SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB
Centre d'information sur le Bruit

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

CidB
Centre d'information sur le Bruit

Cerema

CONFÉRENCES TECHNIQUES TERRITORIALES

Protections Acoustiques

Dominique COLIN

Directeur adjoint du CEREMA-DTerCE

Cerema

Philippe BERTRAND

Président de la section Protections Acoustiques du SER

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

Protections Acoustiques

UN NOUVEAU GUIDE POUR LES ÉCRANS ACOUSTIQUES

Philippe Glé, Cerema,

UMRAE Strasbourg

Cerema

CNEA
Commission de Normalisation Ecrans Acoustiques

Protections Acoustiques

Contexte du projet

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…

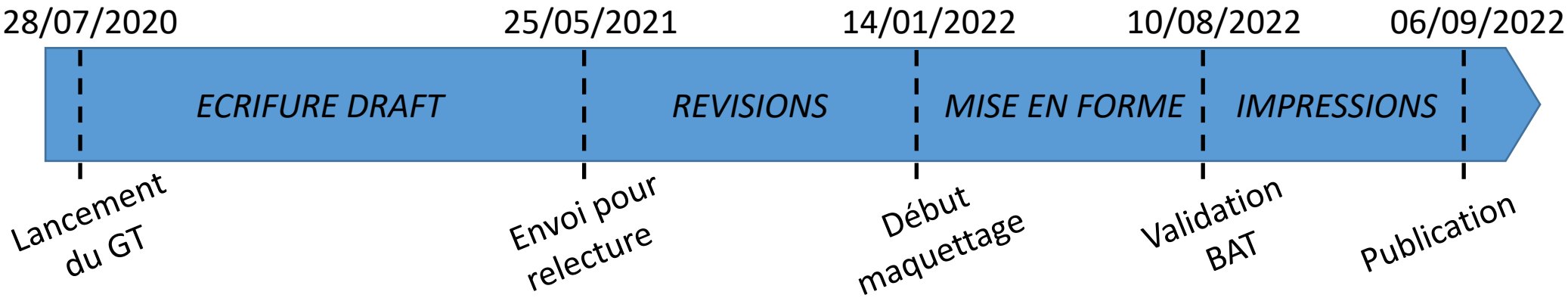
Cadre de travail retenu

- **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

Retour sur la phase de production

Les grandes étapes de travail



En chiffres

- **16 réunions de GT**
- **295 emails échangés**

L'étape de relecture

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

Résultat – Plan du guide

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

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

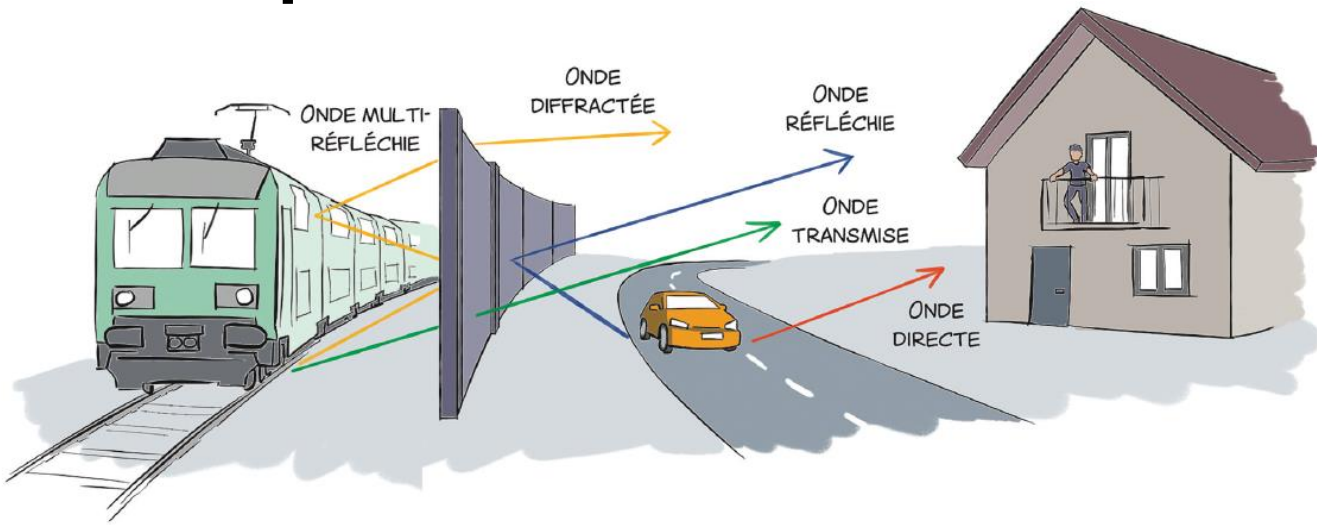
CHAPITRE 13
Pour en savoir plus…

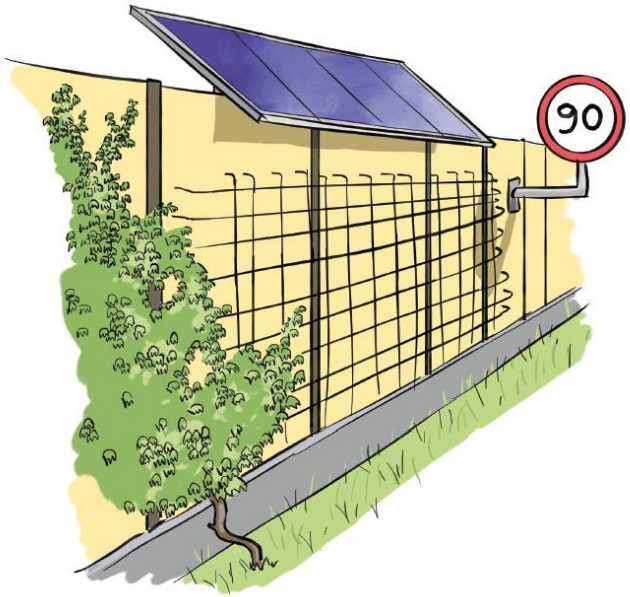
Annexes

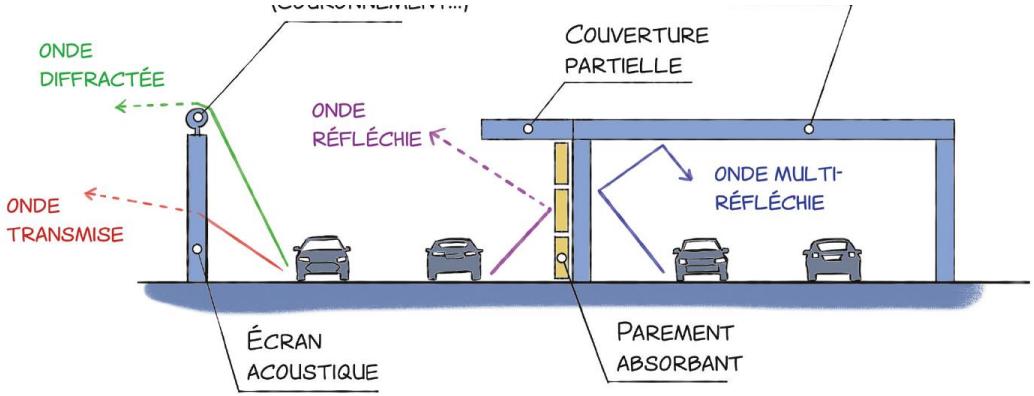
Protections Acoustiques

Résultat – Illustrations

Un effort particulier sur les illustrations







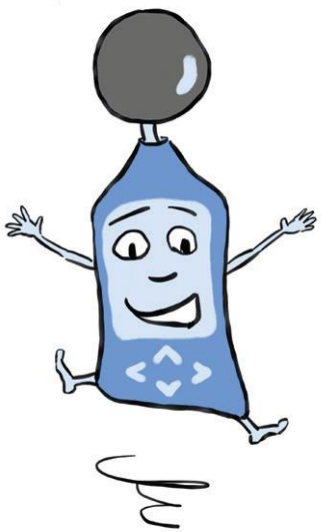
Résultat – Quelques messages…

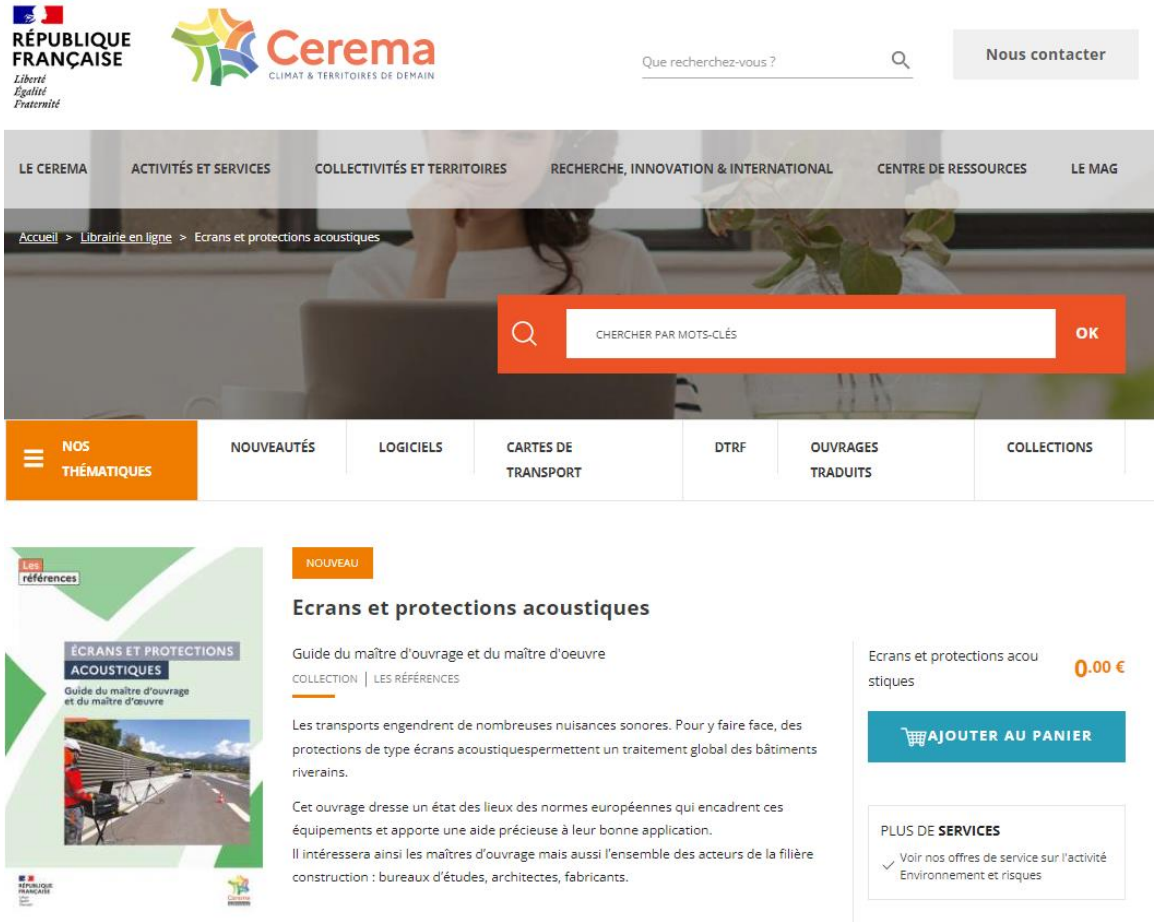
- Δ **Copier-coller d'anciens CCTPs**
- Δ **Références à la NF-S 31089**
- Δ **Mesures de réception sur des écrans de moins de 2m**

- ✓ **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**

Un guide gratuit et disponible en ligne

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE



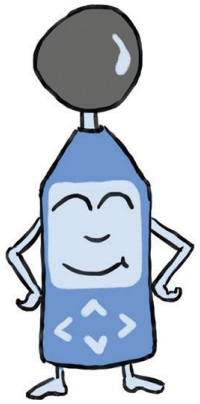


Lien web:
https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/ecrans-protections-acoustiques

Protections Acoustiques

Remerciements

- 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)

Cerema

CNEA
Commission de Normalisation Ecrans Acoustiques

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

CNEA Commission de Normalisation Ecrans Acoustiques

Applications aux écrans ferroviaires :

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

Contexte normatif des écrans

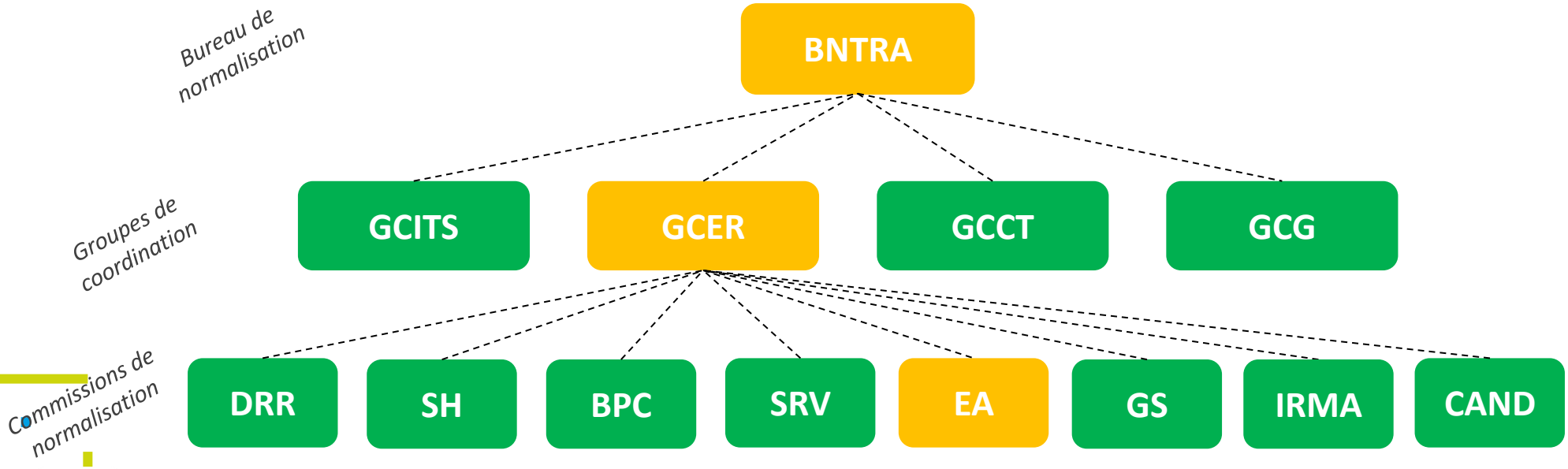
Normes européennes – objectifs :

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

Zoom sur la CNEA

CNEA
Commission de Normalisation Ecrans Acoustiques

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).



Protections Acoustiques

Zoom sur la CNEA

CNEA Commission de Normalisation Ecrans Acoustiques

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 16727
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)

Quelques ressources à disposition!

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…

Cerema

CNEA
Commission de Normalisation Ecrans Acoustiques

ÉCRANS ACOUSTIQUES
& MARQUAGE CE

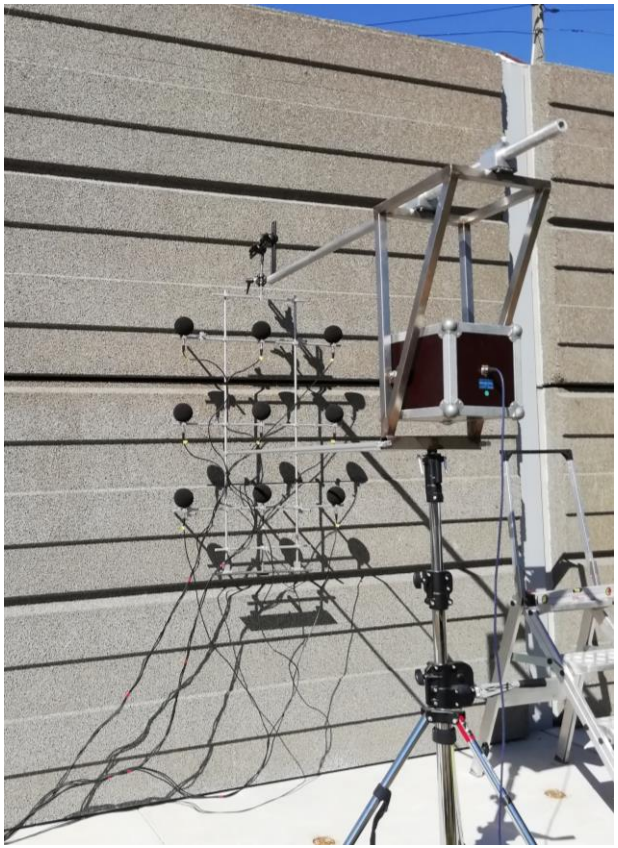
Bernard BARTHOU - CERIB

CERIB Expertise concrète

CNEA Commission de Normalisation Ecrans Acoustiques

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^2 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*

Eléments 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 <u>performances déclarées</u>** (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)	Usine	Usine	Usine	Usine	Usine
Essais complémentaires sur échantillons prélevés en usine	Usine	Usine	Usine		
Evaluation des performances déclarées	Organisme Notifié	Organisme Notifié	Usine	Organisme Notifié	Usine
Inspection initiale (usine et CPU)	Organisme Notifié	Organisme Notifié	Organisme Notifié		
Surveillance et évaluation continues du CPU	Organisme Notifié	Organisme Notifié	Organisme Notifié		
Essais par sondage sur échantillons prélevés par Org. Notif.	Organisme Notifié				

Organisme Notifié Usine

Écrans acoustiques & Normalisation

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^2**
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_α	**11 dB**
Isolation acoustique aux bruits aériens : DL_R	**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_{RI} 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

Protections Acoustiques

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

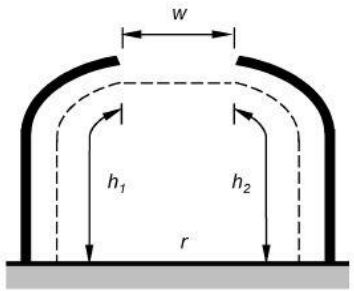
- **Maitre d'Œuvre**
  - Vérifie que le fabricant a établi une DOP selon la NF EN 14388 (marquage CE)
  - Récupère les rapports auprès du fabricant et vérifie qu'ils émanent d'un organisme notifié
  - Vérifie que les performances justifiées sont cohérentes avec les hypothèses de l'ouvrage (notion de famille)

Cas particulier des performances acoustiques

Deux méthodes selon usage prévu :

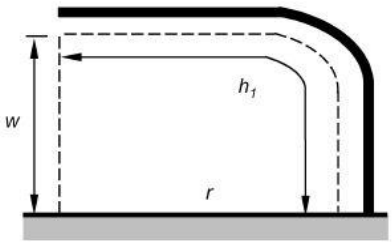
- Ecran en champ acoustique réverbéré (ex tunnel, couverture,…) => qualification en champ réverbéré selon 1793-1 et 2
- Ecran en champ acoustique direct => qualification en champ direct selon 1793-5 et 6

