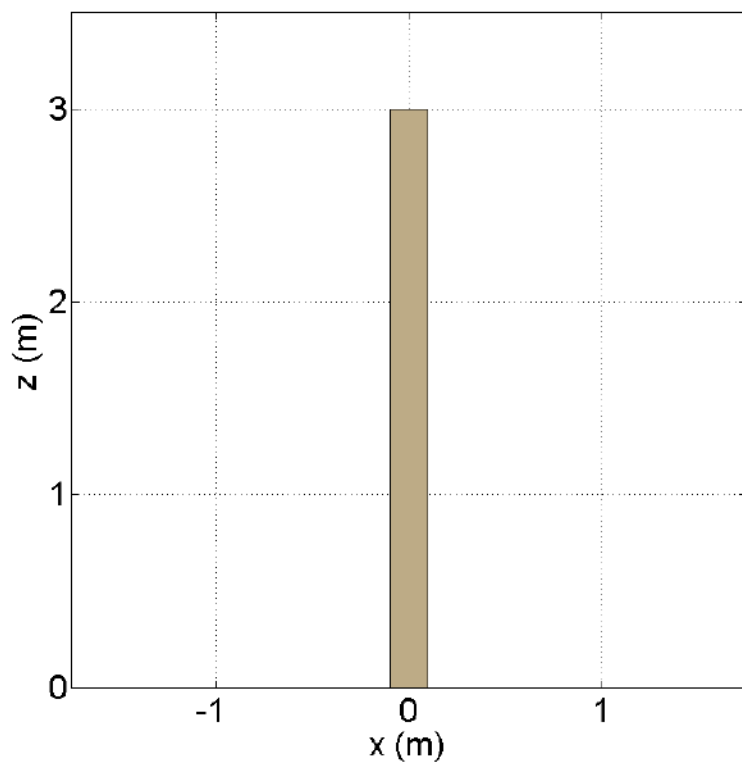
## Les diffractions multiples sont ordonnées en fonction de la *différence de marche*