… MAIS …



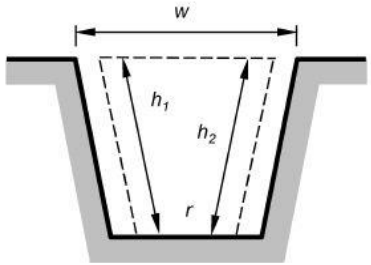
Key
h_1: length of left barrier surface
h_2: length of right barrier surface
envelope, $e = w+h_1+h_2$

(a) Partial cover on both sides of the road



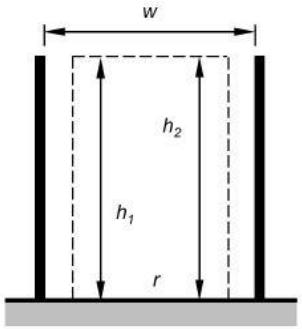
Key
h_1: length of partial cover surface envelope
$e = w+h_1$

(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 exigence 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…

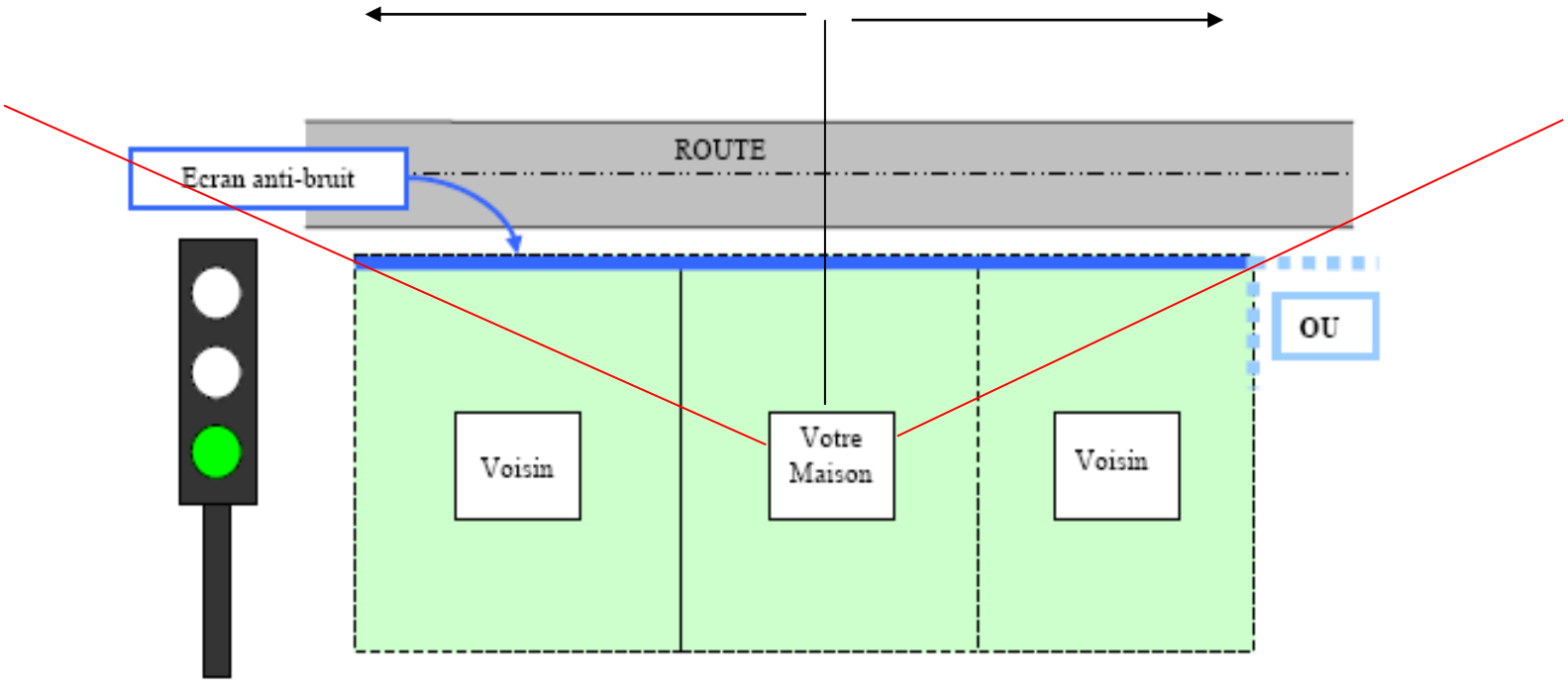
CERIB Expertise concrète

CNEA Commission de Normalisation Ecrans Acoustiques

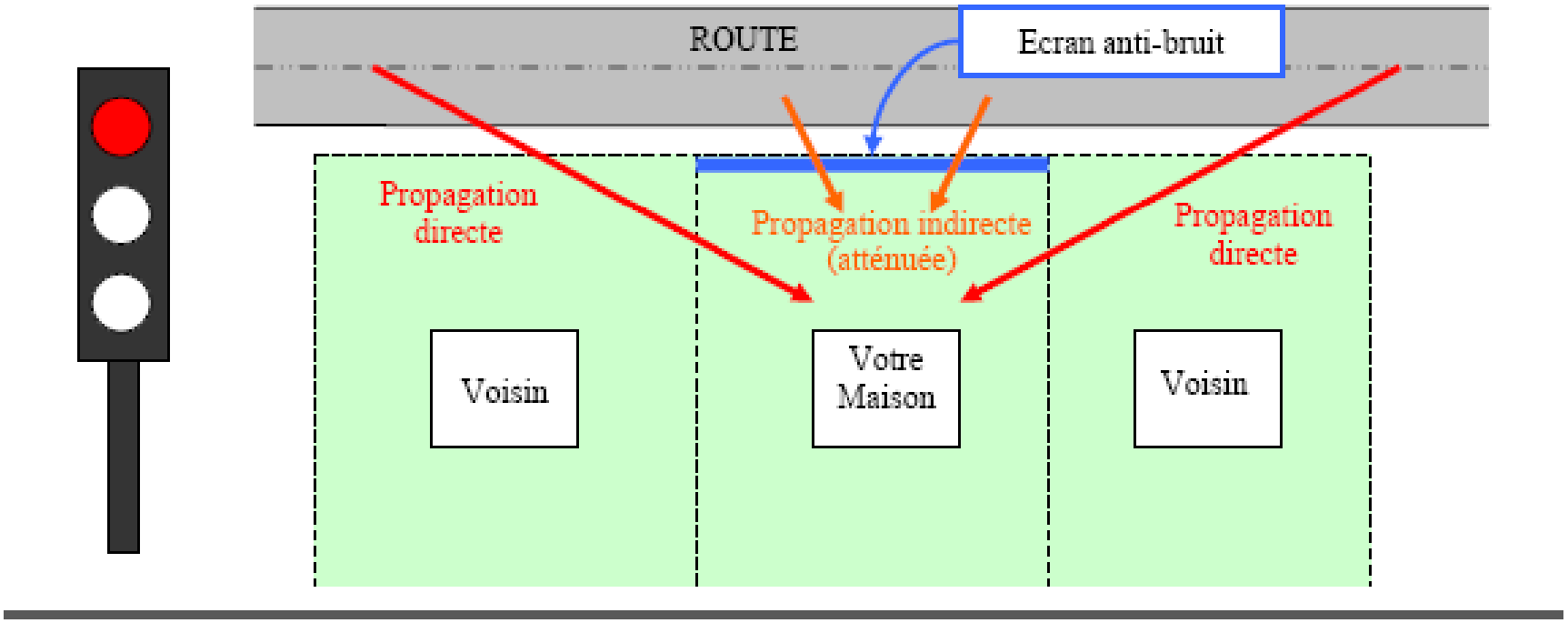
DIMENSIONNEMENT & CONCEPTION DES ÉCRANS ANTIBRUITS

Jean-Marc ABRAMOWITCH, expert

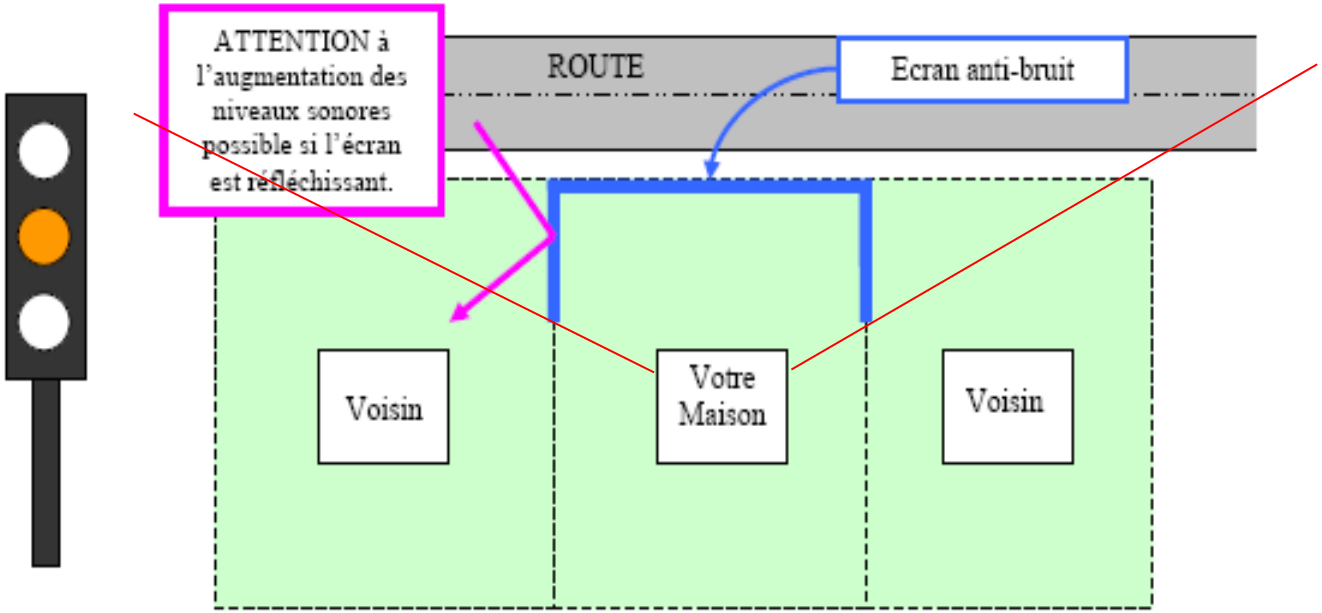
DIMENSIONNEMENT 1



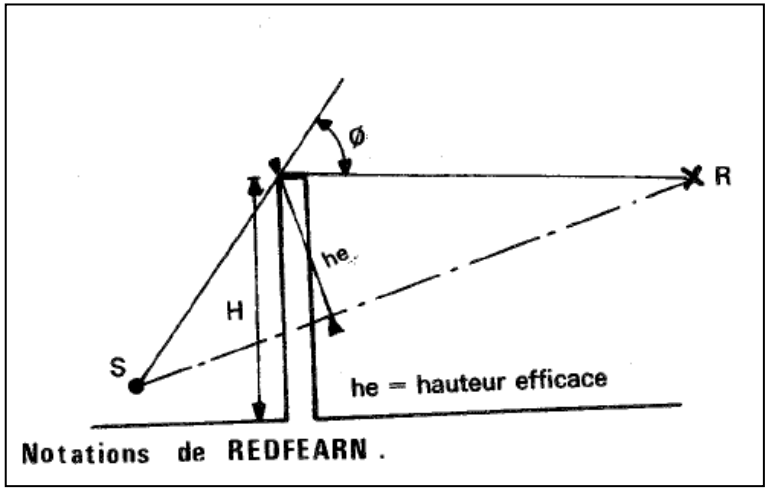
DIMENSIONNEMENT 2



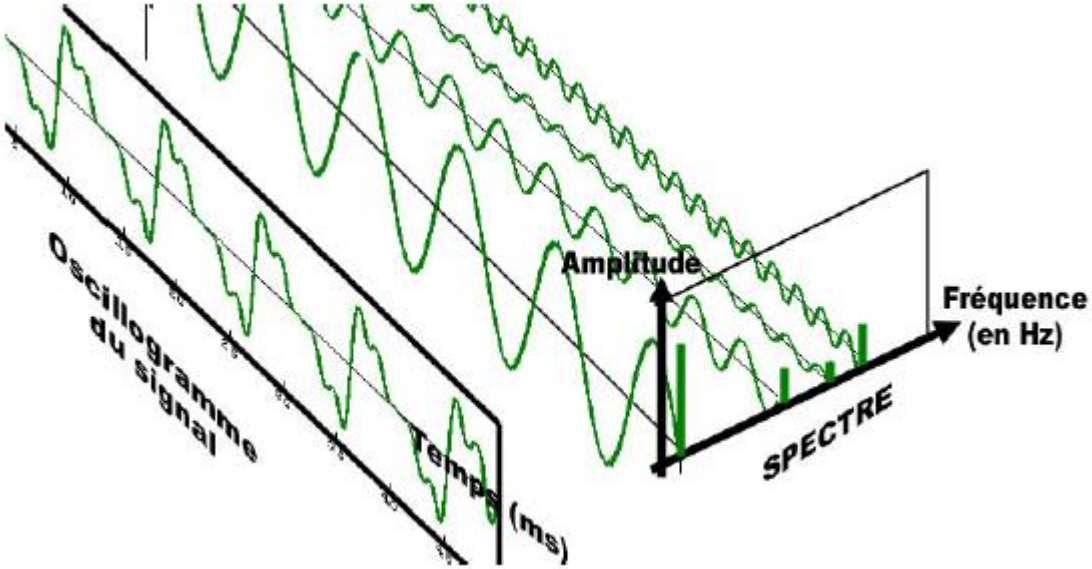
DIMENSIONNEMENT 3

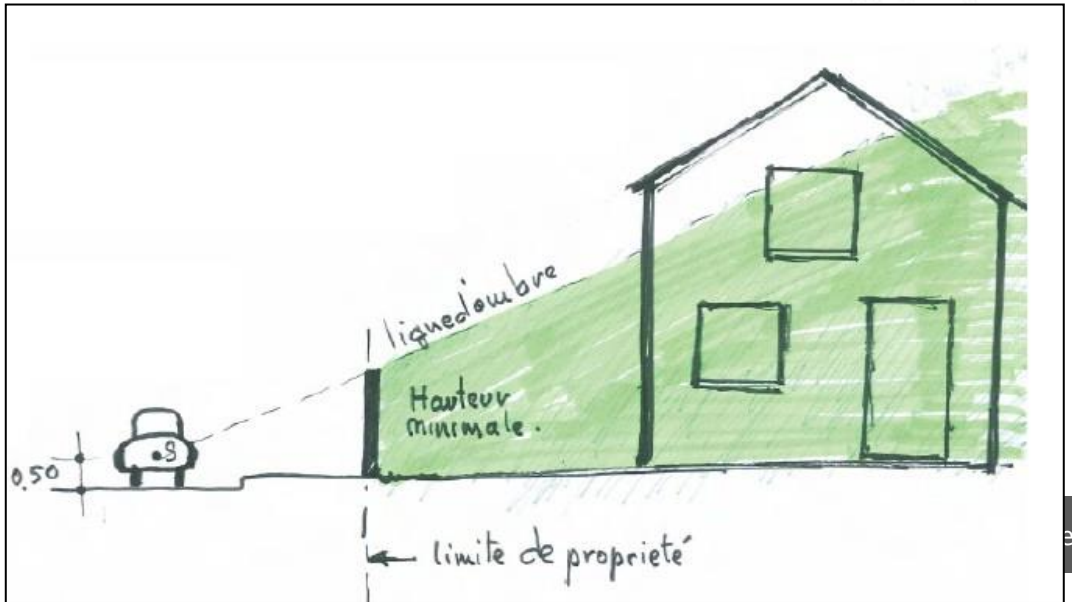


DIMENSIONNEMENT 4

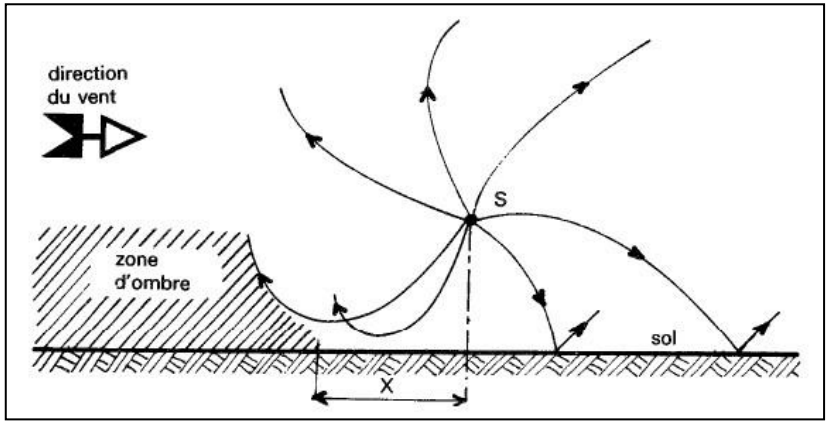


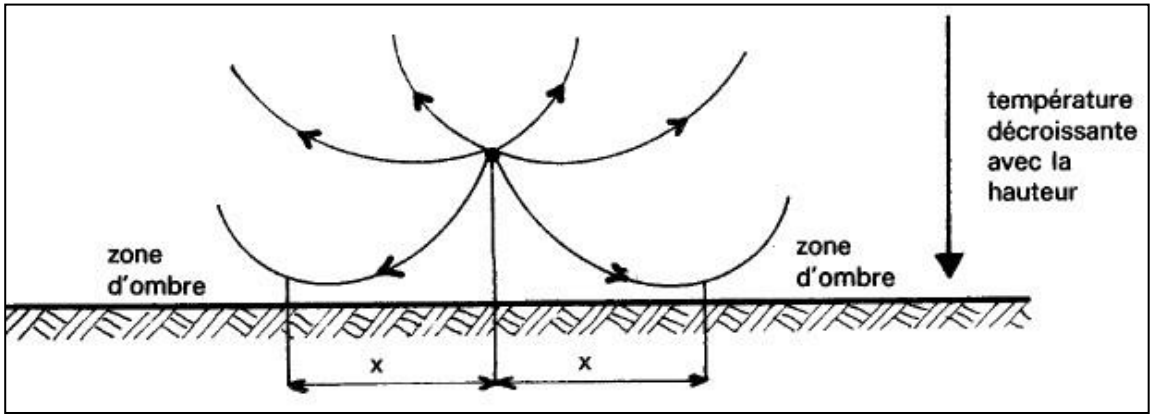
Notations de REDFEARN .

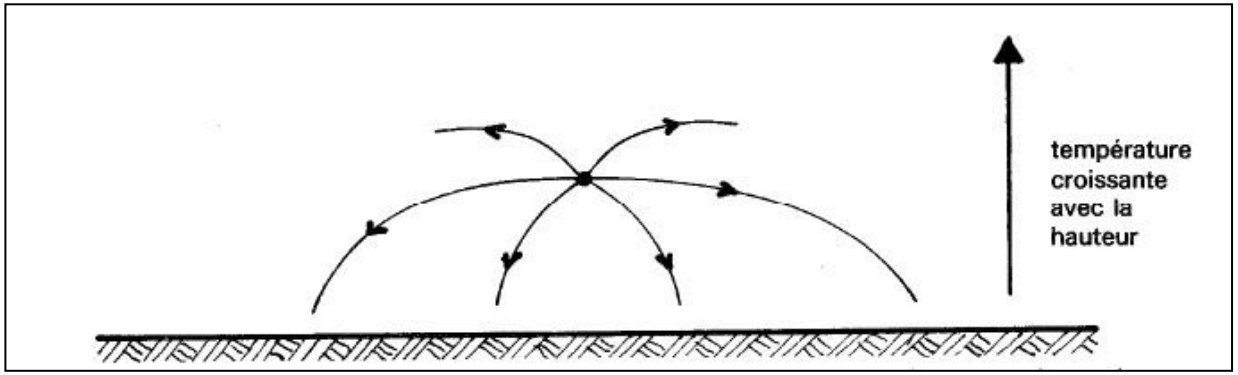




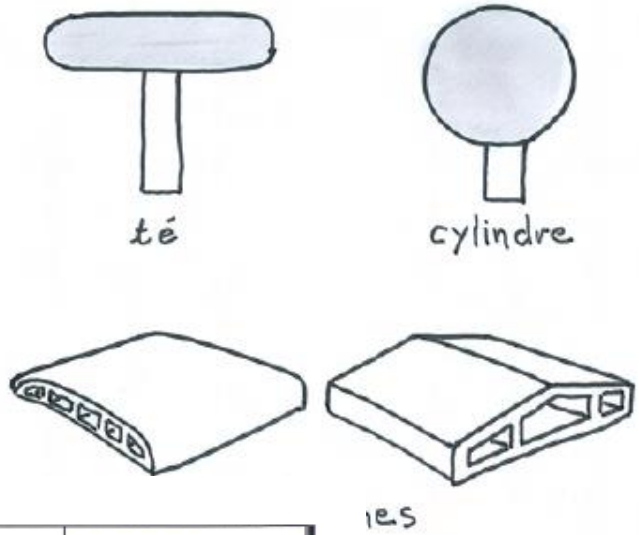
DIMENSIONNEMENT 5







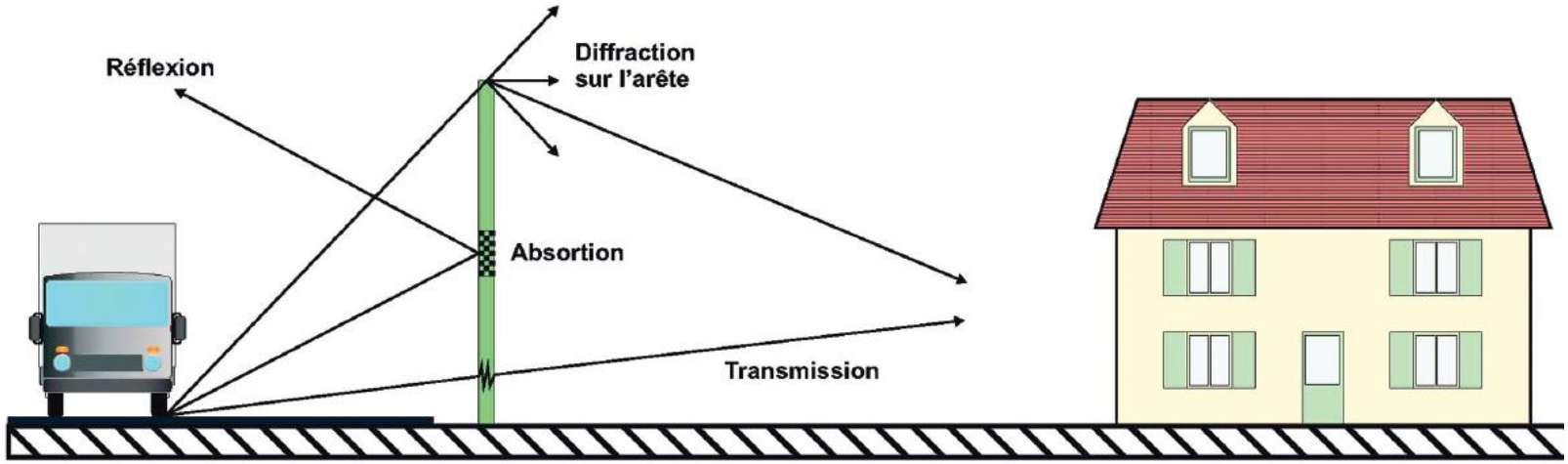
DIMENSIONNEMENT 6



	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

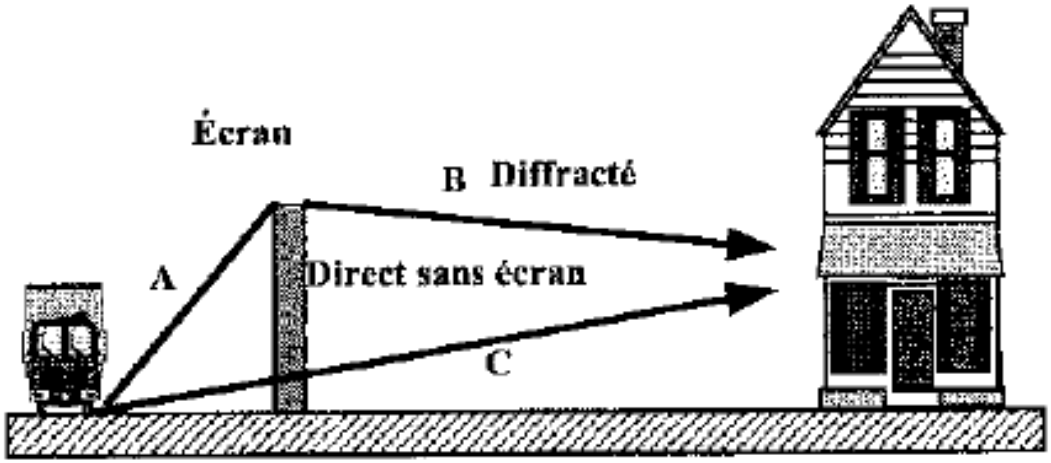
- Tableau 5 -
Résultats moyens, en dB(A), pour un bruit routier à l'émission, de l'efficacité de dispositifs mis en sommet d'écran de 4 m, par rapport à un écran droit réfléchissant de même hauteur, en bordure d'une autoroute à 4 voies.

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT



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

DÉFINITIONS



B + C = niveau en façade → B ≥ C + 10

Un écran ? Tout produit avec une masse surfacique de 25 à 30 kg au m²

DEUX FAMILLES D'ÉCRANS

- Des principes précédents, découlent deux grandes familles d'écrans acoustiques :
  - Les écrans réfléchissants :
    - Utilisés couramment pour protéger un seul coté de la route (sans zone sensible de l'autre coté)
  - 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).

LES VALEURS INDICIAIRES

	Indice minimal d'évaluation de la transmission	Norme de mesure
Écrans en champ direct	DLsi ≥ 28 dB	EN NF 1793-6
Écrans en champ diffus	DLr ≥ 25 dB	EN NF 1793-2

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

	Indice minimal d'évaluation de l'absorption	Norme de mesure
Écrans en champ direct	DLri ≥ 5 dB	EN NF 1793-5
Écrans en champ diffus	DLα ≥ 8 dB	EN NF 1793-1

LE MARQUAGE CE

Synonyme non pas de qualité mais de conformité.

Écrans et protections acoustiques

Le guide du maître d'ouvrage

Version 2021 - CNEA - CEREMA

PAR AFNOR CERTIFICATION NF

ÉCRANS ACOUSTIQUES

www.mar

Cerema

Document provisoire

Guide méthodologique

Conception et calcul du génie civil des écrans anti-bruit

janvier 2015

Infrastructures de transports terrestres

PROTECTIONS ACOUSTIQUES

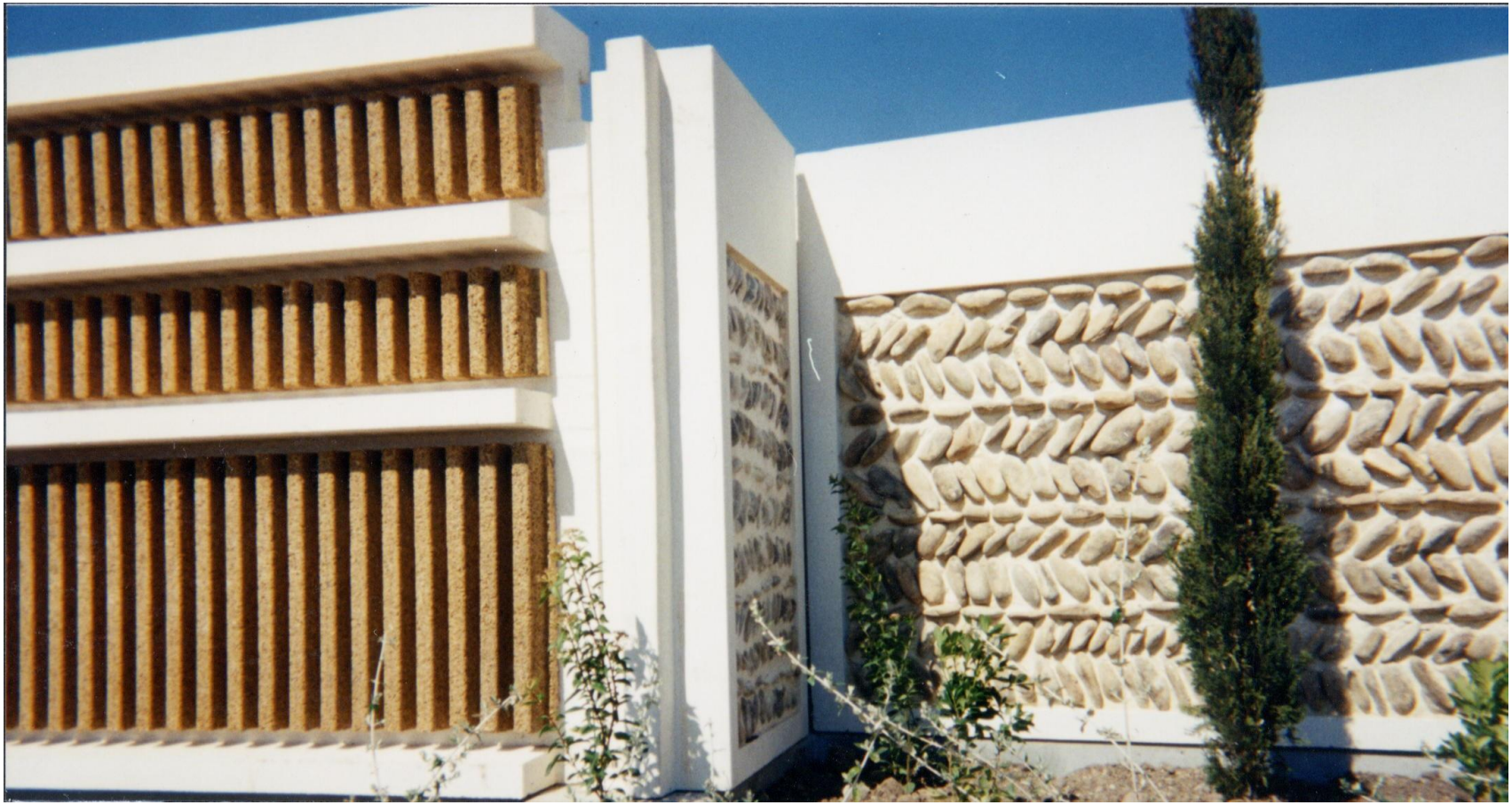
Guide de Conception des écrans

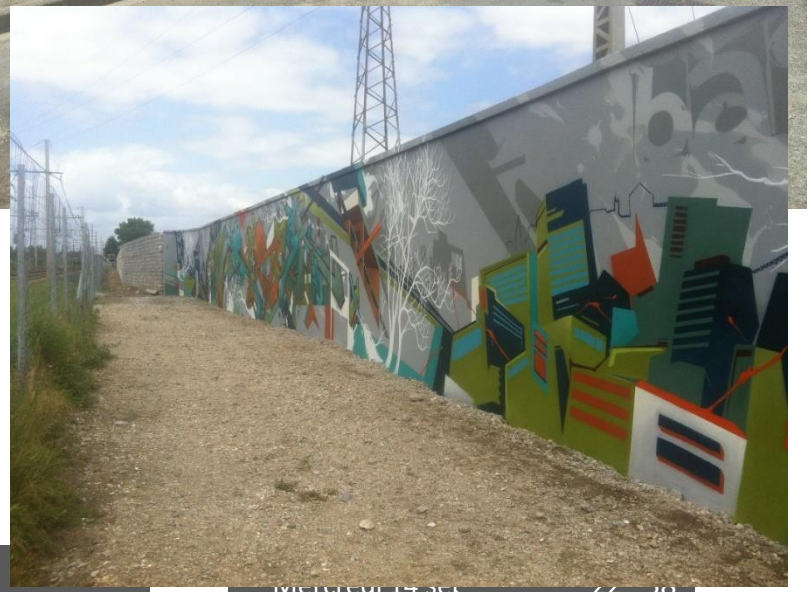
Protections Acoustiques

LE PAYSAGE

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

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

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 ;
  - **Reconnaissances 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 ;

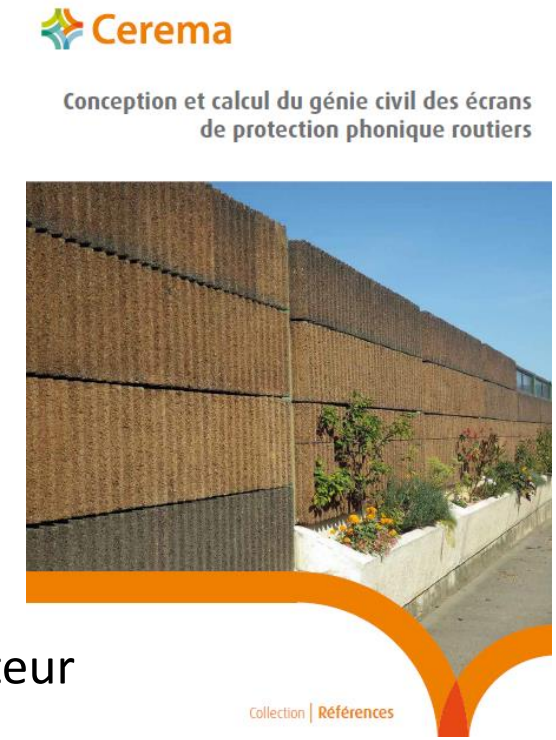
- **La norme NF EN 1993-1-1 :** EUROCODE 3 Calcul des structures en acier. Partie 1-1 – Règles générales et règles pour les bâtiments ;
- **La norme NF EN 1993-5 :** EUROCODE 3 Calcul des structures en acier. Partie 5 – Pieux et palplanches ;
- **Norme NF EN 1997-1 :** EUROCODE 7 Partie 1 – Calcul géotechnique – 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

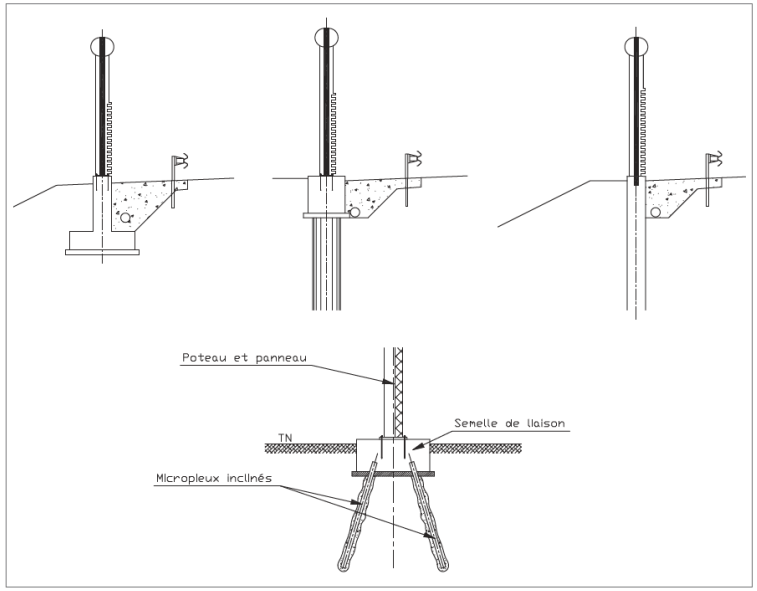
Groupe de rédaction

- 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



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)

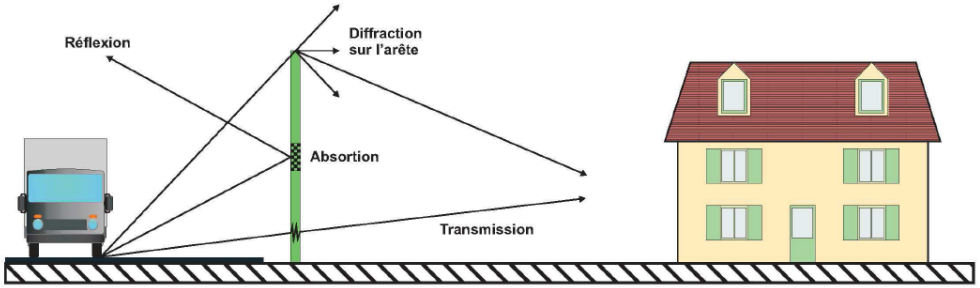


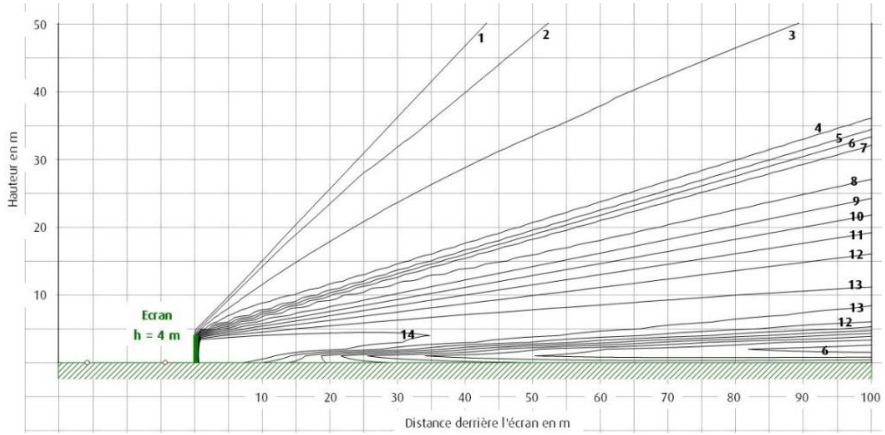
Sommaire du guide

- 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 :