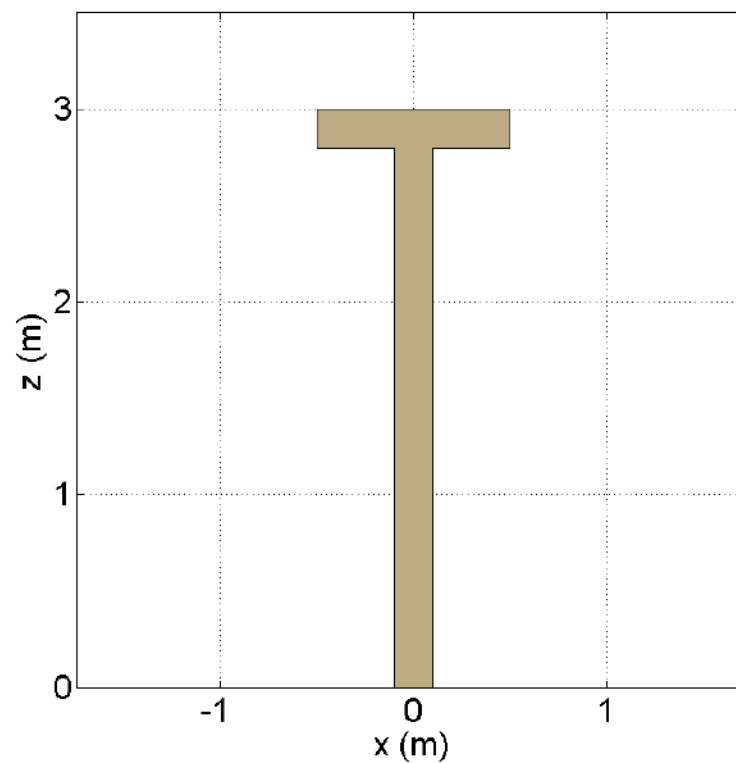
# Résultats



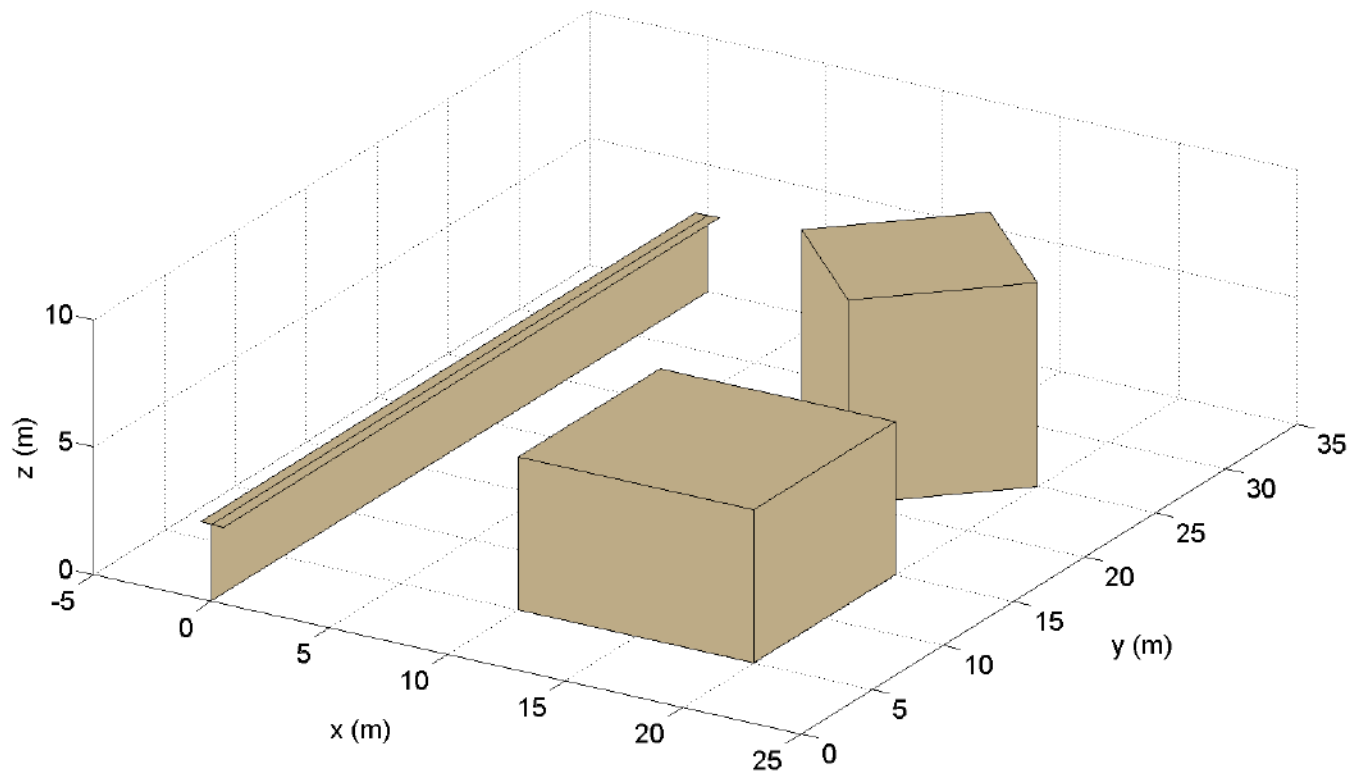
### Écran référence : écran droit



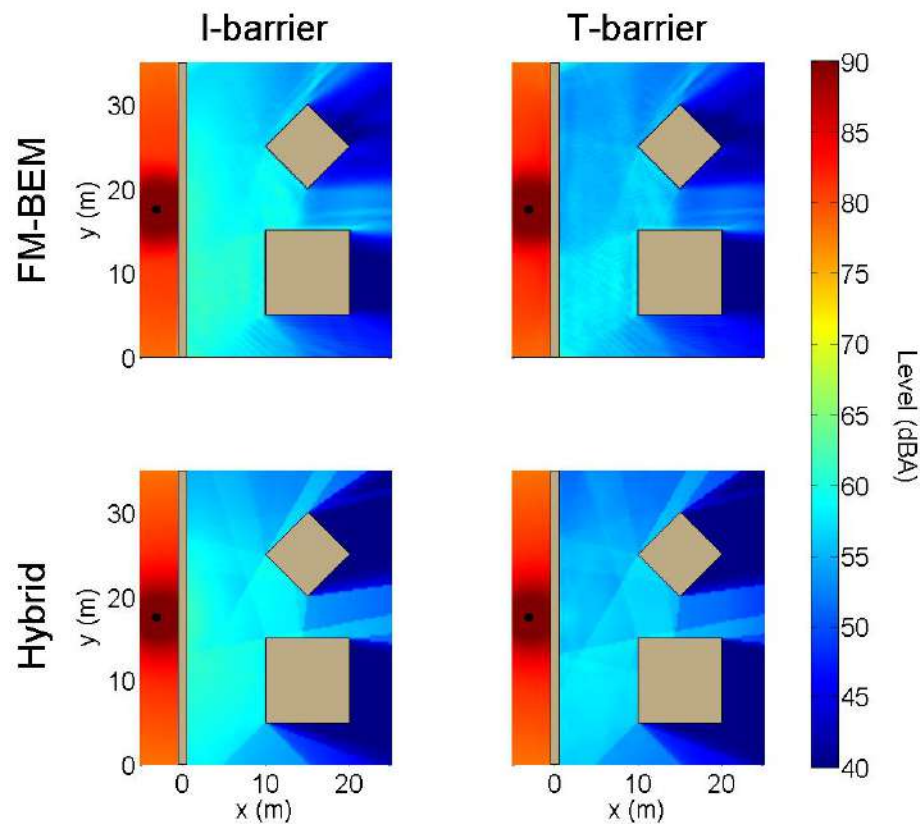
### Écran complexe : écran en T



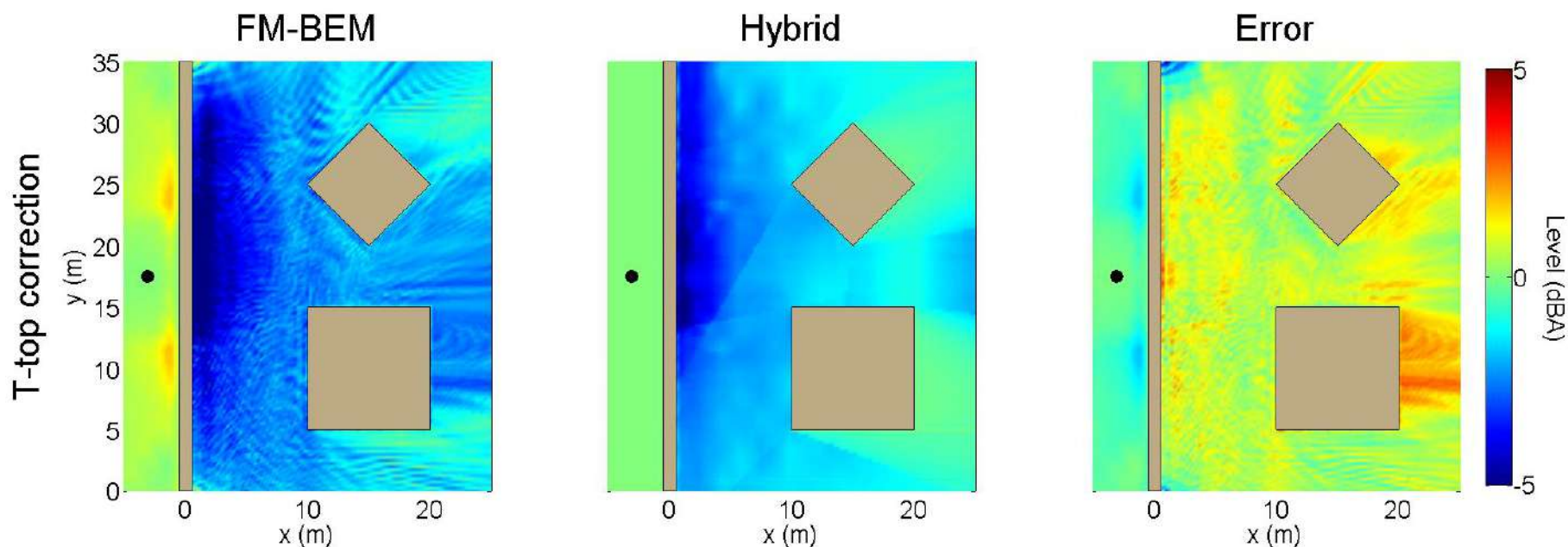
## Cas 1 : Ecran en T – avec bâtiments



## Cas 1 : la méthode hybride approxime correctement l'écran droit et l'écran en T avec bâtiments

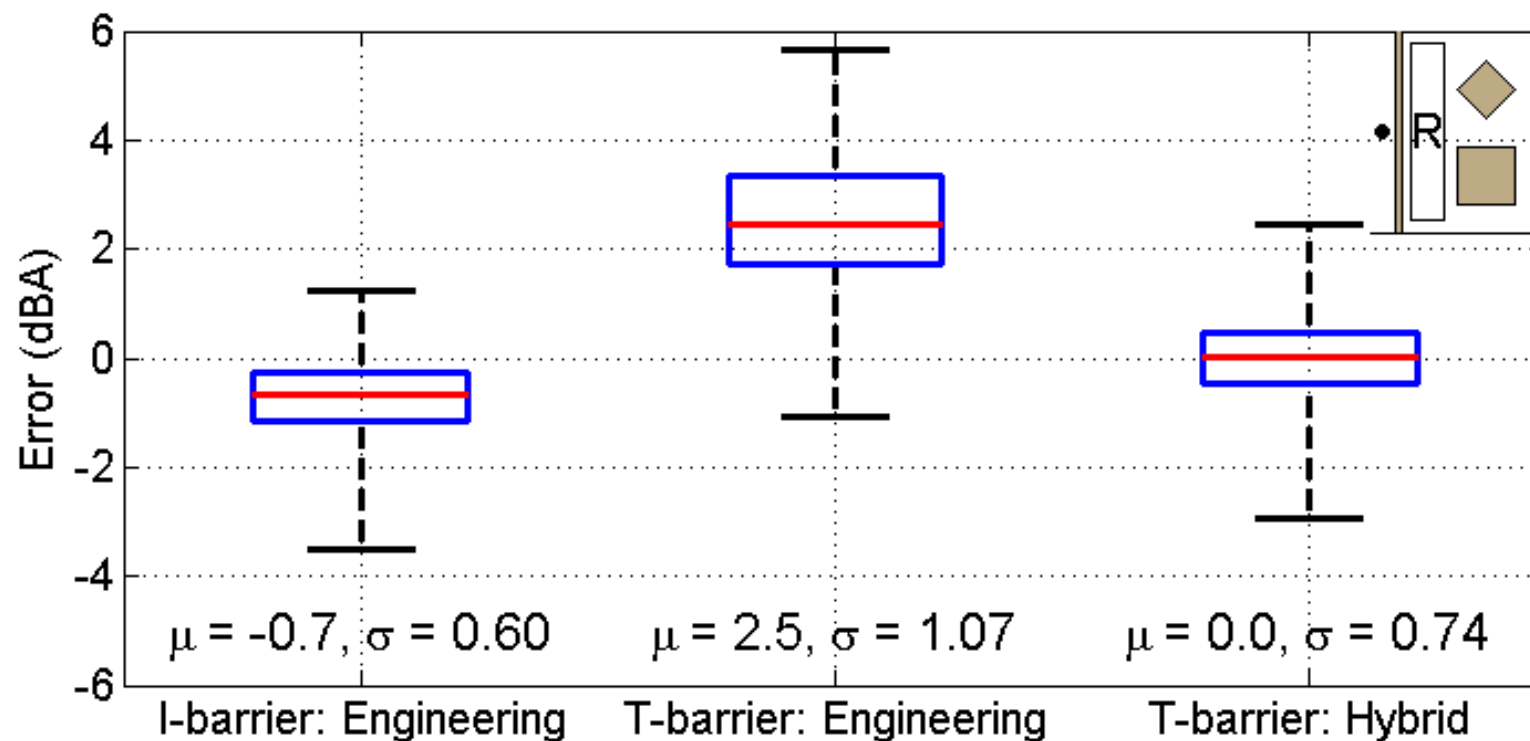


## Cas 1 : la méthode hybride approxime correctement l'écran droit et l'écran en T avec bâtiments





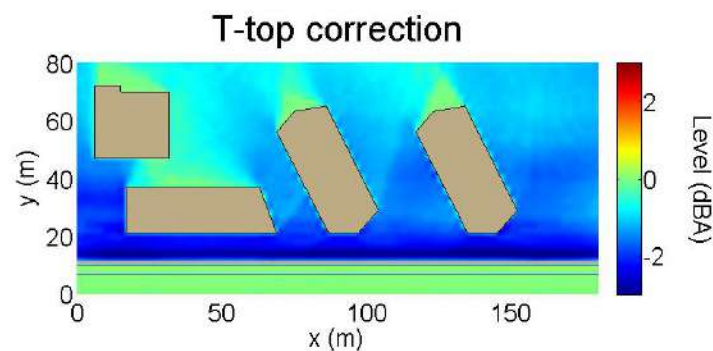
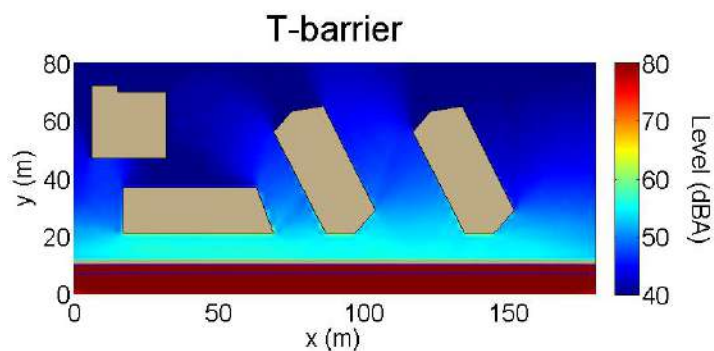
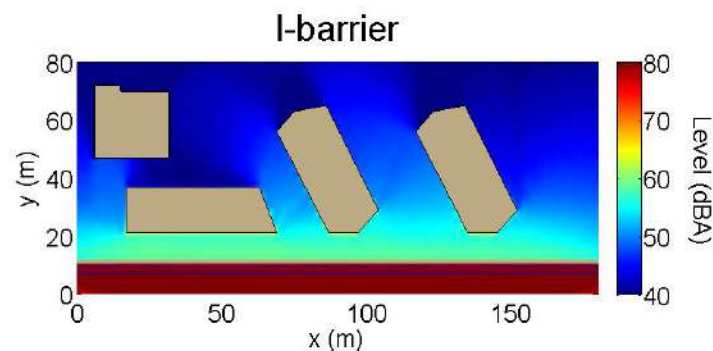
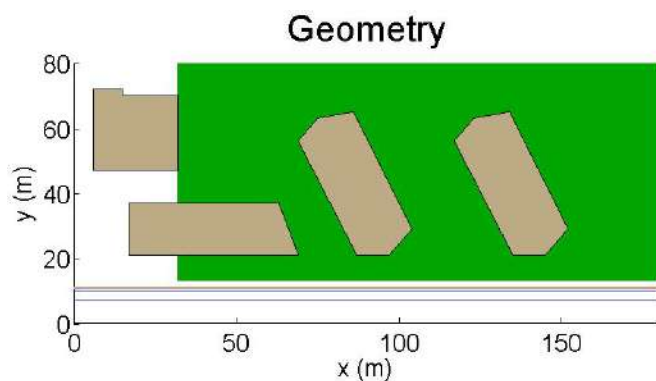
## Cas 1 : la méthode hybride réduit l'erreur de calcul de la méthode d'ingénierie pour l'écran en T avec bâtiments



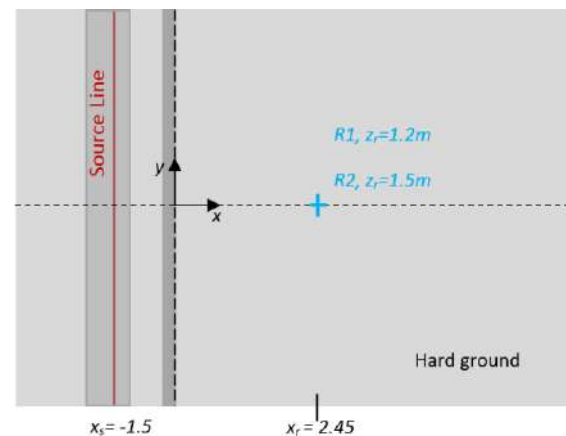
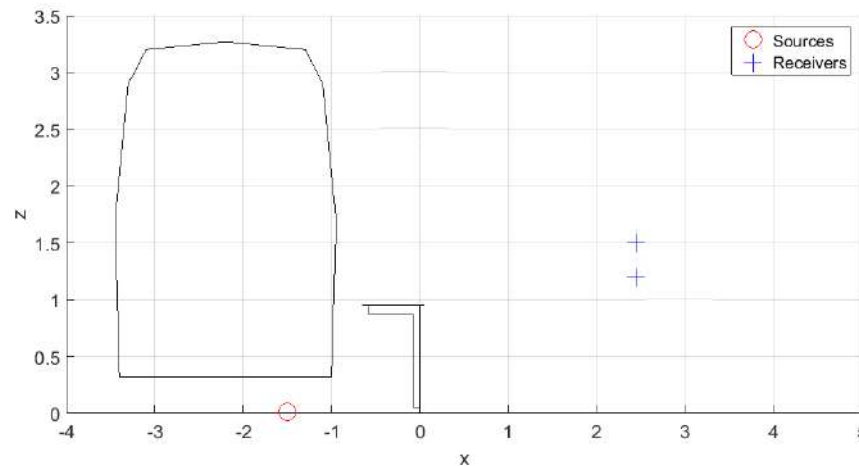
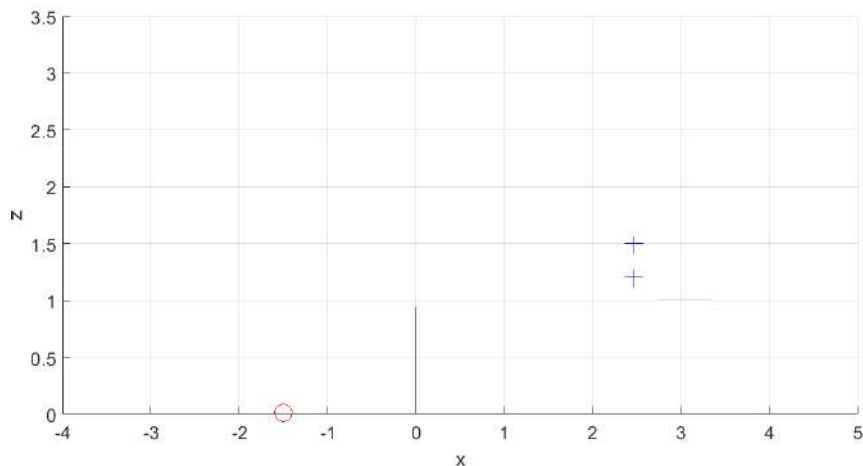
## Cas 2 : écran en T – situation réelle



## Cas 2 : l'écran en T produit beaucoup plus d'atténuation que l'écran droit

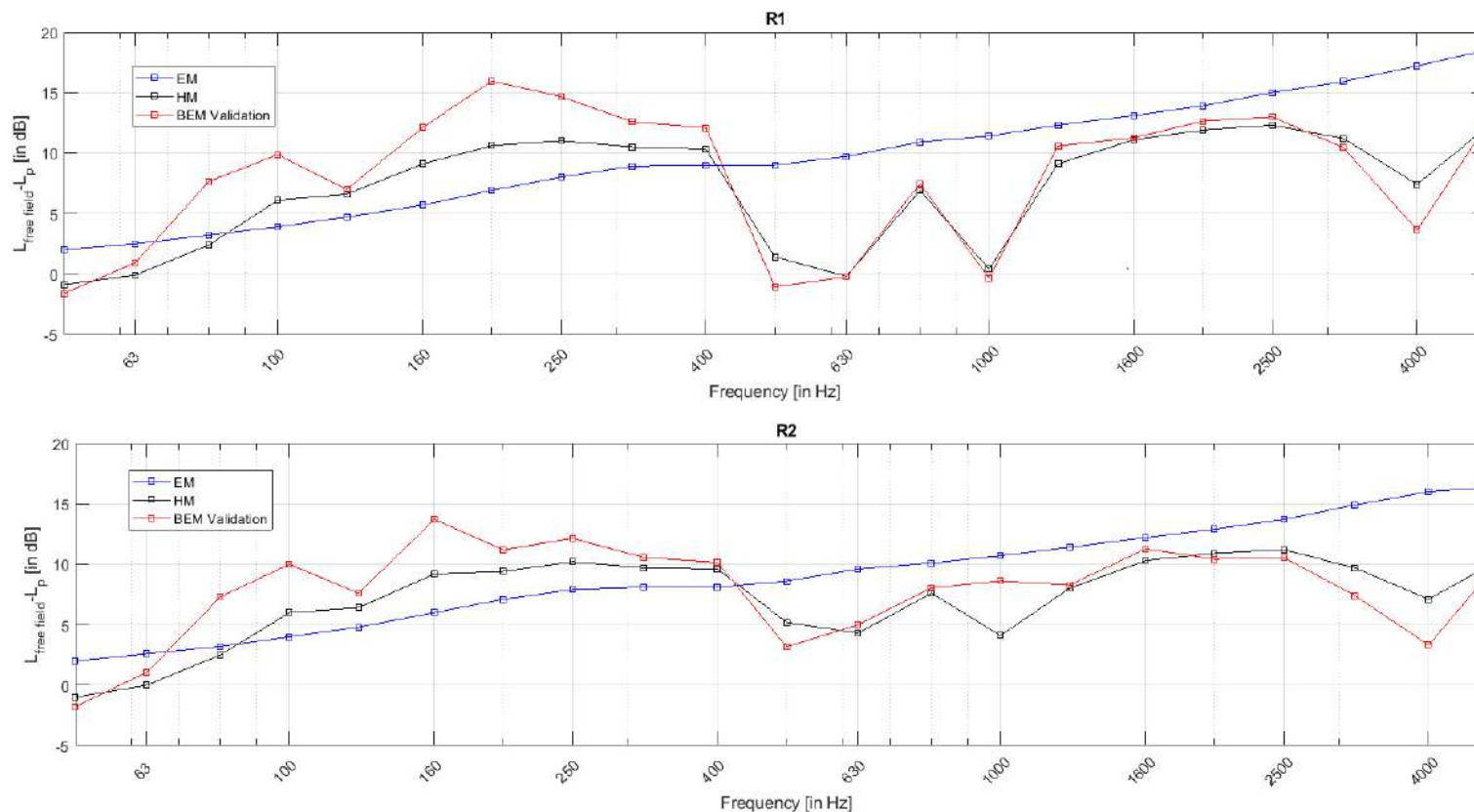


## Cas 3 : écran en L + interactions caisse écran





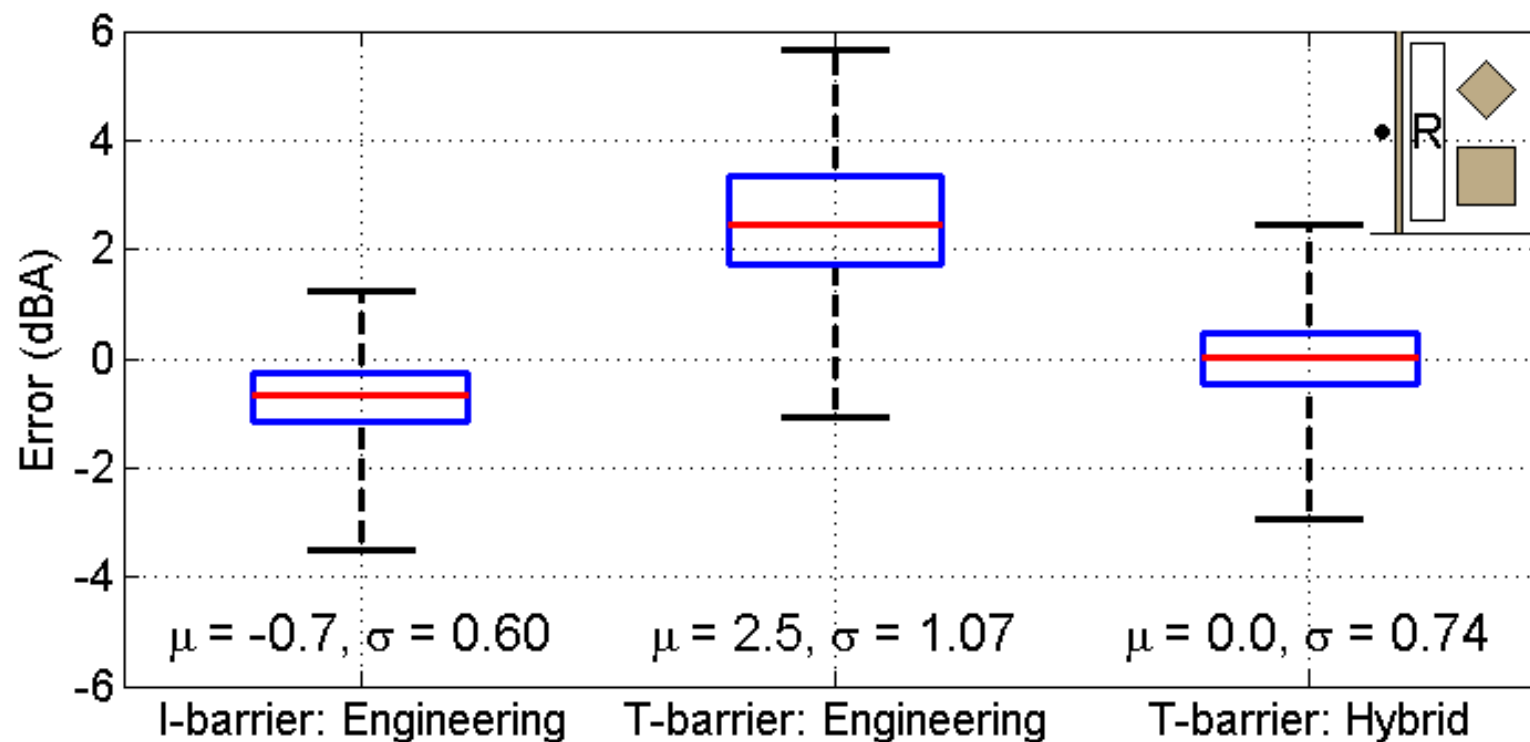
## Cas 3 : écran en L + interactions caisse écran



# Conclusions



## La méthode hybride améliore nettement la prévision des méthodes d'ingénierie pour les écrans complexes



**Merci de votre attention.**



# ACOUCITÉ

## OBSERVATOIRE ET PÔLE DE COMPÉTENCE EN ACOUSTIQUE DE L'ENVIRONNEMENT AU SERVICE DES COLLECTIVITÉS

Valérie JANILLON – Acoucité



- Association loi 1901, créée en 1996 à l'initiative du **Grand Lyon** et des **membres fondateurs**