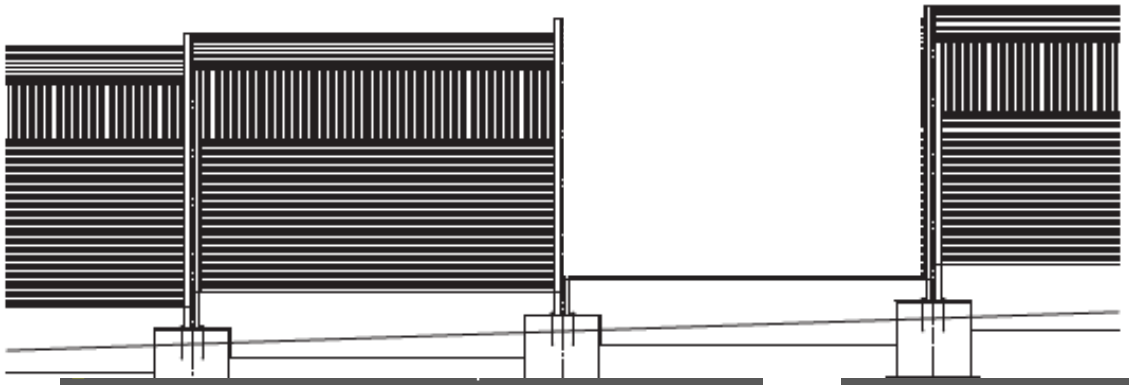
Une structure doit être conçue et exécutée de telle sorte qu'elle ne soit pas endommagée de façon disproportionnée par des événements (explosion, choc, erreur humaine…)

Robuste

Moins robuste

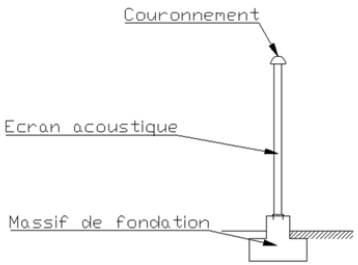
La commande du maître d'ouvrage

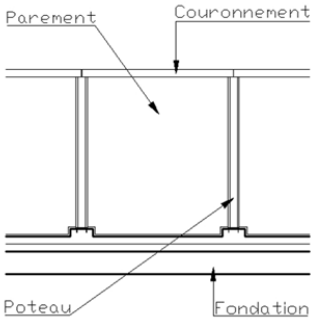
- Exigences de robustesse en cas de panneau défectueux
  (suite à un choc de véhicule par exemple)
  - Transformation d'un panneau courant en panneau d'extrémité
  - Risque d'un effondrement en chaîne du fait de l'augmentation des effets du vent aux extrémités d'un écran
  - Recommandé de considérer 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

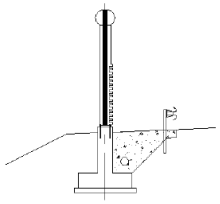


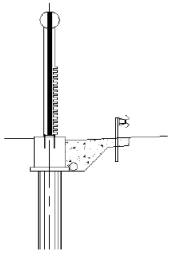


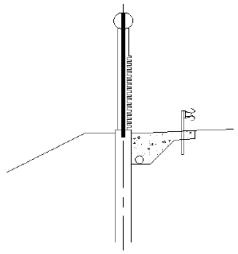
Non traité

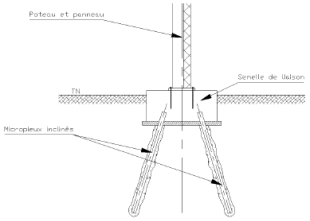
Traité

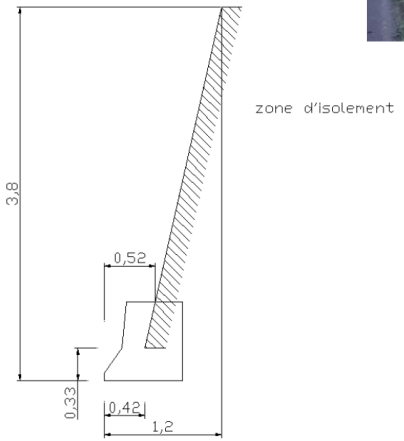
Conception du génie civil











Justifications - Principes

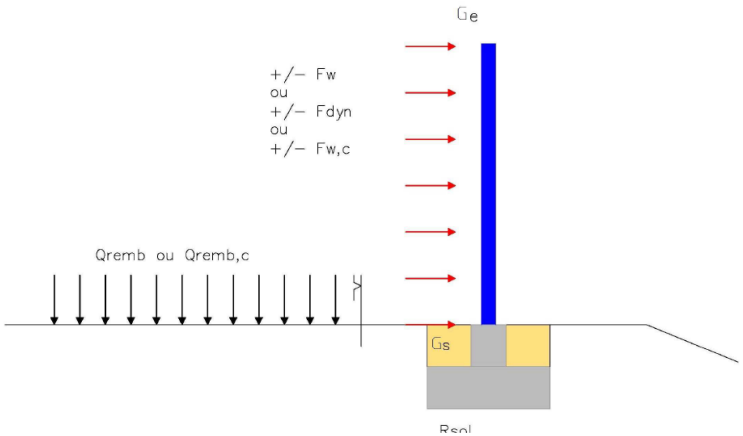
- Les écrans de protection phonique font l'objet de justifications au même titre que les autres structures de génie civil
- Les Eurocodes s'appliquent à l'ensemble des éléments structurels constituant les écrans. Il convient d'appliquer les parties 1 – 1 : « Règles générales et règles pour les bâtiments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

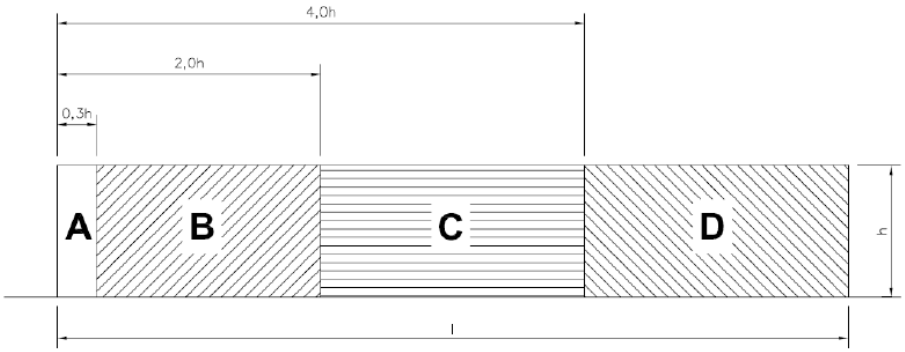
Justifications - Principes

- 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, $q_b = ½.\rho.v_b^2$

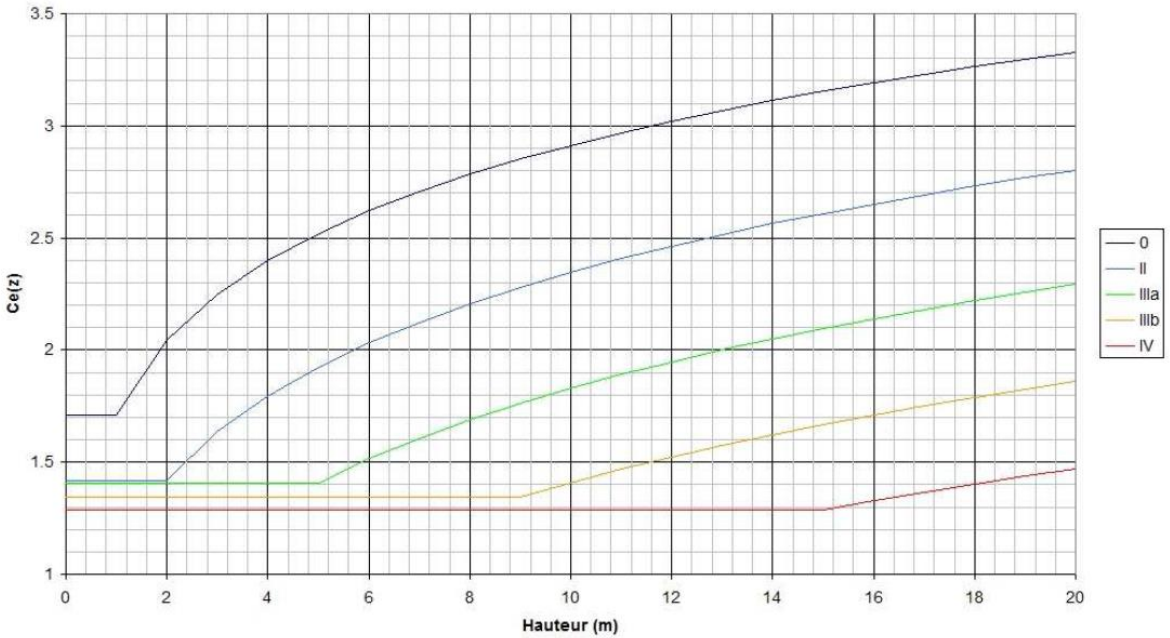
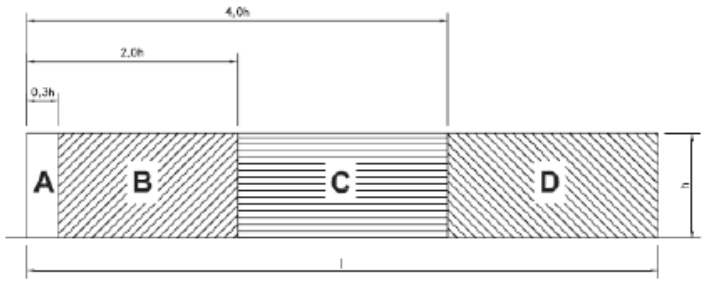


Figure 35 - Coefficient d'exposition en fonction de la catégorie de rugosité de site et de la hauteur de référence de l'écran – Valable pour $c_o(z) = 1,0$.

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/m2

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/m2

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)

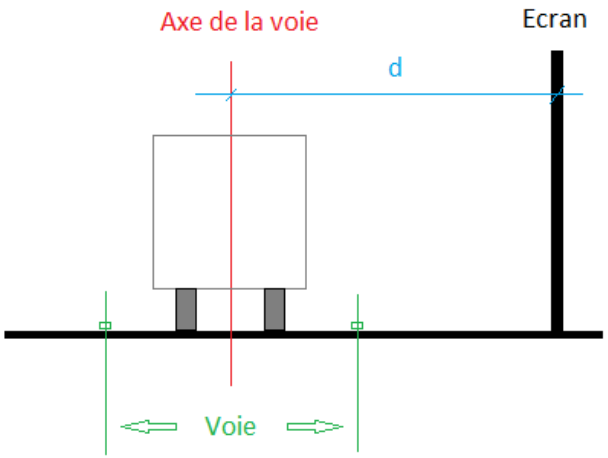
Hauteur écran : 2.50 m Cote bas écran/TN : 0.00 m
Pression en daN/m2

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/m2

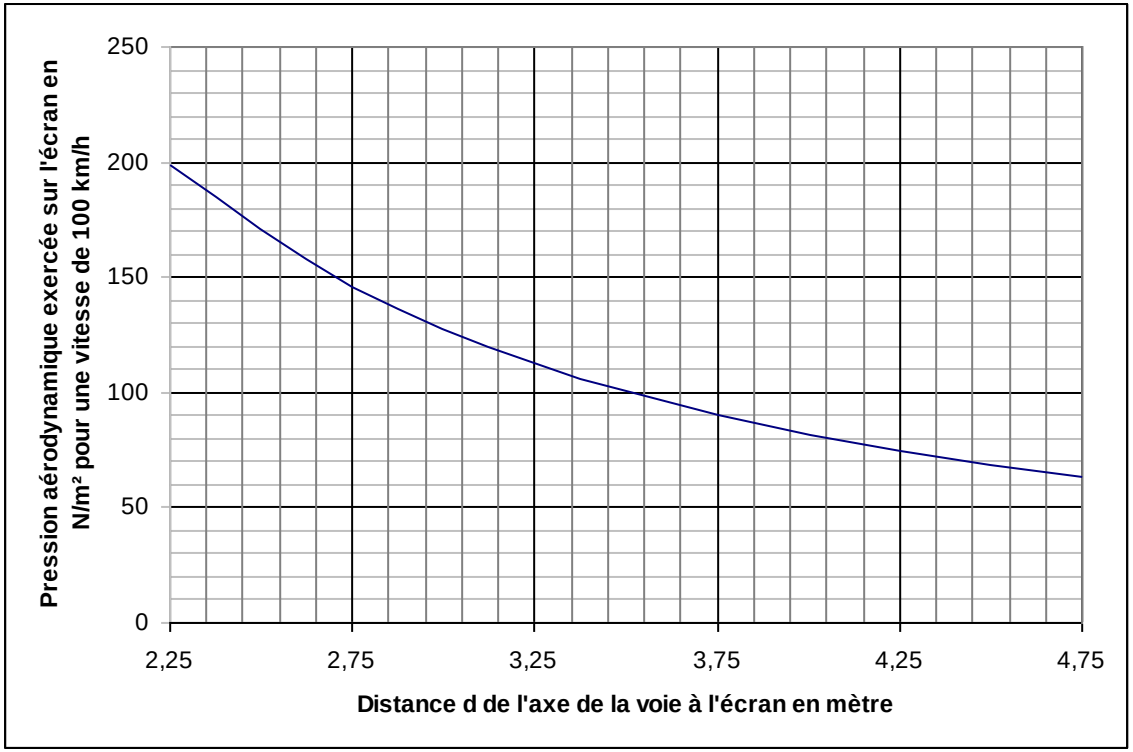
Zone	début	fin	Cat 0	Cat II	Cat IIIa	Cat IIIb	Cat IV
A	0.00 m	0.75 m	344.	277.	216.	165.	155.
B	0.75 m	5.00 m	212.	171.	133.	102.	95.7
C	5.00 m	10.0 m	172.	138.	108.	82.7	77.4
D	10.0 m	-	121.	97.9	76.3	58.4	54.7

Action aérodynamiques de véhicules routiers



- 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 x 90² / 120² = 562,5 N/m² et a = -1,54)

K_{100} = 694 N/m² 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.

		Pression limite pl* [MPa]					
Nature des terrains		Sols fins			Sols grenus		Craie
		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

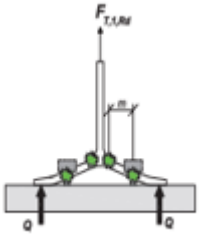
Fondations superficielles

	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 ≥ 2/3	1-2. e /B ≥ 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 fy 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

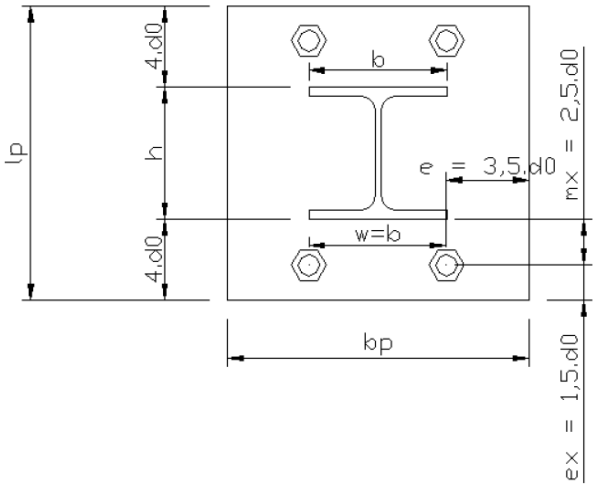
Exemple :
- écran situé en Ile-de-France (région 2) (1)
- écran de 3,00 m situé au niveau du terrain naturel (2)
- implanté dans une zone de rugosité IIIb (3)

(1) (2) (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

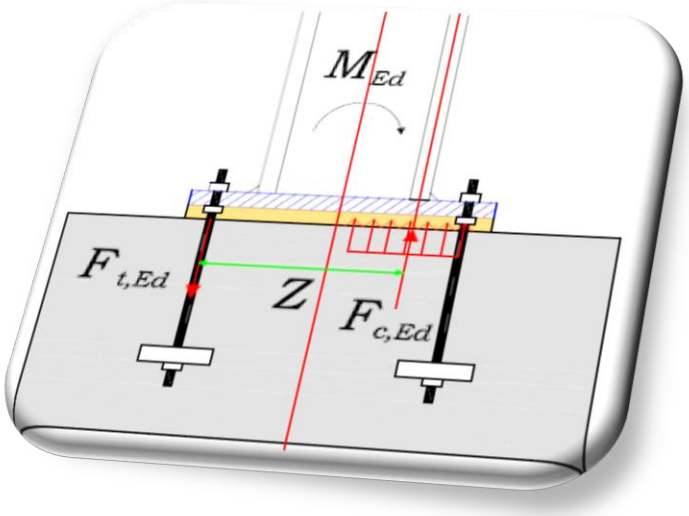
poteau	Cat 0	Cat II	Cat IIIa	Cat IIIb	Cat IV
1	12.4/HEA140	9.06/HEA120	7.83/HEA120	7.46/HEA120	7.16/HEA120
2	19.7/HEA160	14.4/HEA140	12.4/HEA140	11.8/HEA140	11.4/HEA140
3	16.6/HEA160	12.1/HEA140	10.4/HEA120	9.97/HEA120	9.57/HEA120
4	13.7/HEA140	10.0/HEA120	8.67/HEA120	8.26/HEA120	7.93/HEA120
Courant	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

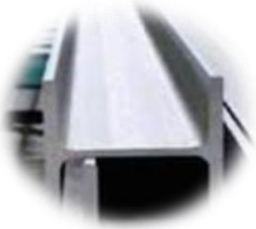
Exemple de dimensionnement

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



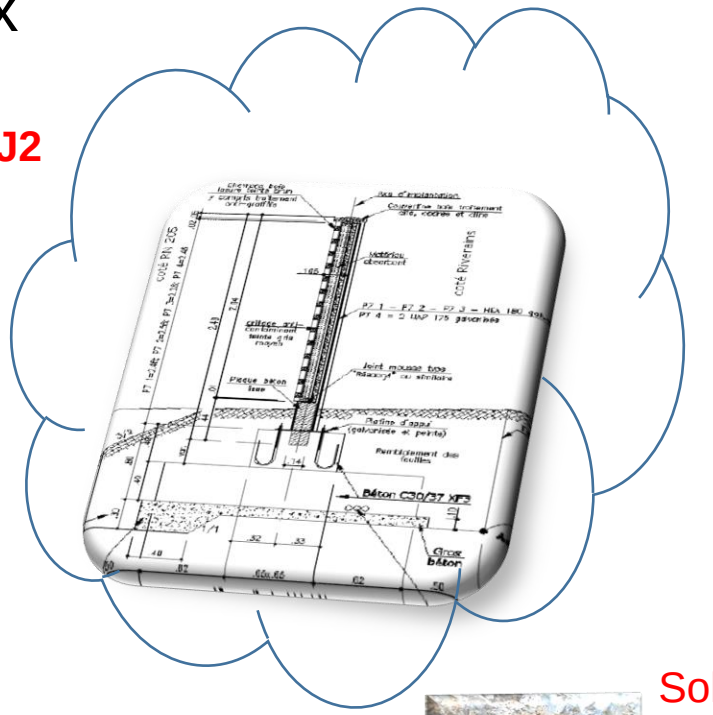
Annexes

B - Matériaux



HEA et platine: **S235J2**
(f_{yk} = 235 MPa)
(f_{uk} = 450 MPa)

8.8 : (**f_{ub} = 500 MPa**)
(f_{yb} = 400 MPa)
!!! FATIGUE !!!