**GRAND LYON**  
la métropole

 **Cerema**

 **IFSTTAR**  
devient l'université  
**Gustave Eiffel**

 **ENTPE**  
L'école de l'aménagement durable des territoires

**CSTB**  
le futur en construction

But :

Agir pour le développement des connaissances et du savoir professionnel en environnement sonore urbain

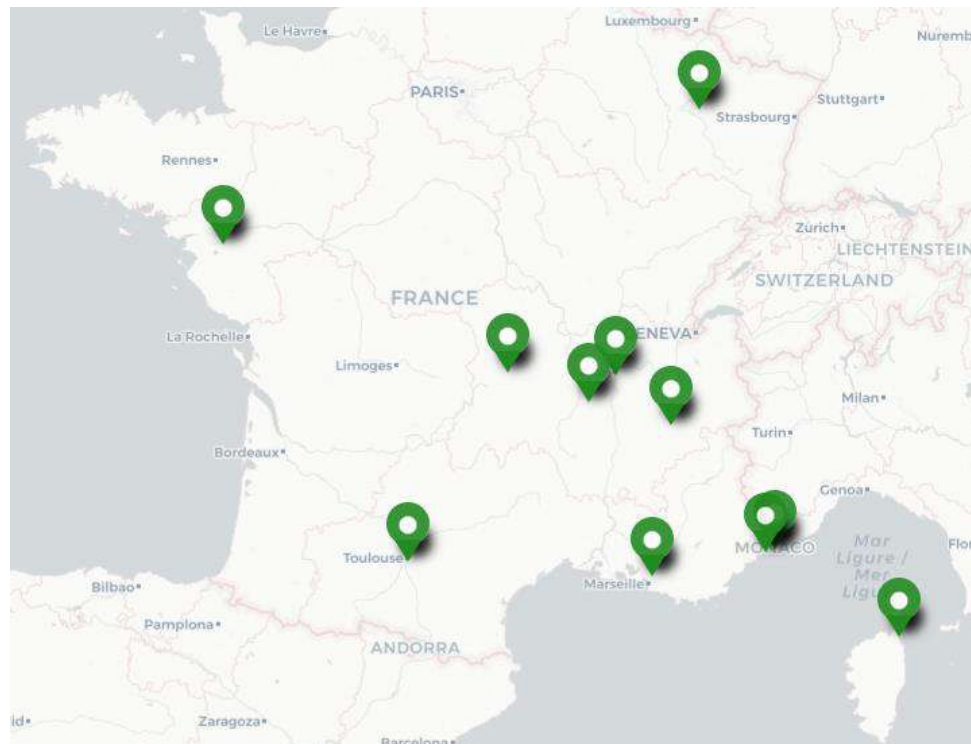


**Favoriser les échanges** entre les centres de recherche et les besoins opérationnels des villes, notamment en matière de gestion des bruits urbains liés aux transports terrestres



## Agglomérations partenaires

- Lyon
- Aix-Marseille-Provence
- Grenoble
- Nice
- Toulouse
- Monaco
- Saint-Étienne
- Bastia
- Clermont-Ferrand
- Nancy
- Nantes





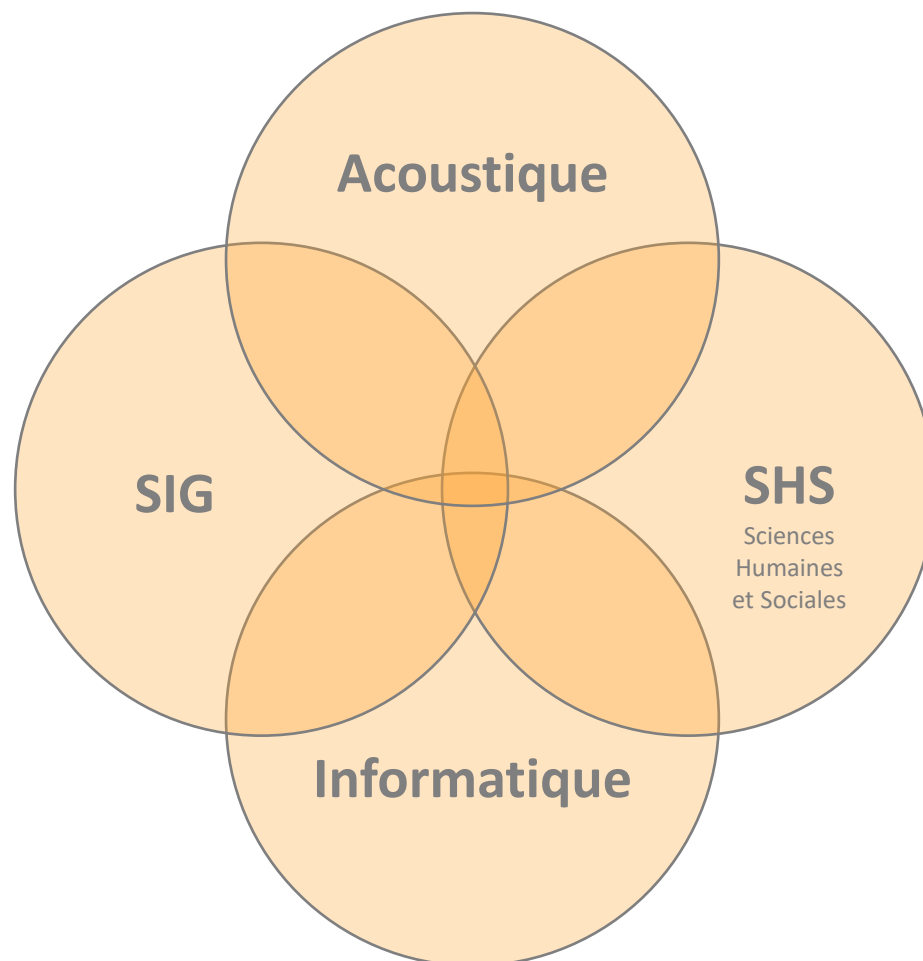
- Métropole de Lyon
- Aix-en-Provence Marseille Métropole
- Principauté de Monaco
- Grenoble Alpes Métropole
- Ville de Grenoble
- Saint-Etienne Métropole
- Métropole Nice Côte d'Azur
- Toulouse Métropole
- Clermont Auvergne Métropole
- Communauté d'Agglomération de Bastia
- MTE/DREAL (Observatoires et ORHANE)
- ARS AuRA (ORHANE)
- SYTRAL
- SEPAL
- Aéroport Lyon-Bron
- Michelin

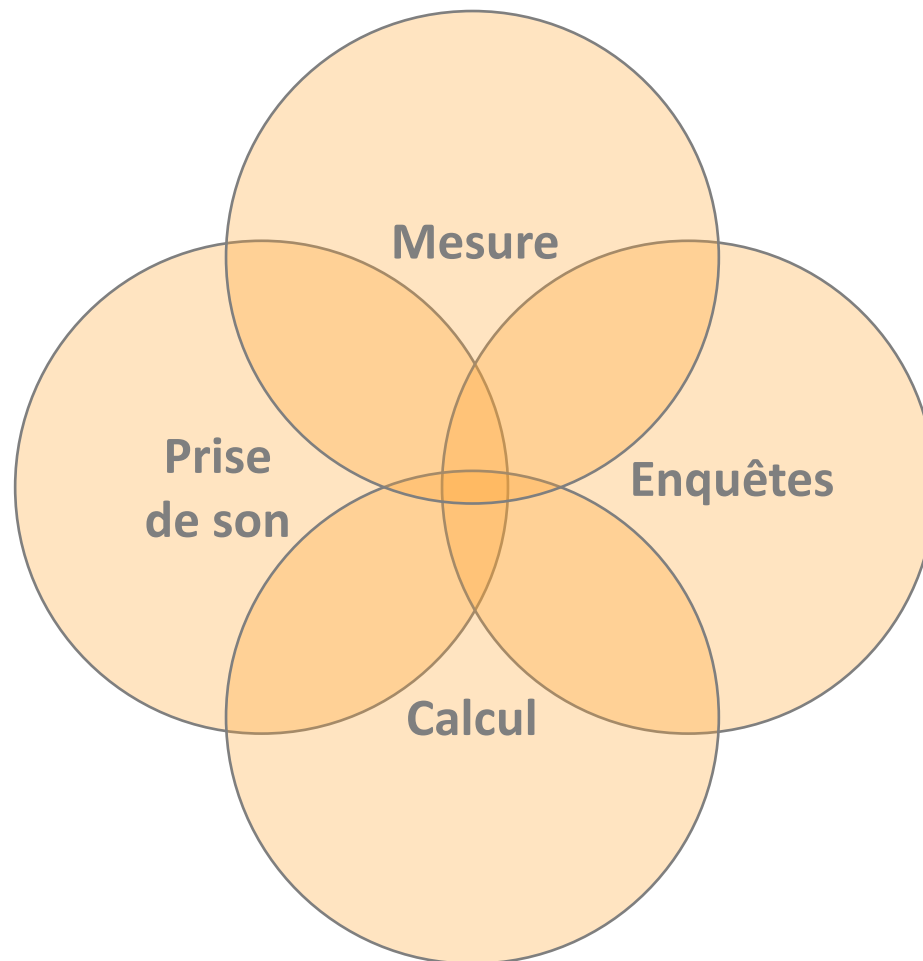


- CNB
- CidB
- ADEME
- AITF
- ANR
- ATMO AuRa
- ATMO Sud
- ACNUSA
- Partenaires santé : ANSES, ARS
- International : Québec, Abidjan, Eurocités

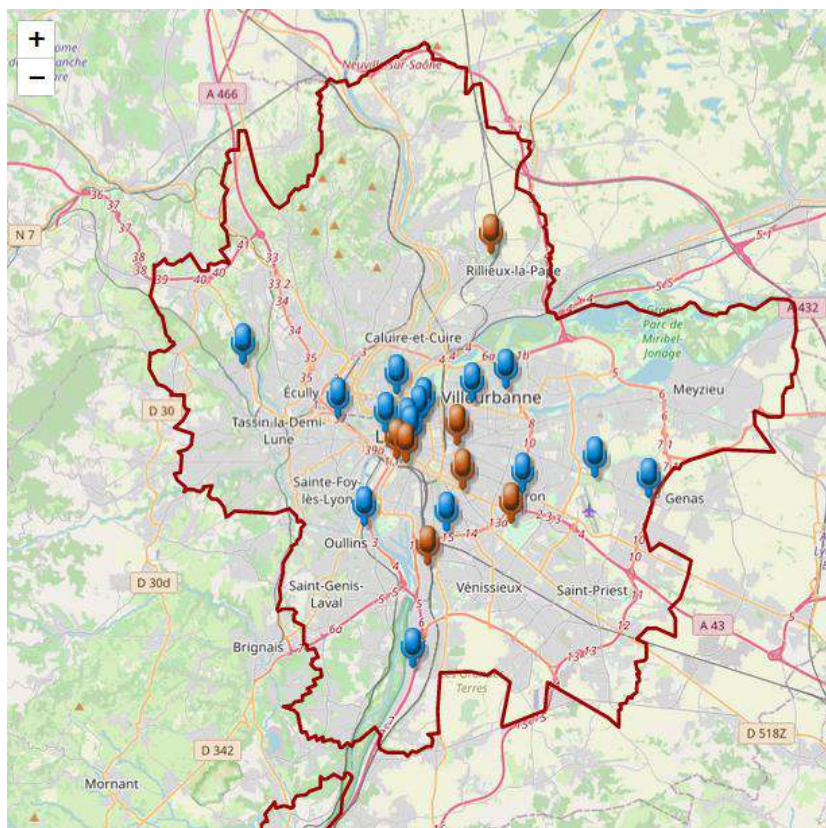


## Une équipe pluridisciplinaire (11 personnes)



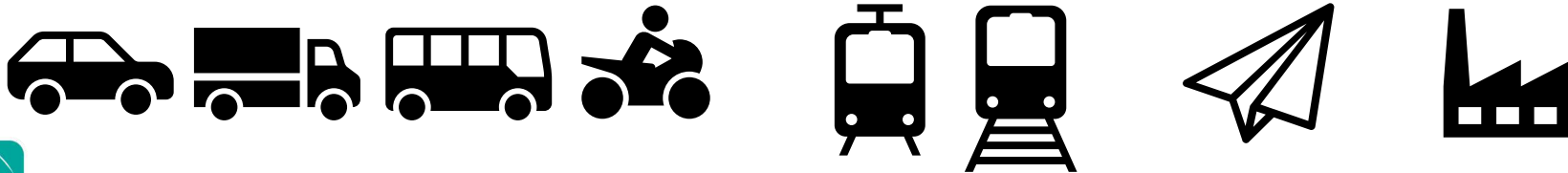
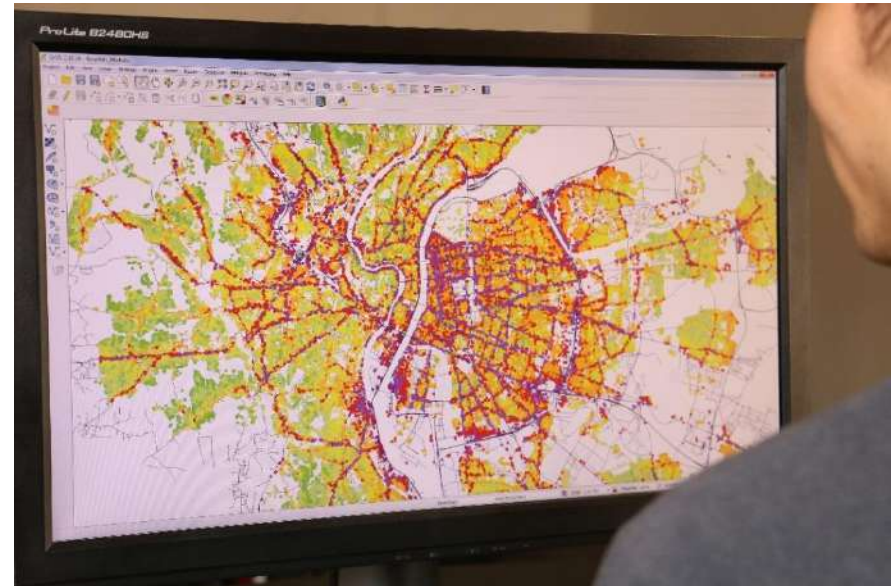
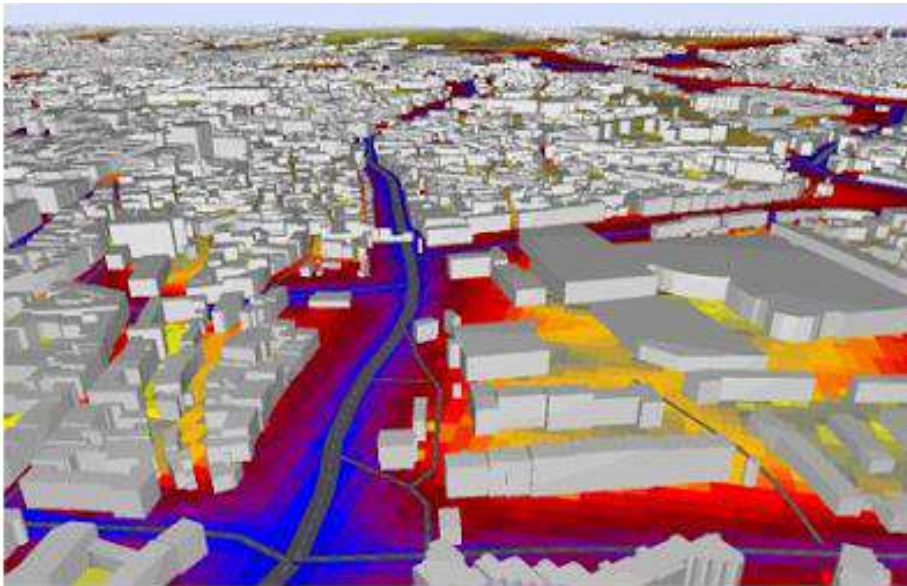


## Mesure (Réseau permanent et campagnes ponctuelles)



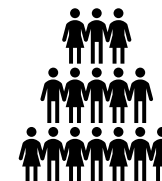
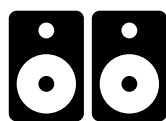


# Modélisation (Cartes de Bruit Stratégiques, recherche)





## Approche qualitative (prises de sons, enquêtes)



- **Accompagnement** aux collectivités territoriales
  - Exigences Directive 2002/49/CE (CBS, PPBE, impacts sanitaires)
  - Planification territoriale (SCoT, PLU, PDU)
  - Projets d'aménagement (ex : zone 30, Bd périphérique, M6/M7)
  - [Réseau permanent de mesure](#)
  - Partage des connaissances/méthodologies
  - Plaintes des riverains
- **Recherche et développement**
- **Groupes de travail** (CNB, PNSE/PRSE, Correspondants Bruit au MTE, GT Observatoires, Eurocités, OMS, SIA, AITF)
- **Diffusion de connaissances** (publications, congrès, scolaires, universitaires, grand public)



**Merci de votre attention**

■ [www.acoucité.org](http://www.acoucité.org)



# LES ÉCRANS BAS

## GENÈSE DU PROJET HOSANNA ET NICE

Bruno VINCENT – Acoucité



## QUAI FULCHIRON - 2011



Atténuation du bruit environnemental au moyen de matériaux naturels, artificiels et recyclés

- **Objectif** : trouver des solutions globales pour réduire les niveaux de bruit par des solutions naturelles et artificielles combinées et durables
- **Financement** : 3,9 M€ (sur 3 ans), dont 50% à 80 % subventionné par le 7<sup>ème</sup> Programme-Cadre de Recherche et Développement
- **Recherche du site**
  - cohérence par rapport aux exigences expérimentales
  - accord de la collectivité, visite avec des élus
  - sécurité du site pour les véhicules et piétons
- **Partenaires**
  - CSTB : conception de l'écran
  - Canevaflor : réalisation et installation de l'écran
  - Université de Stockholm : conception du questionnaire
  - acoucity : gestion de projet, participation à la conception du questionnaire, traduction, recherche du site, enquête de terrain, mesures et prises de son

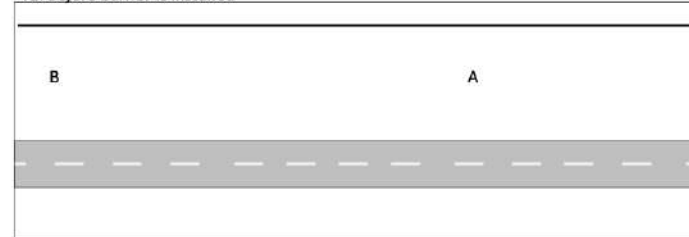




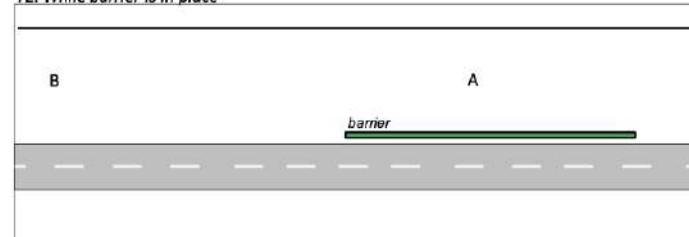
- 2 points de mesures simultanés (A avec écran et B point de référence)

		Point A	Point B	
Temps 1 21-25 Mars	Groupe 1 (n = 50)	Sans écran	Sans écran	→
				←
Temps 2 1-8 Avril	Groupe 3 (n = 70)	Ecran	Sans écran	→
				←
				Groupe 2 (n = 50)
				Groupe 4 (n = 70)

T1: Before barrier is installed



T2: While barrier is in place



- Intégration 100ms
  - Enregistrement audio continu
  - Comptage des véhicules (radar + boucle)
- 50x2 questionnaires avant la pose de l'écran
- 70x2 questionnaires après la pose de l'écran
- Réponse des répondants en A puis B (ou vice-versa)





Quai Fulchiron - 7 avril 2011

	Tables questionnaires
	Caméra
	Radar
	Sonomètre bi-voie
	Micro
	écran végétal
	Arbre
	Arrêt de bus
	Enregistreur numérique
	HATS



Reprise de la problématique au sein d'un groupe de travail de la CNEA-U, portage CEREMA