B500B :
(f_{sk} = 500 MPa)

C30/37 :
(f_{ck} = 30 MPa)
(c_{nom} = 5 cm)

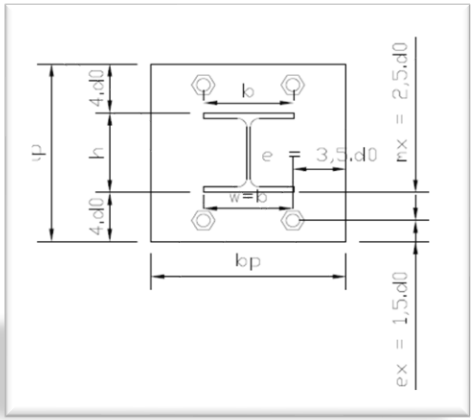
Sol :
(γ = 20 kN/m^3 et φ= 30°)
(**p_{le} = 0,5 MPa**)
(D_e = 0,5 x D)

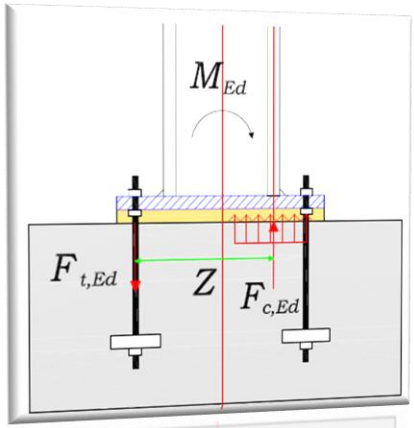
Annexes

E - Ancrage platine

Principe : Traction ; Cisaillement ; Interaction Cisaillement/Traction

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



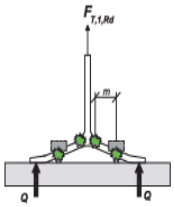
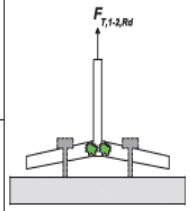
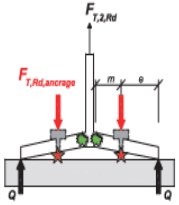
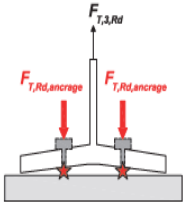


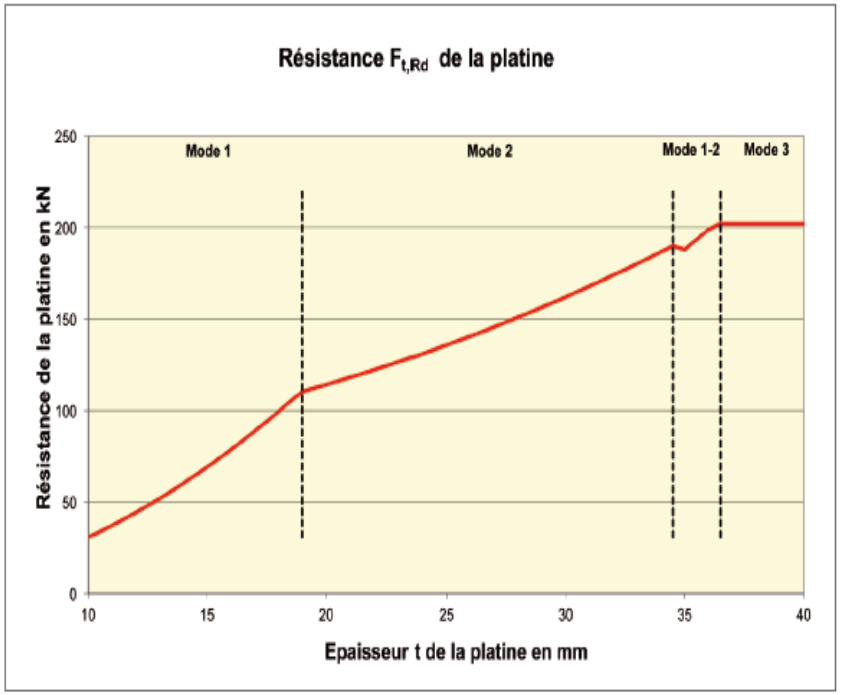
n° poteau	Type HEA	Moment ELUfond	h	t_f	Z	$F_{t,Ed}$	A_{smin}	Désignation tige	A_s	$F_{t,Rd}$	Critère traction	Critère cisaillement	Critère efforts combinés
		kN.m	mm	mm	mm	kN	mm²		mm²	kN			
1	180	57,1	171	9,5	231,25	123,5	343,1	M24	353	127,1	0,97	0,07	0,76
2	220	88,6	210	11	279,50	158,6	440,5	M27	459	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		$F_{t,1,Rd} = \frac{4.M_{pl,Rd}}{m_x}$ où $M_{pl,Rd} = \frac{t^2.f_{yp}.l_{eff}}{4.\gamma_{M0}}$ avec l_{eff} longueur efficace selon tableau 6.6 de NF EN 1993-1-8, t épaisseur de platine et f_{yp} limite élastique de l'acier de la platine		$F_{t,1-2,Rd} = \frac{2.M_{pl,Rd}}{m_x}$
Mode 2 : Ruine de boulons avec plastification de la semelle		$F_{t,2,Rd} = \frac{2.M_{pl,Rd} + 2.n.F_{t,Rd,ancrage}}{m_x + n}$ où n = min (e_x; 1,25 x m_x) et $F_{t,Rd,ancrage}$ la résistance ultime d'un boulon		
Mode 3 : Ruine de boulons		$F_{t,3,Rd} = \sum F_{t,Rd,ancrage}$		



Annexes

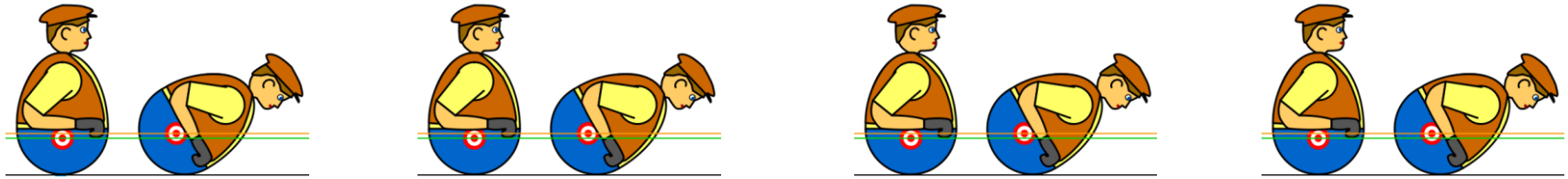
F – Stabilité externe de la fondation

Principe : poinçonnement - **renversement** - glissement

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

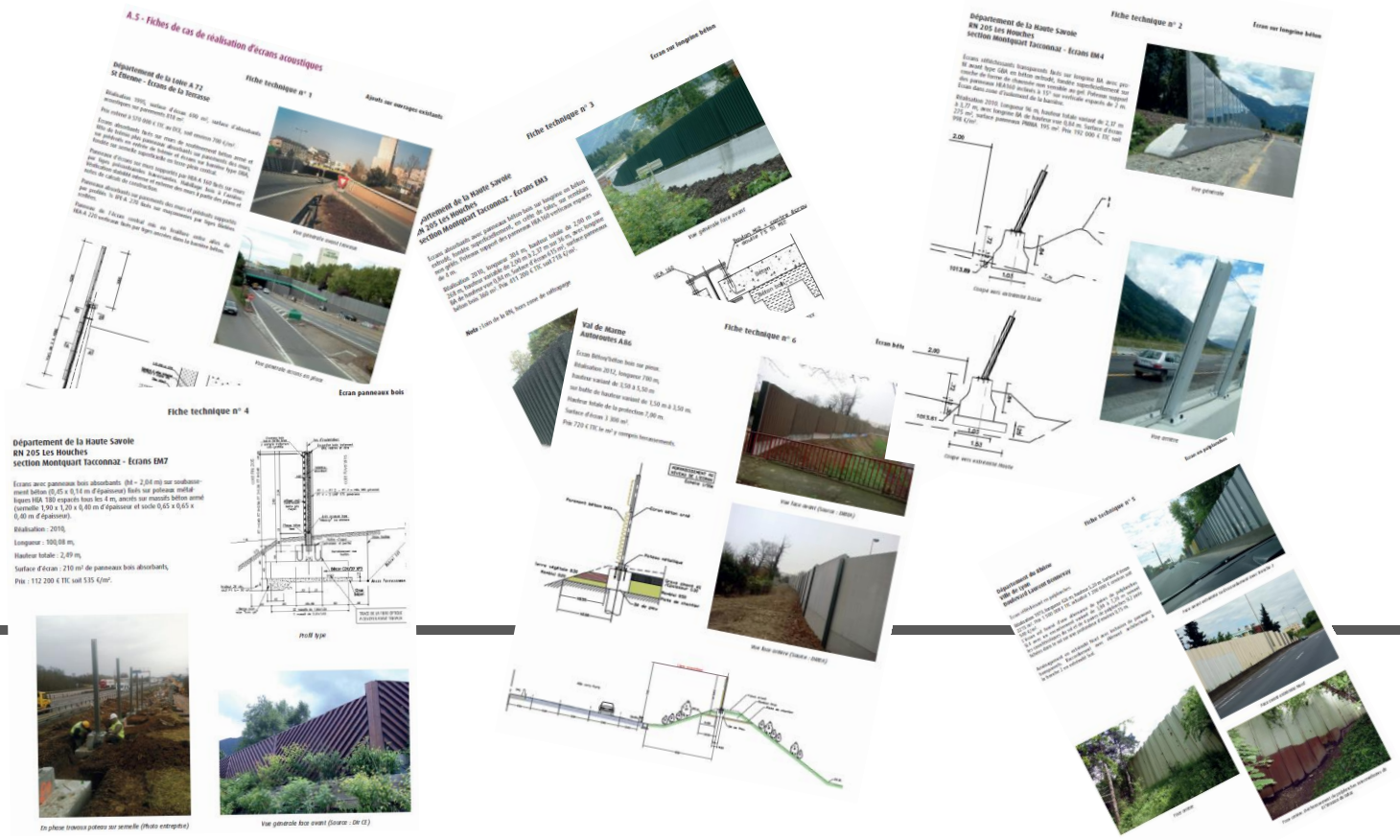
$$2.(1 - 2.e / B) > 1 \text{ soit } 4 . e / B < 1$$

	Durable		Transitoire	
Panneau	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 reconnaissances 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) :

  → Pl - Pf - Em - α ;

  → 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 (Piezzomètre)** 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 ;

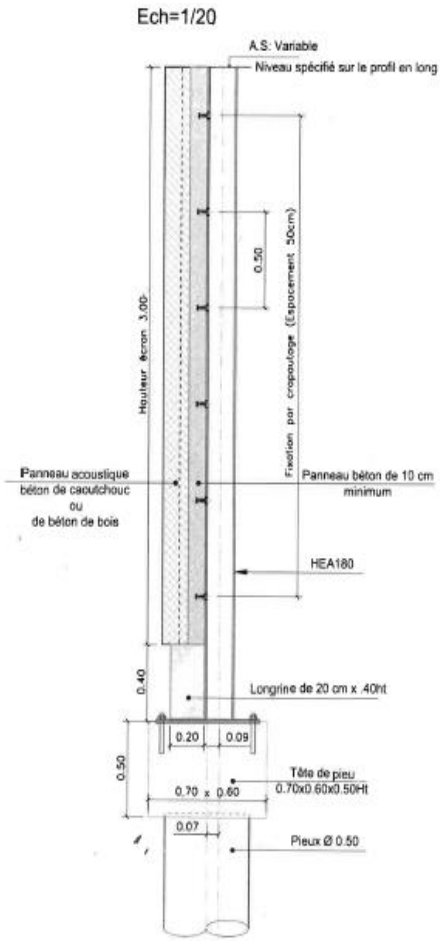
→ Coût ;

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 ;

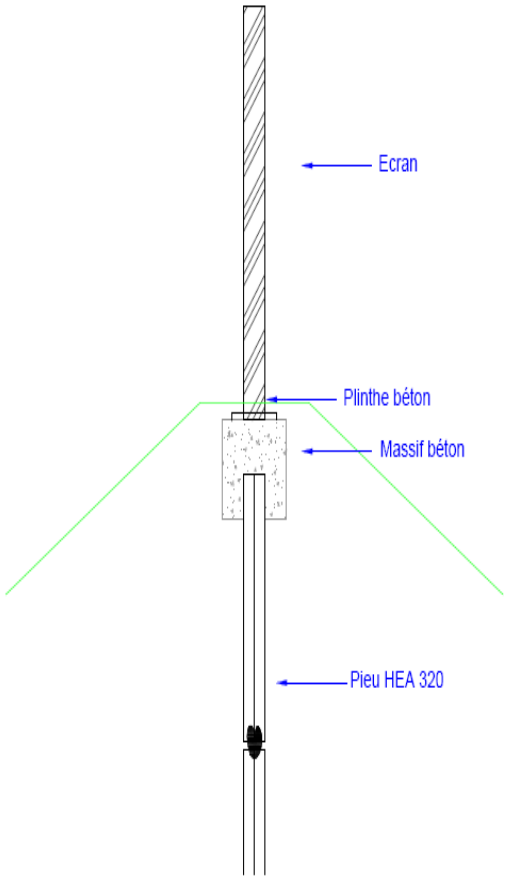
→ Coût ;

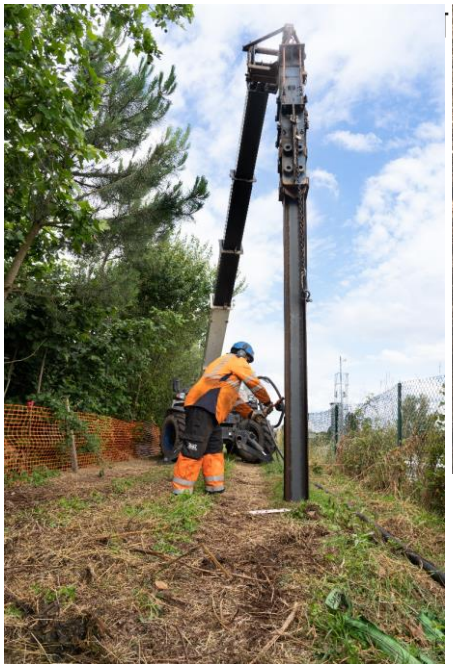
Inconvénients :

→ Pb de corrosion en fonction de la nature du sol traversé ou de présence d'eau (Epaisseur sacrificielle) ;

→ Présence d'éléments indurés ou de sol trop compact (Refus éventuel) ;

→ Voisinage (Pb éventuel de vibration ou de choc mais bonne maitrise actuelle) ;





Pieux vibrofoncé et massif tête de pieu

Pieux vibrofoncé et massif tête de pieu

❖ ***Micro-pieux :***

Avantages :

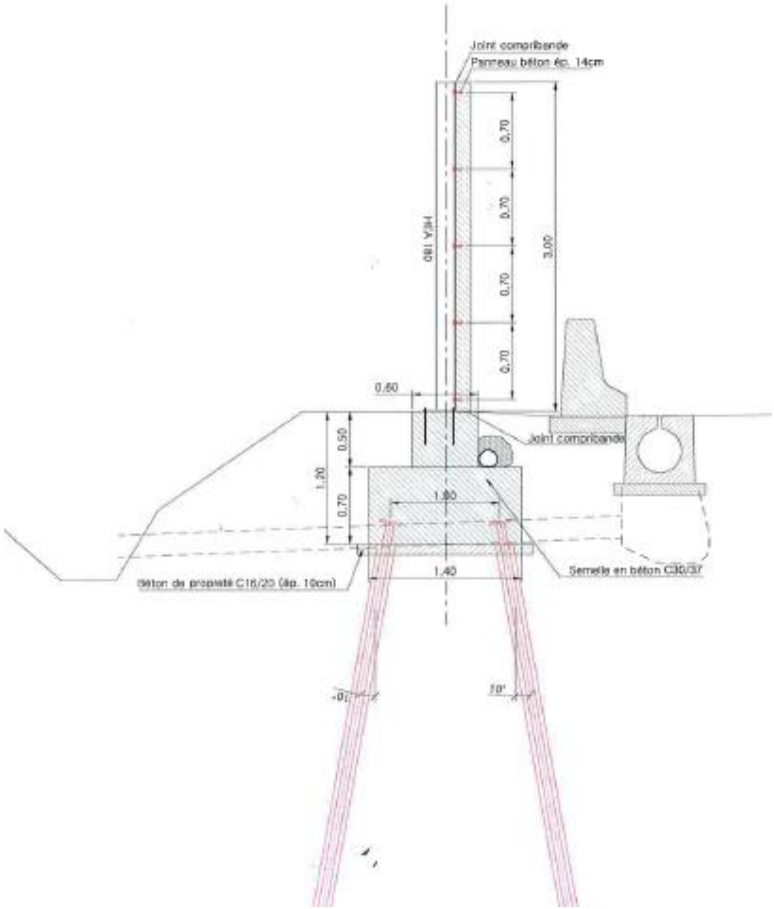
→ Possibilité de les réaliser même en cas d'accès difficile (Encombrement limité des ateliers, retrait rapide et faible étendue du bras de forage) ;

→ 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 :

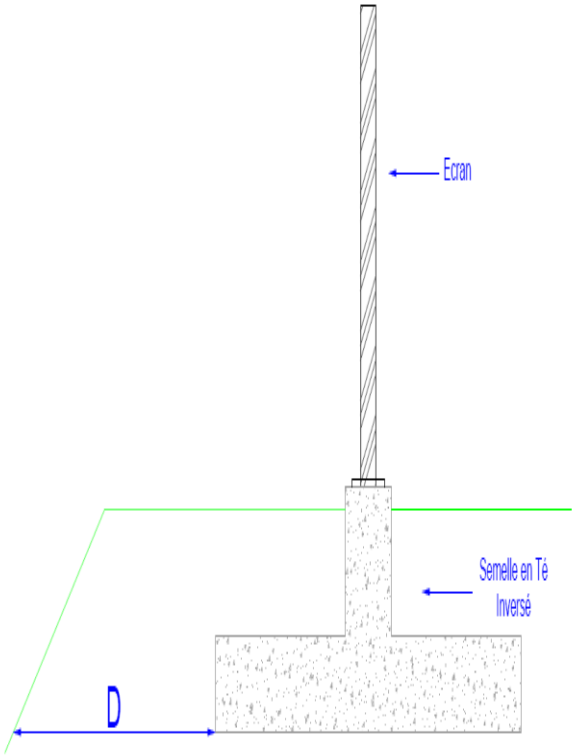
→ Coût relativement élevé ;

→ Temps de réalisation long ;

→ Volume de terrassements et de béton important ;

→ Portance du sol élevée ;

→ Présence de réseaux à proximité.



Fondation superficielle

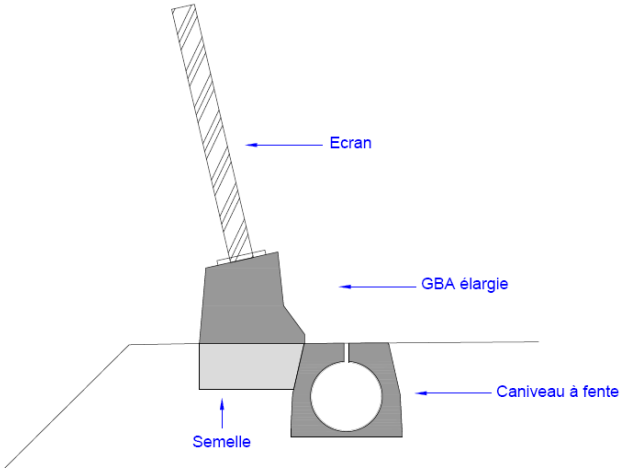
❖ ***GBA élargies :***

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 ;
→ Ferraillage oui / non ?
→ NF EN 1992-2 à utiliser pour le ferraillage ?

SER
SYNDICAT

CidB
Centre d'information sur le Bruit

Protections Acoustiques

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[15].

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.

35

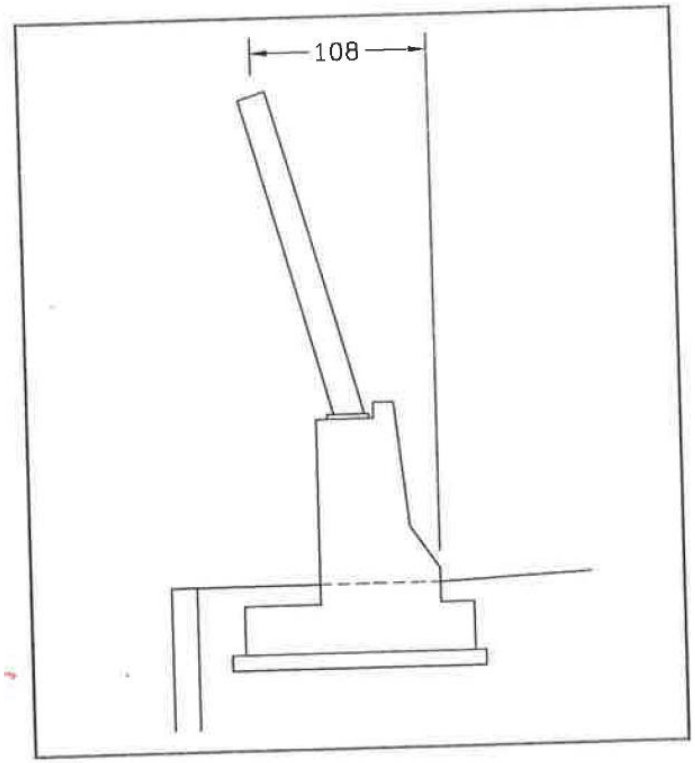
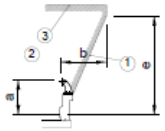
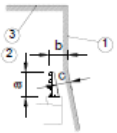
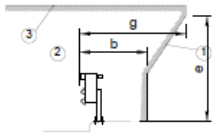
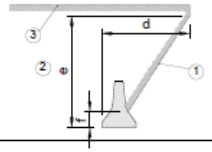
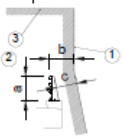
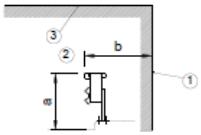


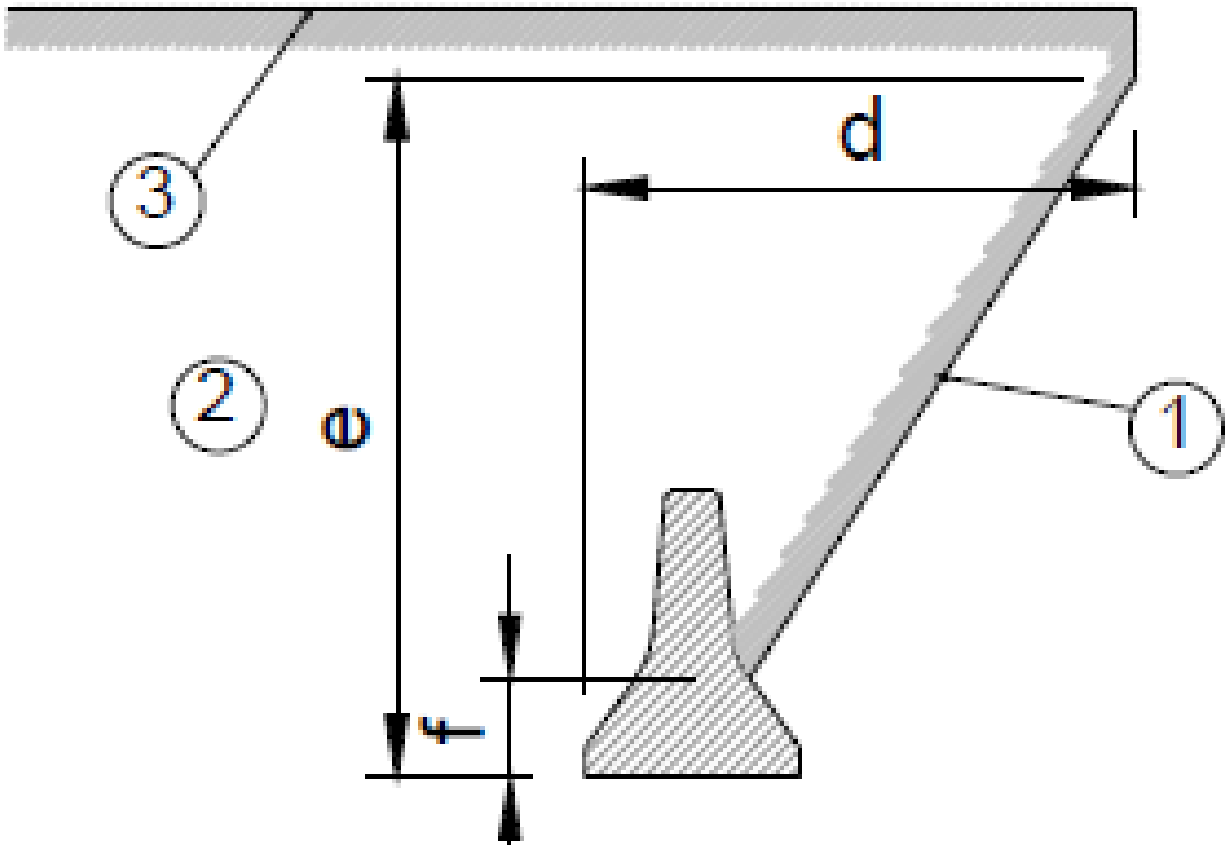
Figure 29
Écran fixé sur une assise en béton dont la face avant est profilée en forme de DBA (Cotes en cm).

		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					

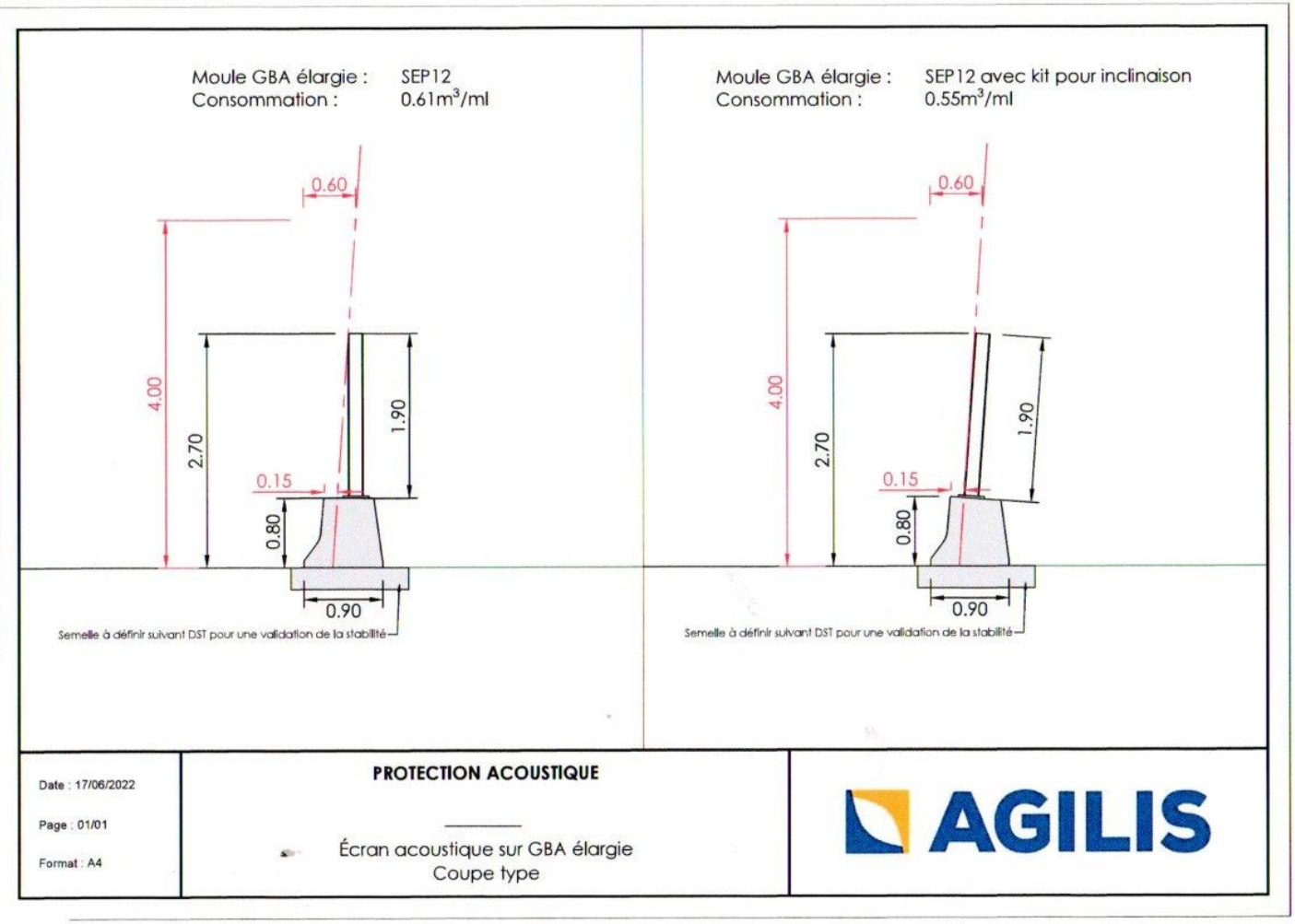
(1) Limite de zone ou l'implantation d'écran ou d'éléments d'écran est possible en considérant que le chargement reste solidaire du véhicule.

(2) Zone ou l'implantation d'écran ou d'éléments d'écran est fortement déconseillée

(3) Gabarit



d = 1.20m
e = 3.80m
f = 0.33m


Moule GBA élargie : SEP12
Consommation : 0.61m³/ml
0.60
4.00
2.70
1.90
0.15
0.80
0.90
Semelle à définir suivant DST pour une validation de la stabilité
Moule GBA élargie : SEP12 avec kit pour inclinaison
Consommation : 0.55m³/ml
0.60
4.00
2.70
1.90
0.15
0.80
0.90
Semelle à définir suivant DST pour une validation de la stabilité
Date : 17/06/2022
Page : 01/01
Format : A4
PROTECTION ACOUSTIQUE
Écran acoustique sur GBA élargie
Coupe type
AGILIS

Ecrans	**ECR1. Quelles sont les solutions possibles pour mettre en place des écrans anti-bruit en présence d'une barrière de sécurité ?** *(13/02/15)* *(Complétée en avril 2022)*	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 : • 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) ; • 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) ; • 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 éc acoustique). 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).

MERCI

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

Cerema

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB
Centre d'information sur le Bruit

LES MATÉRIAUX

Pierre QUENNOY - SER / MICE

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

MICE INFRACOUSTICS

Protections Acoustiques

JOURNÉE TECHNIQUE SER
Protections Acoustiques 2022

Mercredi 14 septembre 2022

STATISTIQUES

Surfaces en m²/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
TOTAL	***114110***	***83690***	***82790***	***34420***	***109117***

CLIQUEZ ET MODIFIEZ LE TITRE

STATISTIQUES

RÉPARTITION EN %

TYPE	2017	2018	2019	2020	2021
BETON	71	54	82	57	23
BOIS	13	20	9	21	10
METAL	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

CLIQUEZ ET MODIFIEZ LE TITRE

OFFRE INDUSTRIELS

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

CLIQUEZ ET MODIFIEZ LE TITRE

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

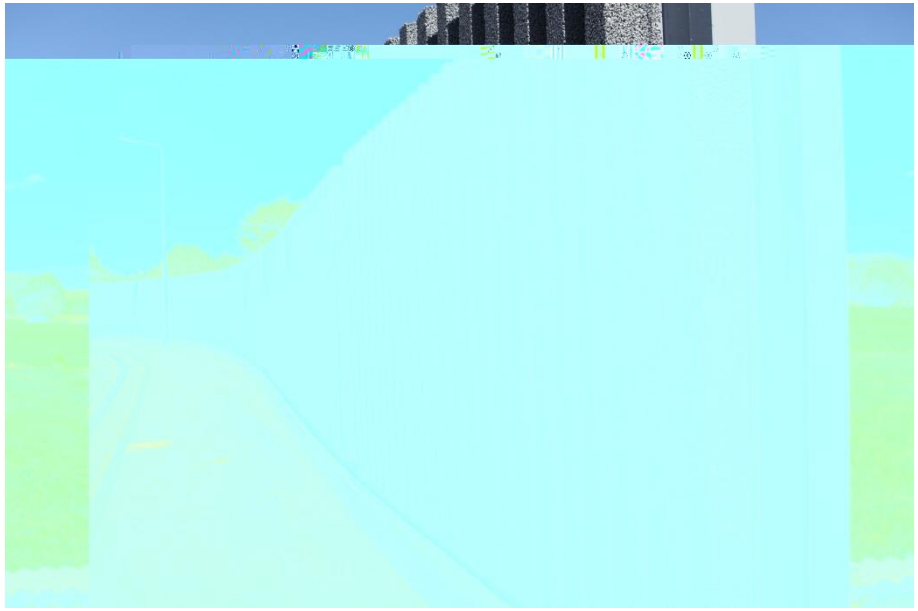
CLIQUEZ ET MODIFIEZ LE TITRE

BETON BOIS

Guide FIB écrans

BETON BOIS

BETON ABSORBANT



Caoutchouc - Argile - Pouzzolane

CLIQUEZ ET MODIFIEZ LE TITRE

BOIS ABSORBANT

Guide Arébois

CLIQUEZ ET MODIFIEZ LE TITRE

BOIS ABSORBANT

CLIQUEZ ET MODIFIEZ LE TITRE

METAL ABSORBANT

CLIQUEZ ET MODIFIEZ LE TITRE

TRANSPARENT REFLECHISSANT

CLIQUEZ ET MODIFIEZ LE TITRE

OUVRAGE ART

CLIQUEZ ET MODIFIEZ LE TITRE

TRANSPARENT SEMI-ABSORBANT

CLIQUEZ ET MODIFIEZ LE TITRE

PVC ABSORBANT

CLIQUEZ ET MODIFIEZ LE TITRE

ISSUE DE SECOURS

COURRONNEMENT

CLIQUEZ ET MODIFIEZ LE TITRE

TREMIE, ENTREE TUNNEL, PAREMENT

CLIQUEZ ET MODIFIEZ LE TITRE

GRILLAGE ANTIGRAFFITI

ECRAN VÉGÉTALISABLE

AVENIR

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

MERCI !

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

MICE INFRACOUSTICS

ECRANS ACOUSTIQUES

NOUVELLES NORMES DE MESURES DE RECEPTION ACOUSTIQUE

Pascal GUITTAT - SER / SIXENSE ENGINEERING

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE
sixense

1er 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

2ème 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

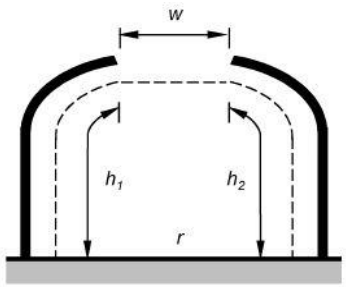
CHAMP REVERBERE : CAS DE FIGURES

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)

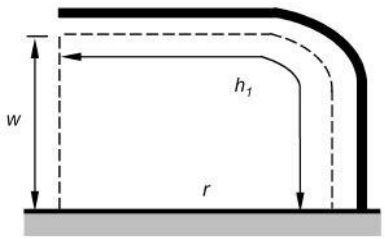
Remarque :

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



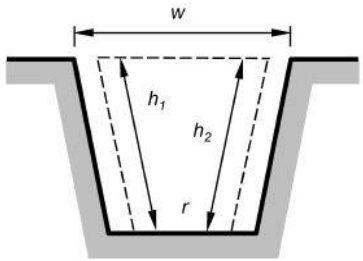
Key
h_1: length of left barrier surface
h_2: length of right barrier surface
envelope, $e = w+h_1+h_2$

(a) Partial cover on both sides of the road



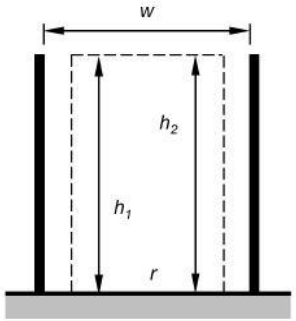
Key
h_1: length of partial cover surface envelope
$e = w+h_1$

(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, $e = w+h_1+h_2$

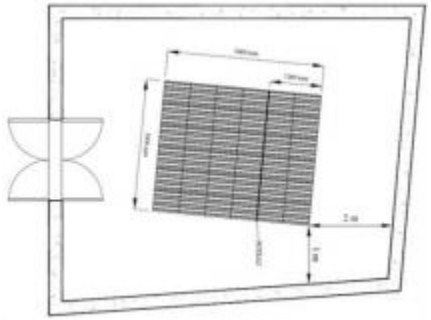
(d) Tall barriers or buildings

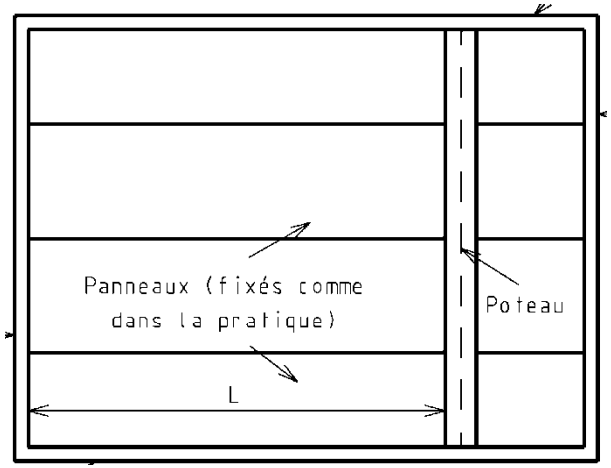
ABSORPTION : QUALIFICATION CHAMP DIFFUS SELON 1793-1