● Test bruit perçu (N=30)		
	avec écran	sans écran
moyenne	3,7	7,7

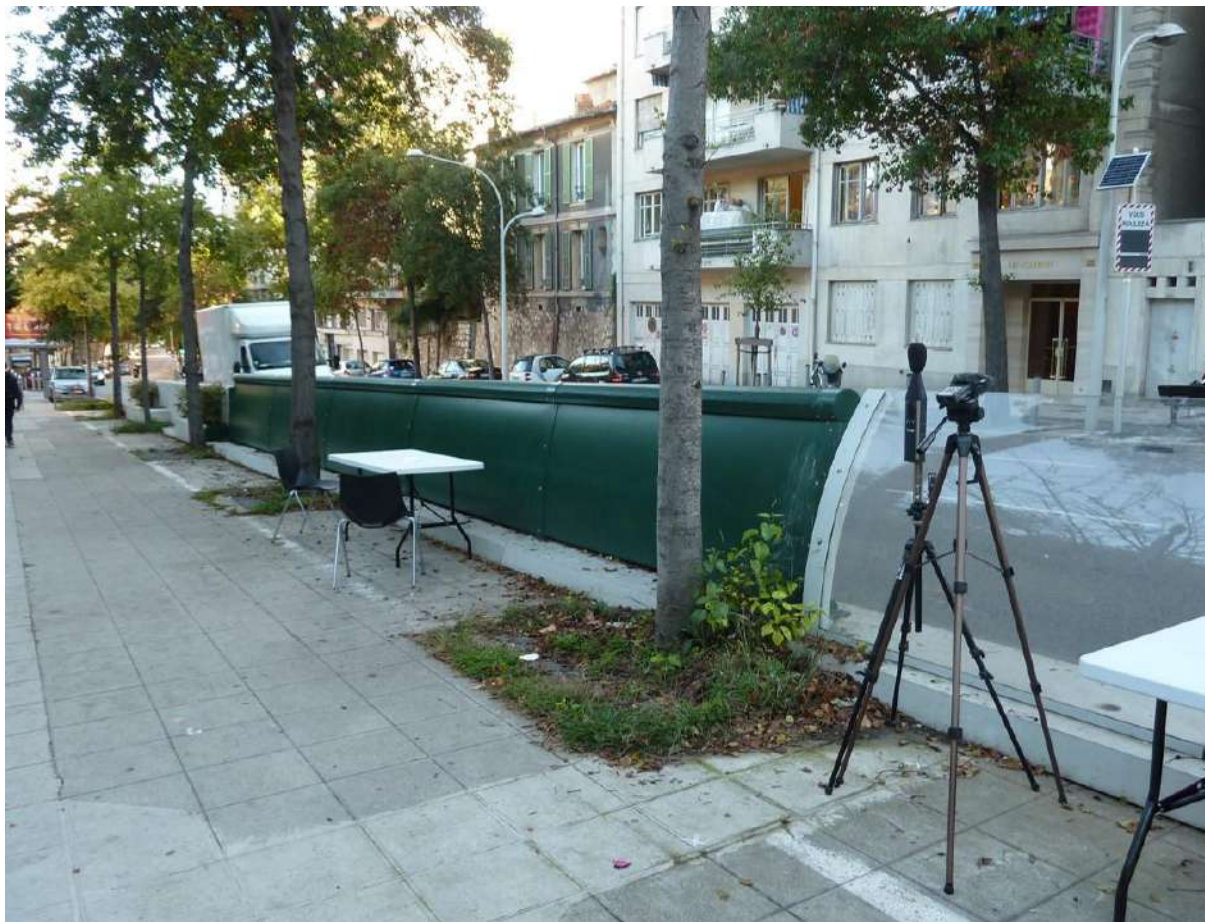
0 : pas de bruit  
10 très bruyant

Gain acoustique de l'ordre de 5 dB(A)





## Résultats de l'expérimentation boulevard de Cessole



Convention avec un consortium représenté par le CSTB

- Enquêtes conduites « in situ » boulevard de Cessole à Nice en face-à-face ou en auto-administré sur deux jours les 12 et 13 octobre 2020 de 9h30 à 18 heures.  
*NB :* 🙄
- Deux questionnaires sous forme papier ou électronique (lien accessible temporairement, durant la durée de l'enquête, en scannant un QRcode).
- Au total, 37 personnes interrogées pour l'enquête principale.
- Chaque répondant répondait aux mêmes questions en deux temps :
  - Temps A : assis derrière l'écran à environ 1,5 mètres du bord de la voie.
  - Temps B : assis hors de la zone de protection de l'écran, à même distance de la voie.
- Les répondants commençaient de façon aléatoire en zone protégée ou non protégée par l'écran.







### Test de bruyance en limite d'écran :

	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum	Nombre	Médiane
Avec écran	<b>4,59</b>	1,64	2	9	32	4
Sans écran	<b>8,09</b>	1,3	5	10	32	8





- **L'échantillon exprime, à une forte majorité, une réelle sensibilité au bruit,**
- **très légère tendance à exprimer plus fréquemment une vision de l'environnement sonore plus positive en situation « avec écran ».**
- **La majorité des répondants juge positivement ces écrans, tant sur le plan de l'intégration paysagère, de la sécurité, du stress mais aussi sa capacité à améliorer l'ambiance sonore, notamment pour les basses fréquences.**
- **En limite de l'écran, les répondants sont nombreux à nous avoir dit « je ne m'étais pas rendu compte à quel point il y avait une différence ».**

Les écrans testés sont donc dans leur ensemble bien perçus et tout à fait susceptibles d'améliorer le confort acoustique et la qualité d'usage du site.



## Caractéristique du boulevard de Cessole :

- 2 voies sens Nord-Sud (dont une bus)
- 1 voie sens Sud-Nord (le long de laquelle les écrans sont installés)
- Trafic moyen journalier : 14 000 veh/jour
- Vitesse : 50 km/h

Présence d'un jardin avec une aire de jeux pour enfant (côté écrans)

**Les trois prototypes sont absorbants côté route.**





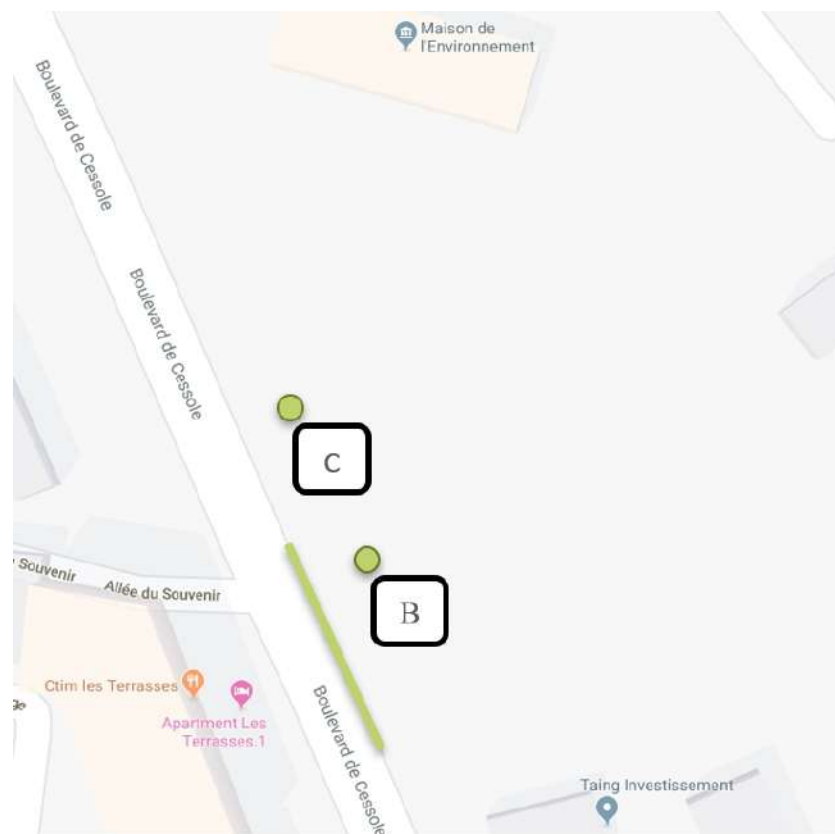
## Mesures réalisées boulevard de Cessole, à Nice, en deux temps :

- Le jeudi 5 septembre 2019, avant l'installation des écrans ;
- Le mardi 13 octobre 2020, une fois les écrans installés.



## Après la mise en place des écrans :

- Mesures derrière écrans et en simultané, à la même distance de la chaussée mais sans écran (B et C).
- Le jeudi 10 septembre 2020, la métropole NCA a réalisé des mesures, sur le trottoir opposé, côté riverains (avec et sans écran en simultané)



**B** : avec écran  
**C** : sans écran

● Points de mesure caractérisant les niveaux d'exposition des enquêtés

Figure 2 : emplacement des mesures réalisées, en simultané, après mise en place des écrans, avec et sans écran



**Des gains acoustiques supérieurs à 5dB(A) pour des distances derrière l'écran inférieures à 4m.**

Ces gains, obtenus à partir de la comparaison des mesures réalisées avant et après l'installation des écrans, varient de **6,7 dB(A) à 1 m** derrière l'écran à **3,6 dB(A) dans le parc, à 9 m** derrière l'écran.

Les résultats des mesures réalisées à 4 m derrière l'ouvrage sont comparables à ceux des mesures réalisées, à la même distance, pour le mur bas végétalisé expérimenté à Lyon en 2012 dans le cadre du projet Européen HOSANNA.

Les gains mesurés dans le cadre de l'expérimentation Nice EBAU sont mêmes légèrement plus élevés (hauteur supérieure).



**Merci de votre attention**

■ [www.acoucité.org](http://www.acoucité.org)





# ECRAN DE FAIBLE HAUTEUR

Gilles GIORA - SER / IDETEC ENVIRONNEMENT



# Analyse du besoin

- Protéger les zones calmes urbaines
- Lutter contre les bruits émergents - voirie et tramway
- Intégrable dans le tissu urbain : faible hauteur/absorbant
- Pas ou peu d'intervention dans le sol
- Rapide à mettre en œuvre (ou à enlever)



## Identification des points clés

- Pas de protocole d'évaluation de l'émergence
- Perturbation du trafic - Rapidité de mise en œuvre
- Qualification des produits : Absence d'un protocole d'évaluation – Pas d'indicateur de performance
- Esthétique



# L'expérimentation

- 2015 – Décision de mener une expérimentation
- Partenaires CNEA
  - Acteurs publics - CEREMA / ADEME
  - Laboratoires/BE - CSTB, CERIB, ACOUPHEN
  - Associations - Industriels : APREA (SER), ACOUCITE



# L'expérimentation

## ■ En deux temps :

### ■ 2019 : usine PBM à Heyrieux

- Objectif : tester avec plusieurs laboratoires la robustesse de la méthode de mesure

### ■ 2020 : sur site à Nice – Bld de Cessole

#### ■ Objectifs

- Vérifier les conditions d'application de la méthode in situ,
- Evaluer l'acceptation des produits par les riverains et les usagers

- Choix du site compliqué – Cahier des charges sophistiqué



# La réponse métrologique

- Protocole de mesure CSTB - Mesurage de la performance acoustique d'écrans bas 24/01/2020
  - Principe : un bruit spécifique est émis d'un côté de l'écran et mesuré de l'autre côté. La mesure est ensuite renouvelée dans les mêmes conditions géométriques mais sans écran. L'atténuation apportée par l'écran correspond au rapport des énergies acoustiques mesurées avec et sans écran.
  - Pour des raisons pratiques, le principe acoustique de réciprocité est appliqué. La source sonore est donc placée à l'arrière de l'écran, à une hauteur moyenne d'oreille humaine et les microphones sont placés à l'avant de l'écran près de la chaussée.