Essai en salle réverbérante normalisée

- Echantillon représentatif de 10 à 12 m² avec 1 poteau posé au sol,
- Mesure des durées de réverbération (Tr) sans et avec l'échantillon,
- Calcul du α_{sabine} par 1/3 d'octave
- Calcul d'un indicateur unique global en dB(A) : $DL_{\alpha,NRD}$

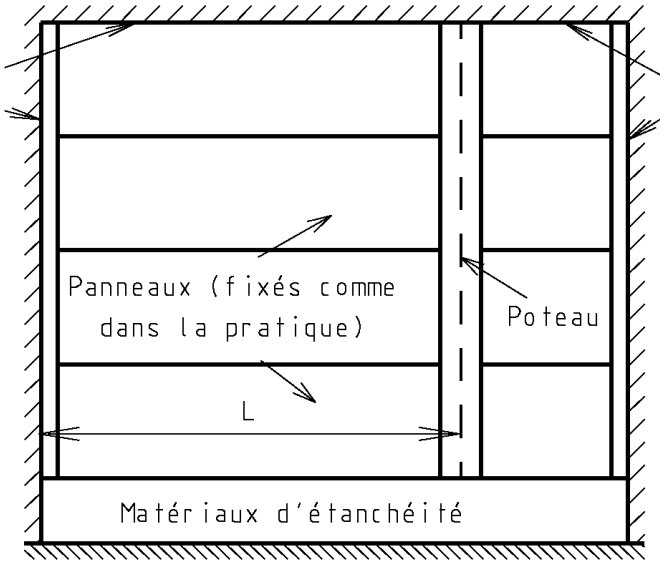
(Attention : DLα avant 2017)





Essai en salle réverbérante normalisée

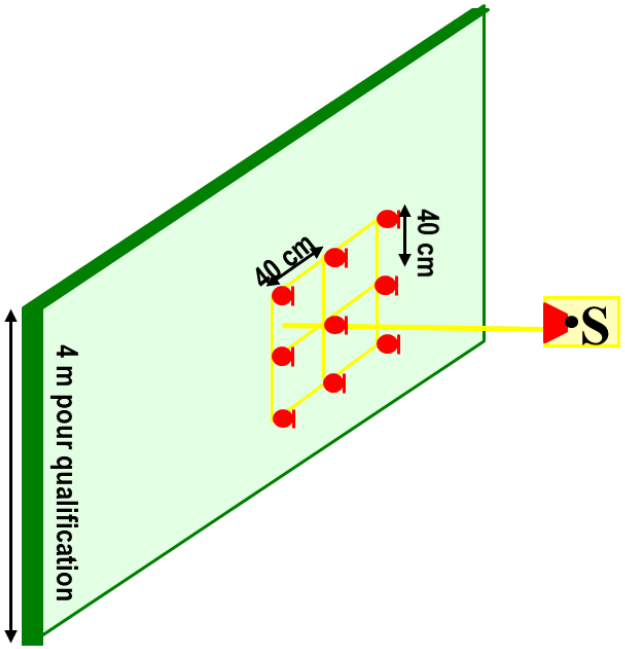
- Echantillon représentatif de 10 m² avec 1 poteau intégré en cloison séparant 2 salles d'essais,
- Production champ sonore en salle émission (HP) et mesure des niveaux de pression acoustiques (émission / réception)
- Calcul de l'indice R par 1/3 d'octave
- Calcul d'un indicateur unique global en dB(A) : DL_R



RÉFLEXION : QUALIFICATION OU RÉCEPTION SELON 1793-5 (« ADRIENNE »)

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}



RÉFLEXION : QUALIFICATION OU RÉCEPTION SELON 1793-5 (« ADRIENNE »)

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

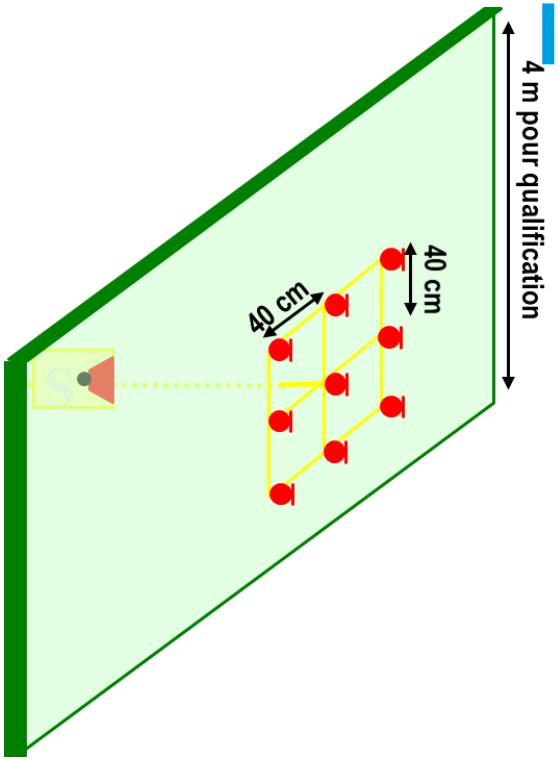
CidB Centre d'information sur le Bruit

Protections Acoustiques

ISOLATION : QUALIFICATION OU RÉCEPTION SELON 1793-6 (« ADRIENNE »)

Mesure in situ, chez fabricant ou sur chantier

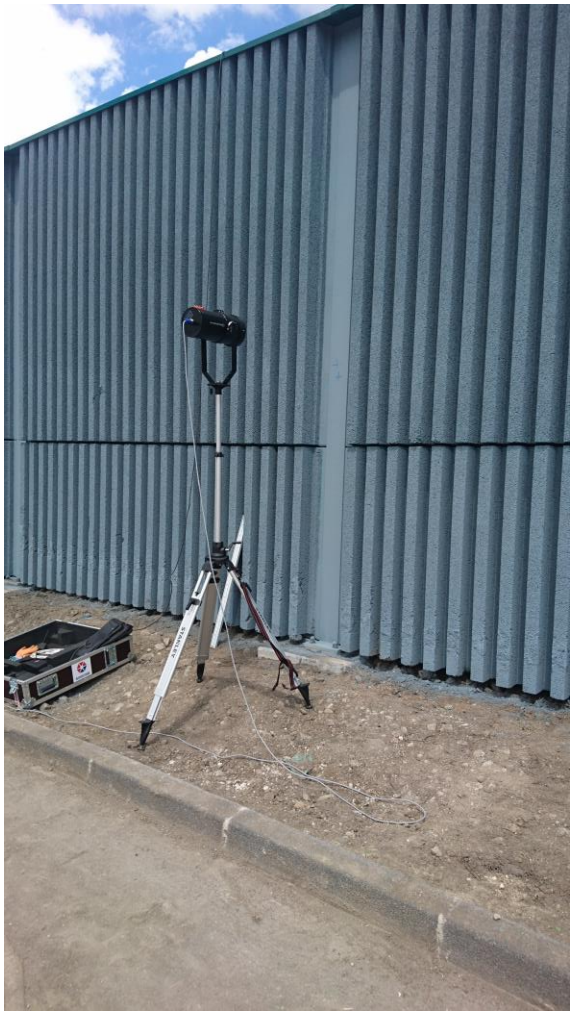
- **Hauteurs mini** :
  - 4m pour la qualification d'un panneau
  - De l'ordre de 2m pour la réception sur site
- **Réalisation des mesures**
  - Deux mesures avec écran (en milieu de panneau et à un poteau) et sans l'écran
  - Génération par HP d'un signal permettant le calcul des réponses impulsionnelles
  - 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}



RÉFLEXION : QUALIFICATION OU RÉCEPTION SELON 1793-5 (« ADRIENNE »)

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB Centre d'information sur le Bruit



Protections Acoustiques

SYNTHESE NORMES 1793-1 À -6

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

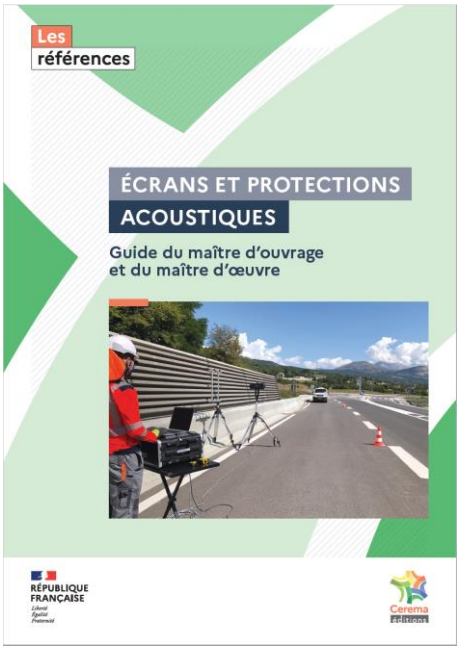
CidB Centre d'information sur le Bruit

Objet essai	Destination	Type	Lieu d'essai	Norme	Indicateur	
Qualification Produit	Parement trémie / tunnel	Absorbant	Labo	NF EN 1793-1	DL_{α}	Indice unique d'évaluation de la performance d'absorption acoustique
		Absorbant & Réfléchissant		NF EN 1793-2	DL_R	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_{SI}	Indice unique d'évaluation de la de la réflexion acoustique
		Absorbant & Réfléchissant		NF EN 1793-6	DL_{RI}	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_{SI}	Indice unique d'évaluation de la de la réflexion acoustique
		Absorbant & Réfléchissant		NF EN 1793-6	DL_{RI}	Indice unique d'évaluation de l'isolation acoustique

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

Protections Acoustiques

POUR ALLER PLUS LOIN …



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 minimales recherchées en fonction du type de protection acoustique à réaliser pour chacune des méthodes précitées:

9.1 - PERFORMANCES D'ABSORPTION ACOUSTIQUE :

	DL_α selon EN 1793-1	DL_RI 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_R selon EN 1793-2	DL_SI,E / DL_SI,P / DL_SI,G selon EN 1793-6
Couvertures totales	≥ 40 dB	
Ecrans et ouvrages de grande hauteur (≥ 5 m) et couvertures partielles	≥ 35 dB	≥ 36 dB
Autres écrans ou parois	≥ 25 dB	≥ 28 dB

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 Certu/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_R et perte locale d'énergie par transmission notée TL_T). 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_R = 7 dB (selon NF S 31089) -> DL_RI = 5 dB (selon NF EN 1793-5);
- TL_T = 27 dB (selon NF S 31089) -> DL_SI = 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_SI,E);
- 1 mesure d'isolation devant poteau (DL_SI,P);
- 1 mesure d'absorption en milieu de travée (pour un écran revendiquant cette performance: DL_RI).

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

PRÉVISION DE LA PERFORMANCE D'ÉCRANS COMPLEXES

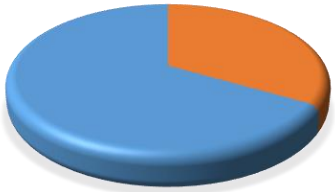
CARTOGRAPHIE ET ÉTUDES D'IMPACT

Julien MAILLARD et al.[1] – CSTB

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

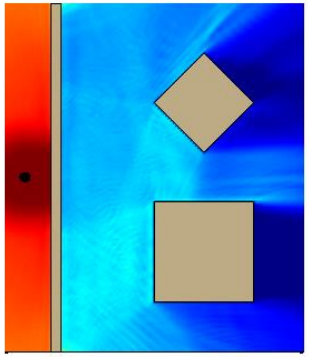
CSTB
le futur en construction

PLAN DE LA PRÉSENTATION



Contexte

Approche



Résultats

Contexte

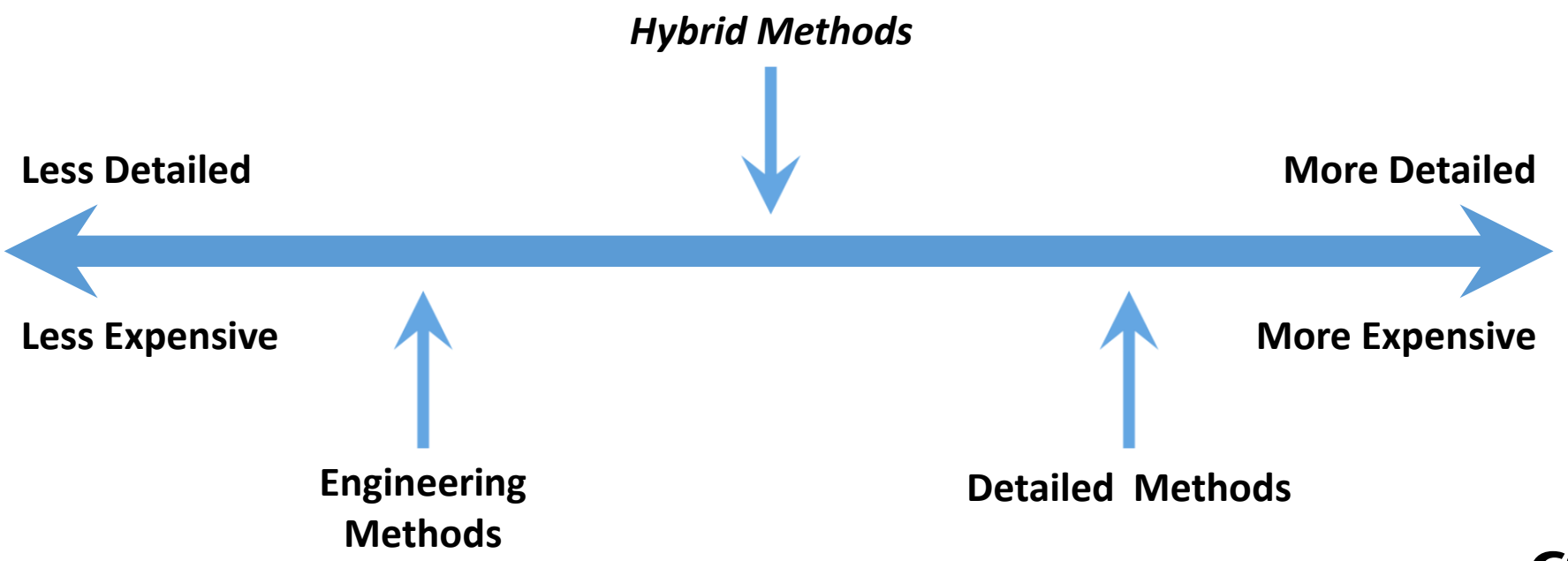
Les protections « complexes »

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

CONTEXTE

Les méthodes prévisionnelles en acoustique sont

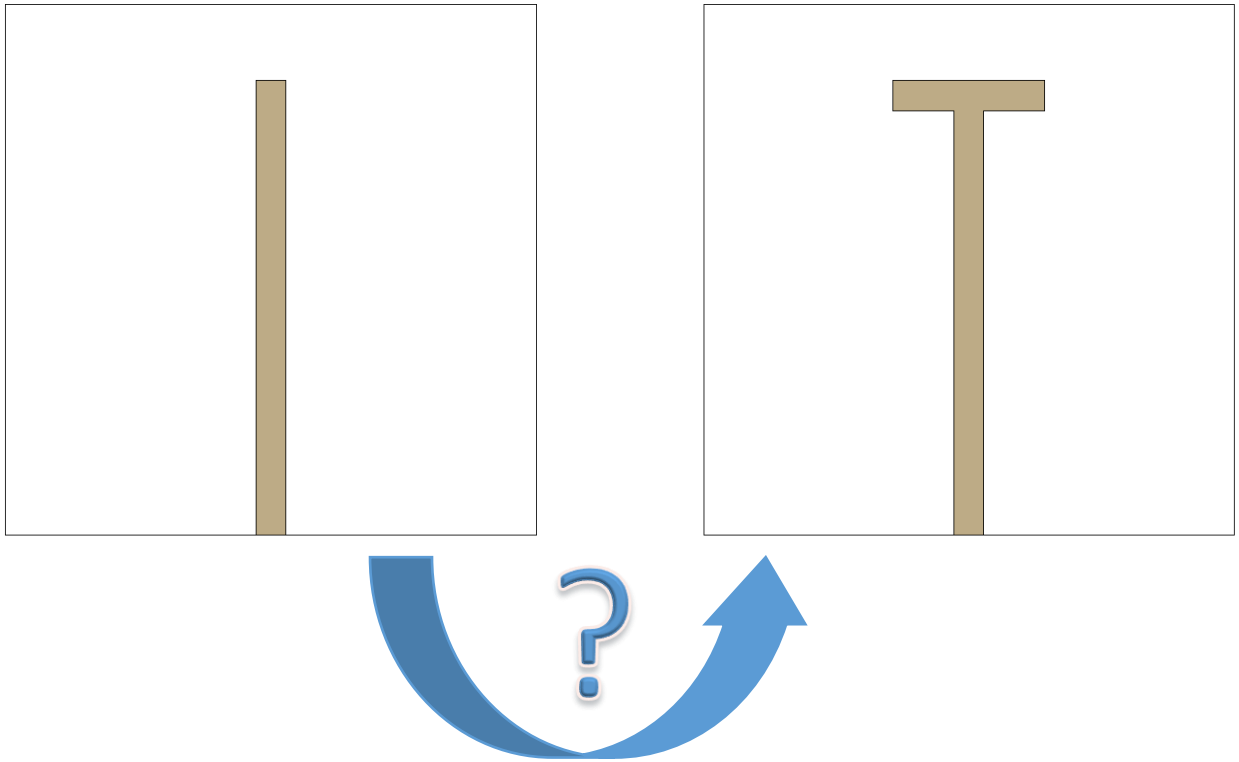
- **soit couteuses**
- **soit inadaptées aux géométries complexes**



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

CONTEXTE

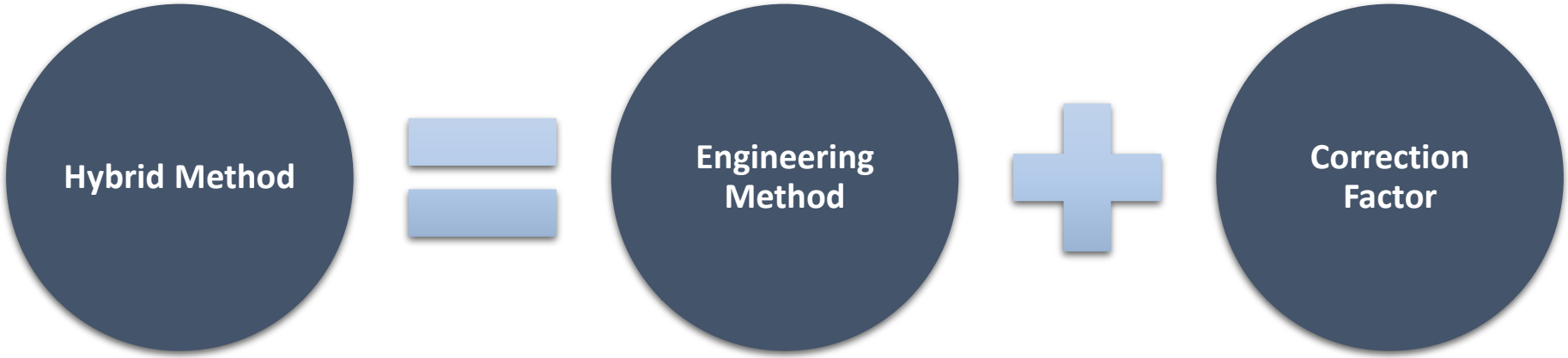
Les méthodes d'ingénierie sont très efficaces mais ne peuvent modéliser que les géométries simples