# La réponse produit

## URBA)))SOFT

- Matériau absorbant
- Hauteur 1,15 m
- Trois natures de matériau
  - Lourd / Béton : zones à protection complémentaire
  - Léger / Métal :
  - Transparent / PMMA



## Usine PBM

### La campagne d'essais

- Présence d'un réflecteur pour simuler les véhicules
- Plusieurs labo de mesure
- Résultats encourageants

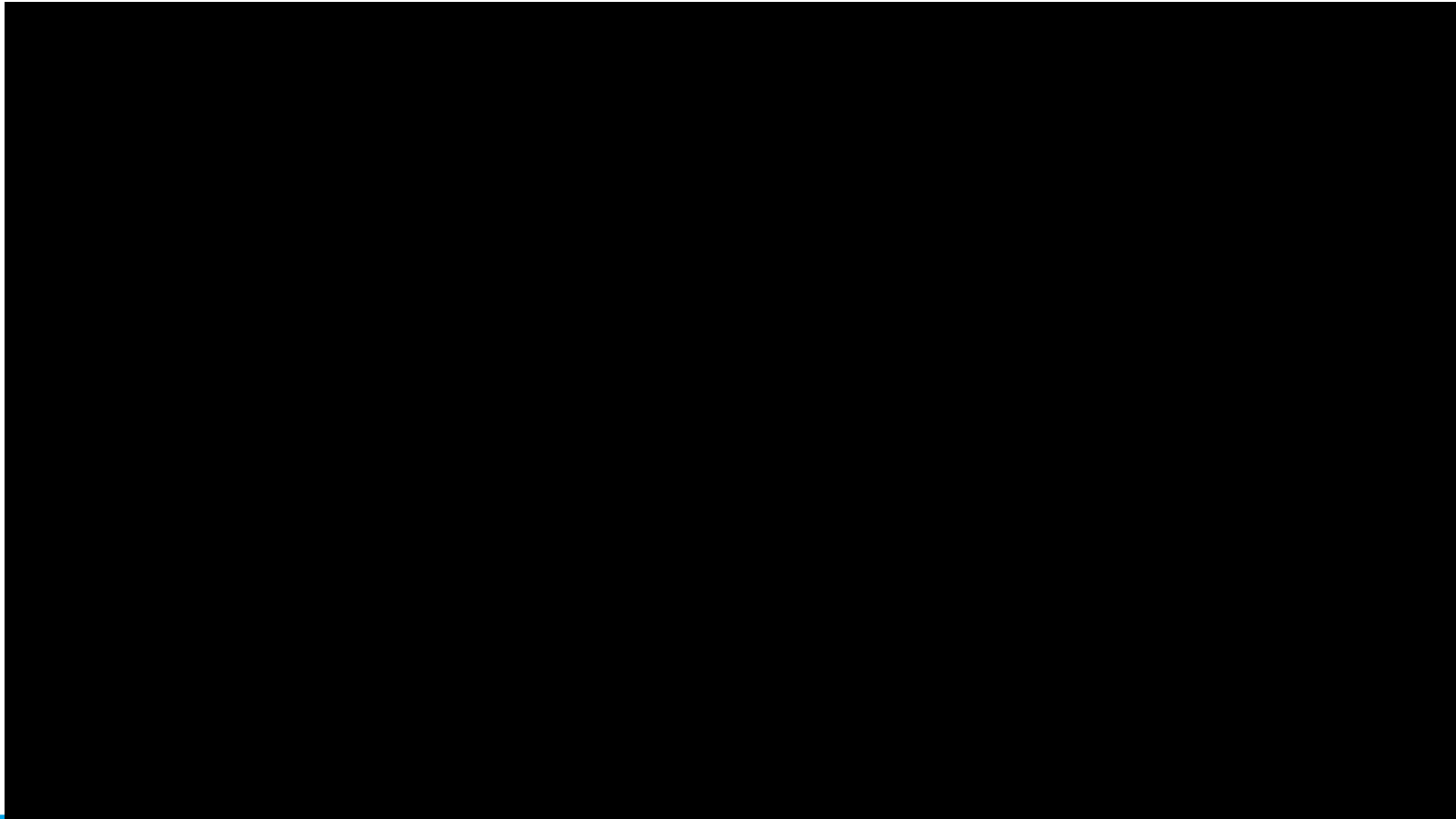
		Méthode a (sans réflecteur)								Méthode b (avec réflecteur)							
		Mice		PBM		Idetec avec abs.		Idetec sans abs.		Mice		PBM		Idetec avec abs.		Idetec sans abs.	
IL [dB(A)]	Distance	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
	IL <sub>c</sub> (proche)	17.5	0.6	17.0	6.2	14.5	1.3	17.7	2.1	14.7	1.5	16.0	2.0	13.0	1.4	13.0	-
	IL <sub>f</sub> (lointain)	10.3	1.0	9.8	1.7	7.3	1.0	8.3	2.5	10.7	0.6	9.7	1.2	7.0	1.4	10.0	-
	IL <sub>avg</sub> (moyen)	14.3	1.0	13.0	3.6	11.5	1.0	14.0	2.0	13.5	1.3	13.3	1.5	10.0	1.4	12.0	-



## Usine PBM



## Ville de NICE



# La Réalisation

- Emprise du chantier réduite à une voie





## La Réalisation

- Rapidité et simplicité de la pose (1,5 jours = 45 ml)





# La Réalisation

- Pose et réglage de la semelle



# La Réalisation

- Alignement des semelles et pose des poteaux



# La Réalisation

## Montage des parements











## Les mesures Acoustiques





## Les Résultats

Nature écran	Hauteur en m	Gain acoustique moyen en dB(A)	
		Sans réflecteur*	Avec réflecteur*
Béton-Béton de bois	1,15	10,3	10,4
Métallique	1,35	13,3	12,1
PMMA Sans absorbant	1,35	14,8	14,0
PMMA Avec absorbant	1,35	14,6	14,5



# Les Améliorations

- De la méthode de mesure
  - Confirmer la méthode de mesure
  - Évaluation fine sur les performances :
    - de la hauteur de l'écran
    - de l'absorption et de la diffraction
  - Modélisation des écrans



# Les Améliorations

## Des produits

- Semelles béton adaptées et poteaux intégrés au parement
- Géométrie spécifique permettant l'adaptation au profil
- Attentes des riverains
  - Végétalisation des semelles
  - Intégration dans le site et esthétique





## Merci

# INNOVATIONS & ÉCRANS ACOUSTIQUES

Nicolas MIERO – SER, Kohlhauer  
Florian CHARTIER – Vinci Construction







***Et si demain vous définissiez de nouveaux écrans antibruit ?***



# Innovations et écrans acoustiques

## Nouveautés matériaux

- ✓ Écrans Béton Bas Carbone
- ✓ Écrans Transparent absorbant

## Nouvelles fonctions

- ✓ Écrans Photovoltaïques
- ✓ Écrans Biotop



# Les écrans béton bas carbone

**Concept :** Utilisation de ciments alternatifs pour réduire l'empreinte carbone des produits

## Avantages

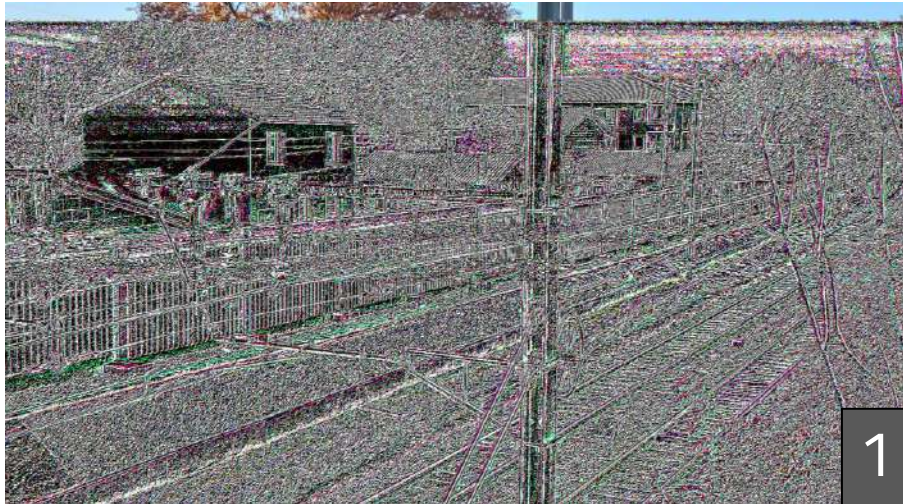
- ✓ Possibilité de diviser jusqu'à 4 l'empreinte carbone d'un panneau
- ✓ Performance identique

## Limites

- ✓ Règlementation béton en évolution



# Illustrations chantiers



# Retour d'Expérience

## A10 Saint Avertin (Cofiroute - 2022)



- Maitrise d'Ouvrage lance un marché novateur et challengeant sur la limitation de l'empreinte carbone
- Démarche tripartite (MOA / Entreprise / Fournisseurs) pour allier performance et bas carbone

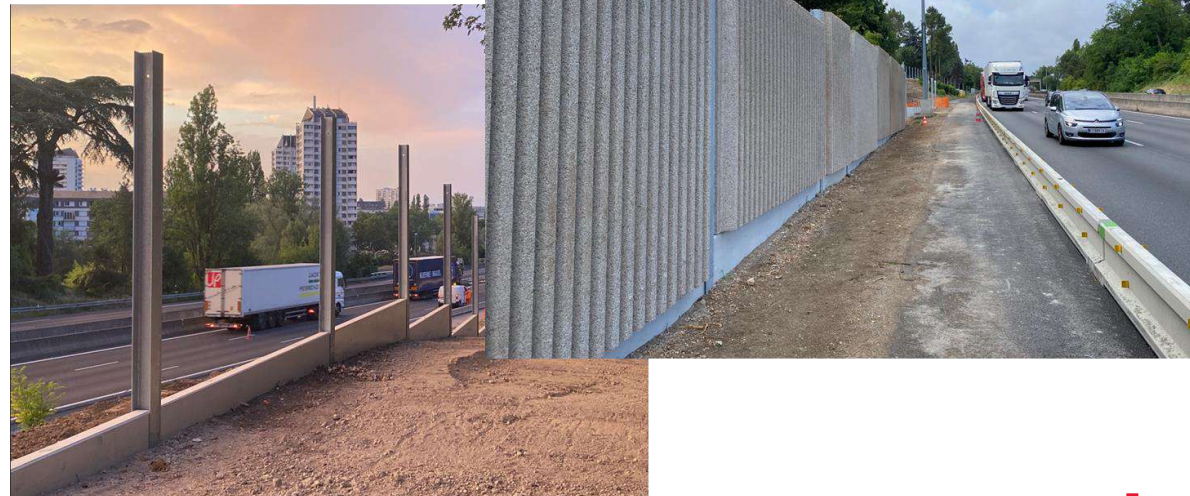




# Retour d'Expérience

## A10 Saint Avertin (Cofiroute - 2022)

- 100 % des panneaux bas carbone
- Diminution par 3 de l'empreinte carbone
- Démarche vertueuse : Les panneaux mais pas que !



## Les écrans « transparent et absorbant »

**Concept :** Offrir plus de luminosité pour les riverains avec un confort acoustique et visuel

### Avantages

- ✓ Respect des études acoustiques
- ✓ En combinaison, permet d'obtenir des performances équivalentes à des écrans opaques

### Limites

- ✓ Absorption limitée



# Illustrations chantiers



# *Innovations et nouvelles fonctions*



# Les écrans photovoltaïques

**Concept :** Utiliser la surface d'écrans disponible pour générer de l'énergie

## Avantages

- ✓ Investissement complémentaire faible
- ✓ Une énergie verte

## Limites

- ✓ Conditions d'exploitation et maintenance en su
- ✓ Interactions entre exploitants/réseaux à gérer





# Illustrations chantiers



## Les écrans Biotop

**Concept :** Favoriser la biodiversité à proximité des infrastructures

### Avantages

- ✓ Biodiversité favorisée
- ✓ Amélioration de l'environnement
- ✓ Transposable à tous types d'écrans

### Limites

- ✓ Nécessite d'adapter chaque projet aux spécificités des zones ciblées





# Illustrations chantiers



# Retour d'expérience Biotop

## Portes Les Valence (SNCF 2020)



- ✓ 4 types de nichoirs différents
- ✓ Bois : épicéa et du douglas, naturels, et non traités.
- ✓ Fabrication locale
- ✓ Faune et flore



# L'innovation ?

A close-up photograph of a glowing incandescent lightbulb held in a hand, set against a blurred cityscape at dusk or dawn.

**Des besoins et  
des idées**

A photograph of a person rappelling down a steep, reddish-brown rock face, with a valley and a lake visible in the background.

**Des risques et des  
conséquences**

A photograph showing several hands of different skin tones and sleeve colors stacked on top of each other in a circle, symbolizing teamwork and cooperation.

**Des coopérations**





SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB

Centre d'information  
sur le Bruit

MERCI !



Protections  
Acoustiques

JOURNÉE TECHNIQUE SER  
Protections Acoustiques 2022

Mercredi 14 septembre 2022



SYNDICAT  
DES ÉQUIPEMENTS  
DE LA ROUTE

Pour toute question, contactez les experts  
de la section **Protections Acoustiques** du SER

 [ser@ser.eu.com](mailto:ser@ser.eu.com)

 @routepourtous

 Syndicat des Equipements de la Route



Protections  
Acoustiques

PRÉSIDENT DE SECTION

VICE-PRÉSIDENT DE SECTION



**Philippe BERTRAND**  
ZA La Cigalière  
245, allée du Sirocco  
84250 LE THOR  
[pbertrand@agilis.net](mailto:pbertrand@agilis.net)  
06 22 49 56 84



**Pierre QUENNOY**  
4, rue du Cercle  
BP 17668  
95725 ROISSY CDG  
[mice-France@micesa.be](mailto:mice-France@micesa.be)  
06 07 56 45 14



**Stéphane MAHAUD**  
Agence de Carquefou  
6, rue des Petites Industries  
44470 CARQUEFOU  
[stephane.mahaud@eiffage.com](mailto:stephane.mahaud@eiffage.com)  
06 09 07 16 31



**Olivier WIDENLOCHER**  
Route Nationale 44  
BP 1  
51220 CORMICY  
[owidenlocher@capremib.fr](mailto:owidenlocher@capremib.fr)  
06 49 32 63 02



**Damien GARNIER**  
146, avenue Félix Faure  
69003 LYON  
[d.garnier@cia-acoustique.fr](mailto:d.garnier@cia-acoustique.fr)  
06 83 32 86 53



**Benjamin DAUBILLY**  
16 bis, boulevard Jean Jaurès  
92110 CLICHY  
[b.daubilly@cimbeton.net](mailto:b.daubilly@cimbeton.net)  
06 16 68 15 90



**Olivier PILETTE**  
9, rue de Lorraine  
91220 BRETIGNY-SUR-ORGE  
[opilette@concerto.fr](mailto:opilette@concerto.fr)  
06 07 86 85 79



**Arnaud PELLE**  
18, rue François Jacob  
62800 LIEVIN  
[apelle@ecib-bruit.com](mailto:apelle@ecib-bruit.com)  
06 52 36 40 34



**Christophe LEGAVRE**  
5, rue des Rougeries  
35400 SAINT-MALO  
[christophe.legavre@ecmb.fr](mailto:christophe.legavre@ecmb.fr)  
06 31 97 15 43



**Bertrand LEMAIRE**  
35-37, rue Christian Huygens  
BP 49529  
37095 TOURS  
[bertrand.lemaire@eurovia.com](mailto:bertrand.lemaire@eurovia.com)  
06 85 72 10 15



**Philippe BOISSIÈRE**

Le Cerizet  
42210 BOISSIET-LES-MONTROND  
[p.boissiere@moulinvest.com](mailto:p.boissiere@moulinvest.com)  
06 77 00 48 93



**Fabien KRAJCARZ**

22, avenue Lionel Terray  
69330 JONAGE  
[fabien.krajcarz@acoustique-gamba.fr](mailto:fabien.krajcarz@acoustique-gamba.fr)  
06 80 35 42 03



**Amandine MAILLET**

ZAC de la Clef de Saint-Pierre  
12, avenue Gay Lussac  
78990 ÉLANCOURT  
[a.maillet@groupeginger.com](mailto:a.maillet@groupeginger.com)  
06 09 71 20 85



**Alain MAYEROWITZ**

80, domaine de Montvoisin  
91400 GOMETZ-LA-VILLE  
[a.mayerowitz@impedance.fr](mailto:a.mayerowitz@impedance.fr)  
06 14 26 14 03



**Gilles GIORA**

16, avenue de la Baltique  
ZA Courtabœuf  
91140 VILLEBON-SUR-YVETTE  
[ggiora@idetec-sas.fr](mailto:ggiora@idetec-sas.fr)  
06 07 14 93 45



**Didier ORMAN**

6, rue des Peupliers – CS 50410  
59814 LESQUIN  
[didier.orman@ingerop.com](mailto:didier.orman@ingerop.com)  
06 74 78 31 15



**Nicolas MIERO**

Draisstraße 2  
76571 GAGGENAU  
ALLEMAGNE  
[n.miero@lycom-France.com](mailto:n.miero@lycom-France.com)  
06 33 87 47 45



**Philippe BLOT**

26 bis, rue Cécille Dinant  
92140 CLAMART  
[phblot@ondelia.fr](mailto:phblot@ondelia.fr)  
06 70 32 95 74



**Michel MONTEIRO**

22 bis, rue de Romainville  
03300 CUSSET  
[mmonteiro@pass-france.fr](mailto:mmonteiro@pass-france.fr)  
06 14 80 49 35



**Laurent ULLINO**

97, allée Alexandre Borodine  
Cèdre 2  
69800 ST-PRIEST  
[laurent.ullino@pbm.fr](mailto:laurent.ullino@pbm.fr)  
06 61 08 58 48

**PIVETEAUBOIS**



**Xavier MAZE**

Lieu dit La Vallée  
Sainte Florence – CS 30111  
85140 ESSARTS-EN-BOCAGE  
[Xavier.MAZE@piveteau.com](mailto:Xavier.MAZE@piveteau.com)  
06 30 99 10 31



**Olivier PEPIN**

526, avenue Albert Einstein  
77555 Moissy-Cramayel Cedex  
[O.Pepin@razel-bec.fayat.com](mailto:O.Pepin@razel-bec.fayat.com)  
06 16 28 29 23



**Gaetan FOUILHOUX**

111, rue du Château des Rentiers  
75013 PARIS  
[gaetan.fouilhoux@rockwool.fr](mailto:gaetan.fouilhoux@rockwool.fr)  
06 07 55 14 29



**Anthony BATHIAS**

16, avenue de la Baltique  
ZA Courtabœuf  
91140 VILLEBON-SUR-YVETTE  
[abathias@idetec-sas.fr](mailto:abathias@idetec-sas.fr)  
06 80 61 97 87



**David BERRIER**

26, rue Paul Doumer  
BP 716  
59657 VILLENEUVE D'ASCQ  
[d.berrier@sim-engineering.com](mailto:d.berrier@sim-engineering.com)  
06 14 59 27 12



**Pascal GUITTAT**

66, boulevard Niels Bohr – CS 52132  
69603 VILLEURBANNE  
[pascal.guittat@sixense-group.com](mailto:pascal.guittat@sixense-group.com)  
06 16 36 42 45



**Xavier CARDOT**

ZA Le petit Aulnay  
Rue de Davron  
78450 CHAVENAY  
[xcardot@terideal.fr](mailto:xcardot@terideal.fr)  
06 12 58 02 33



**Sylvain VICTOR**

47, rue Maurice Flandin  
BP 83271  
69403 LYON  
[sylvain.victor@vinci-construction.com](mailto:sylvain.victor@vinci-construction.com)  
06 30 50 11 02