Approche

APPROCHE

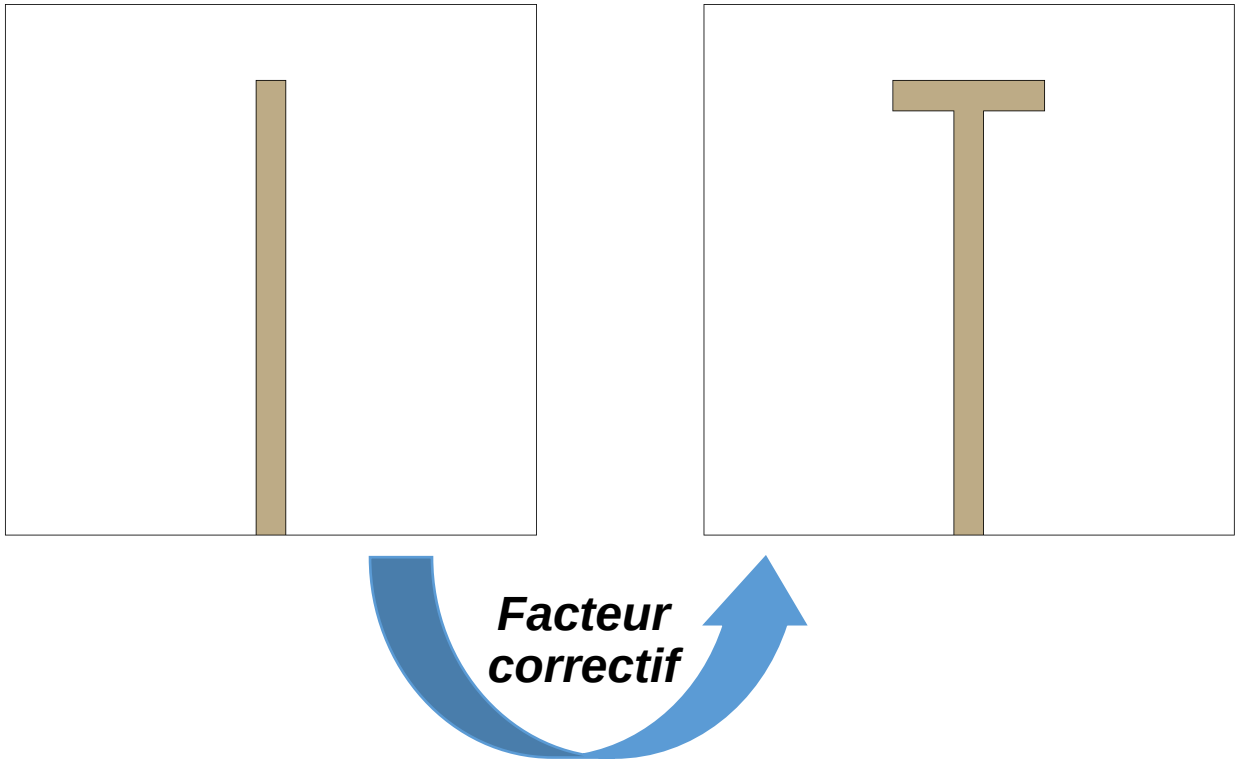
La méthode hybride étend les méthodes d'ingénierie en ajoutant un terme correctif à chaque trajet impactant l'écran



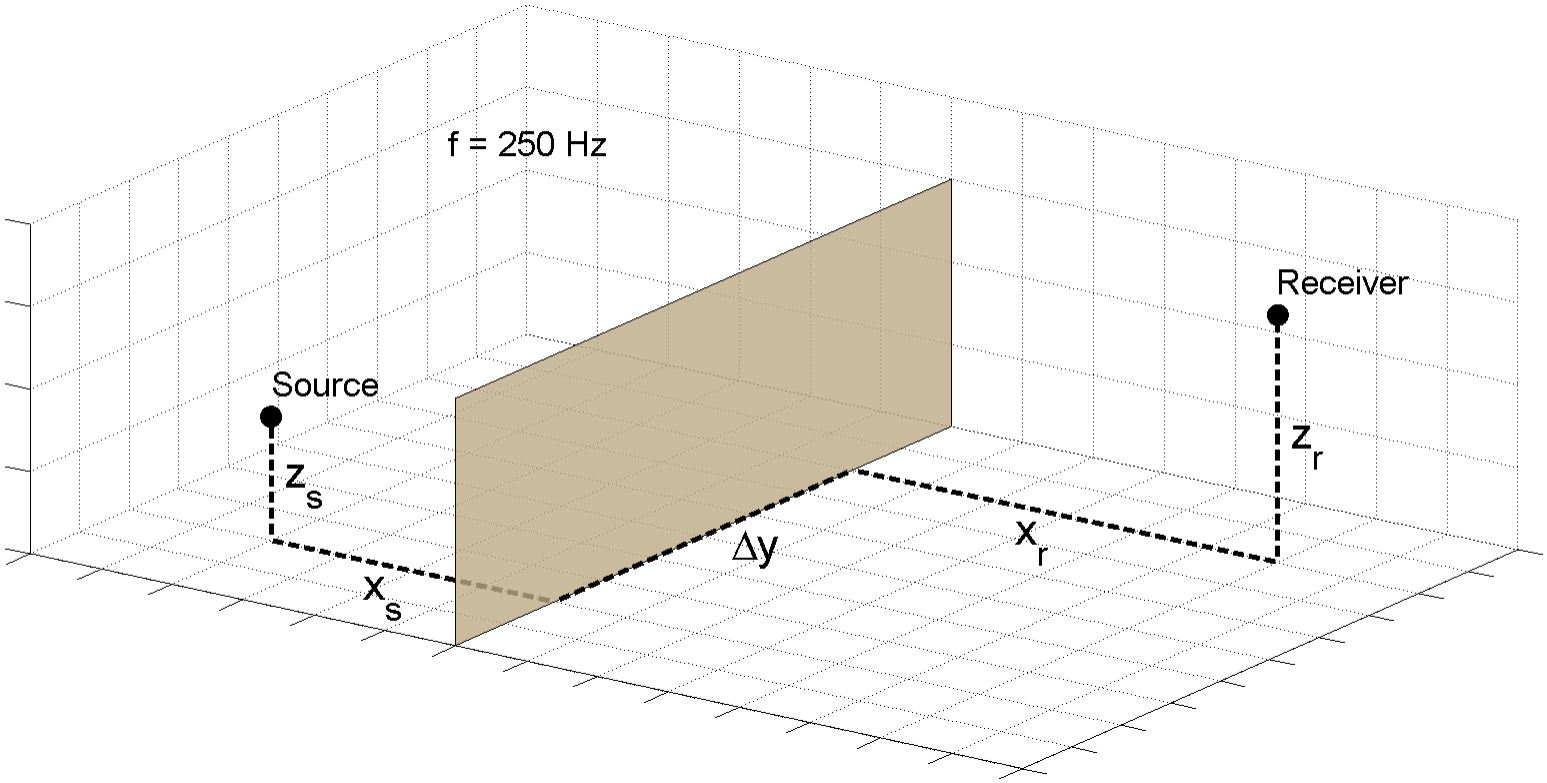
APPROCHE

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

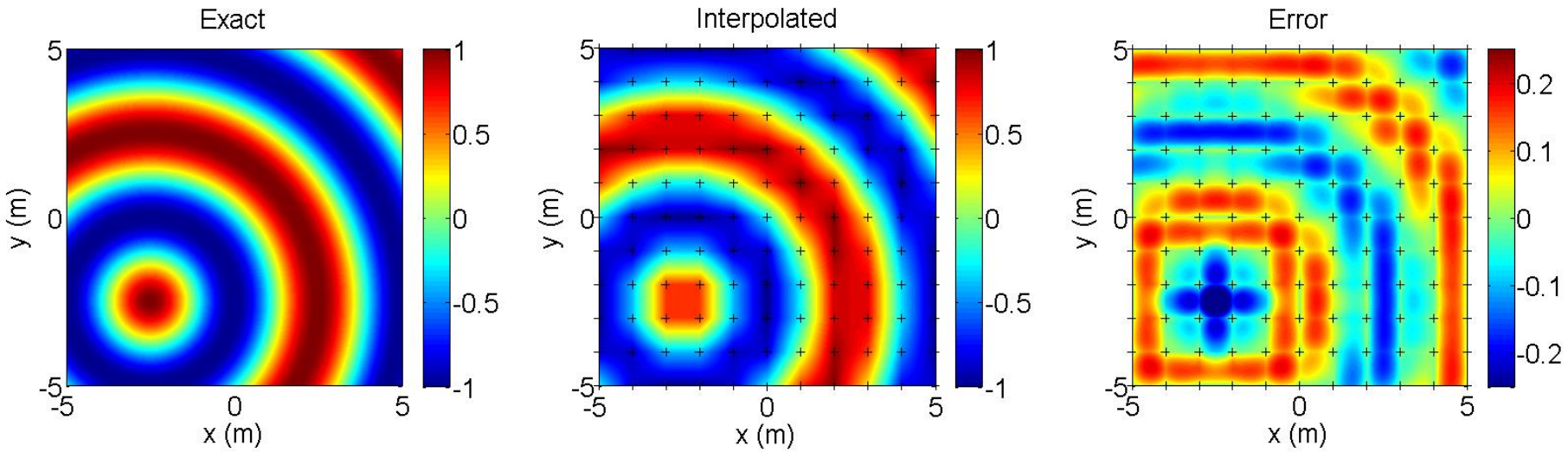
La méthode hybride modélise les cas plus complexes à partir de ce terme correctif



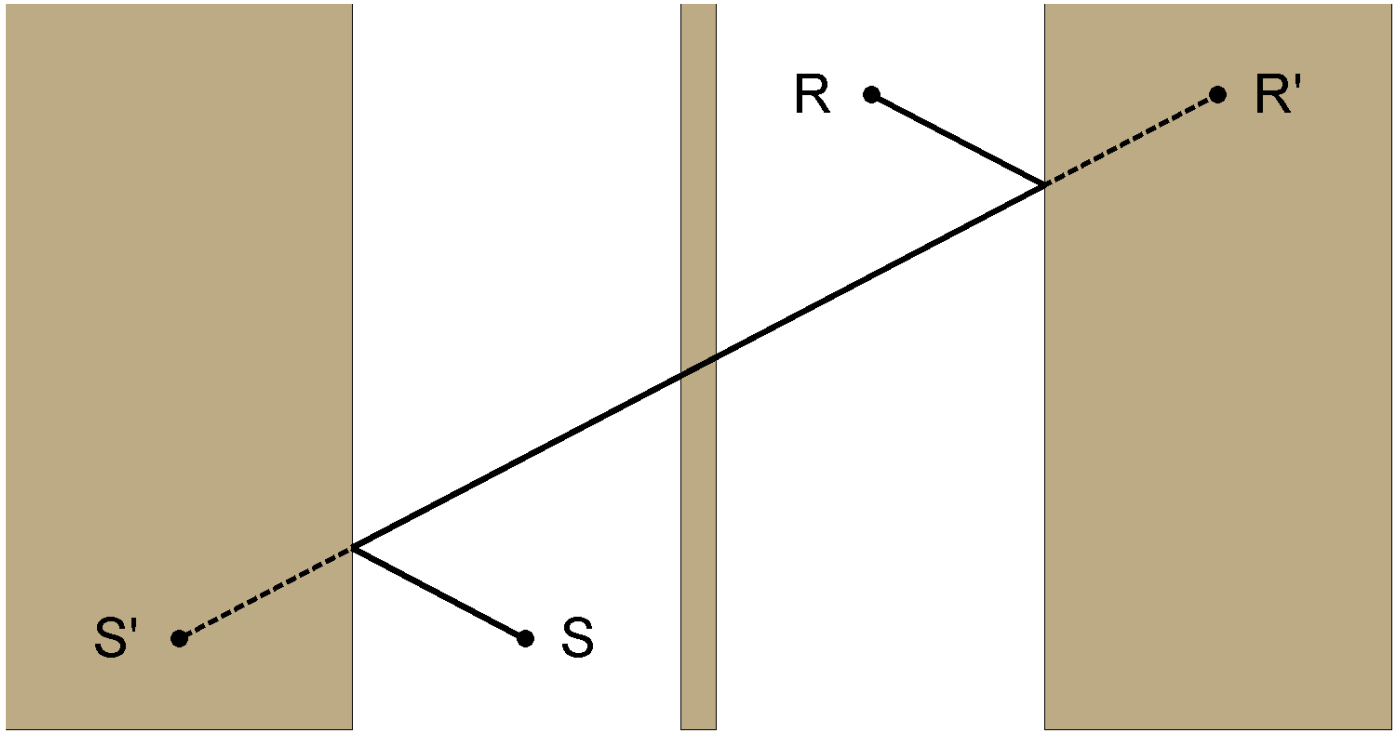
La méthode BEM fournit une table 6D de facteurs correctifs



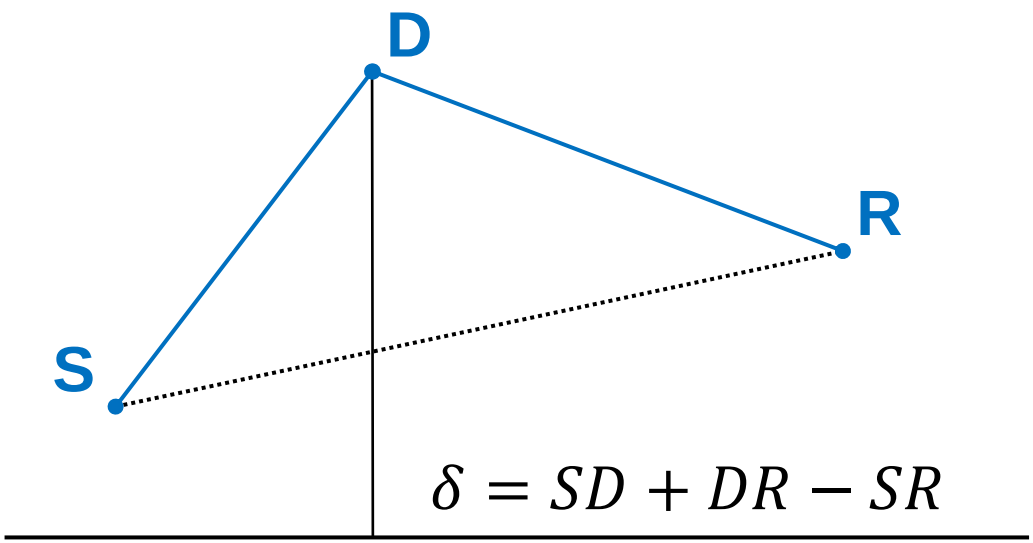
Une interpolation linéaire 5D donne les valeurs pour toute position de source et récepteur



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



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

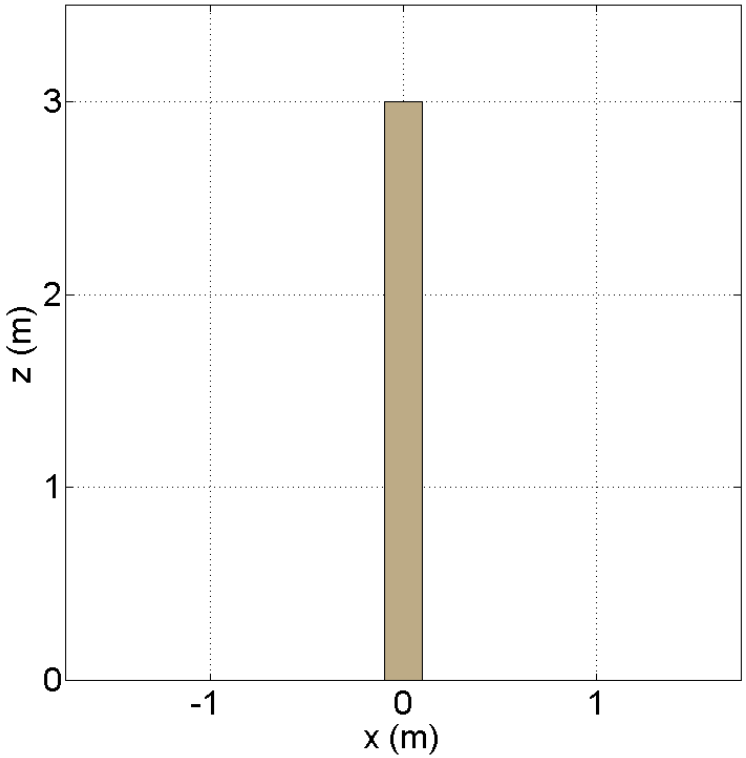


δ, différence de marche

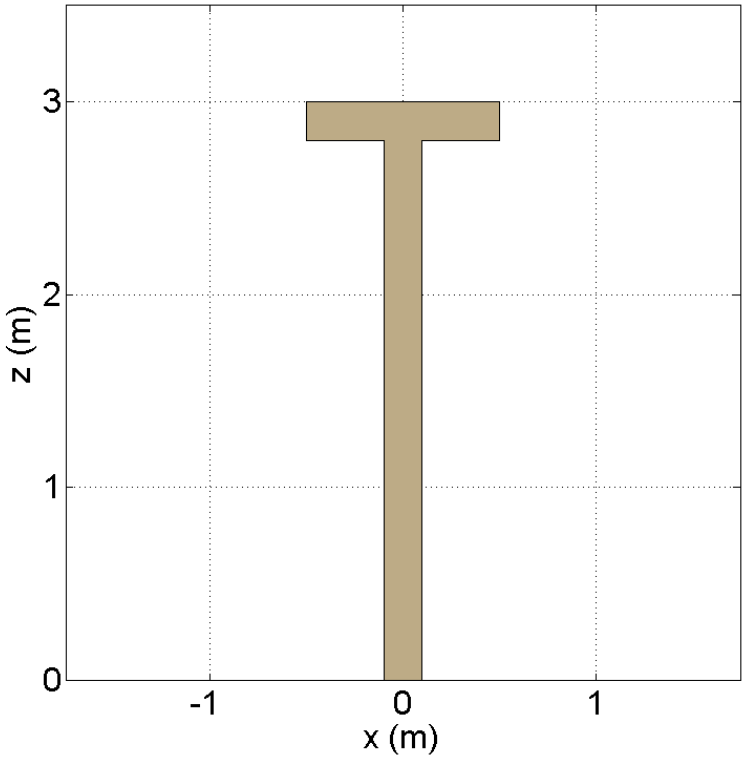
Résultats

RÉSULTATS

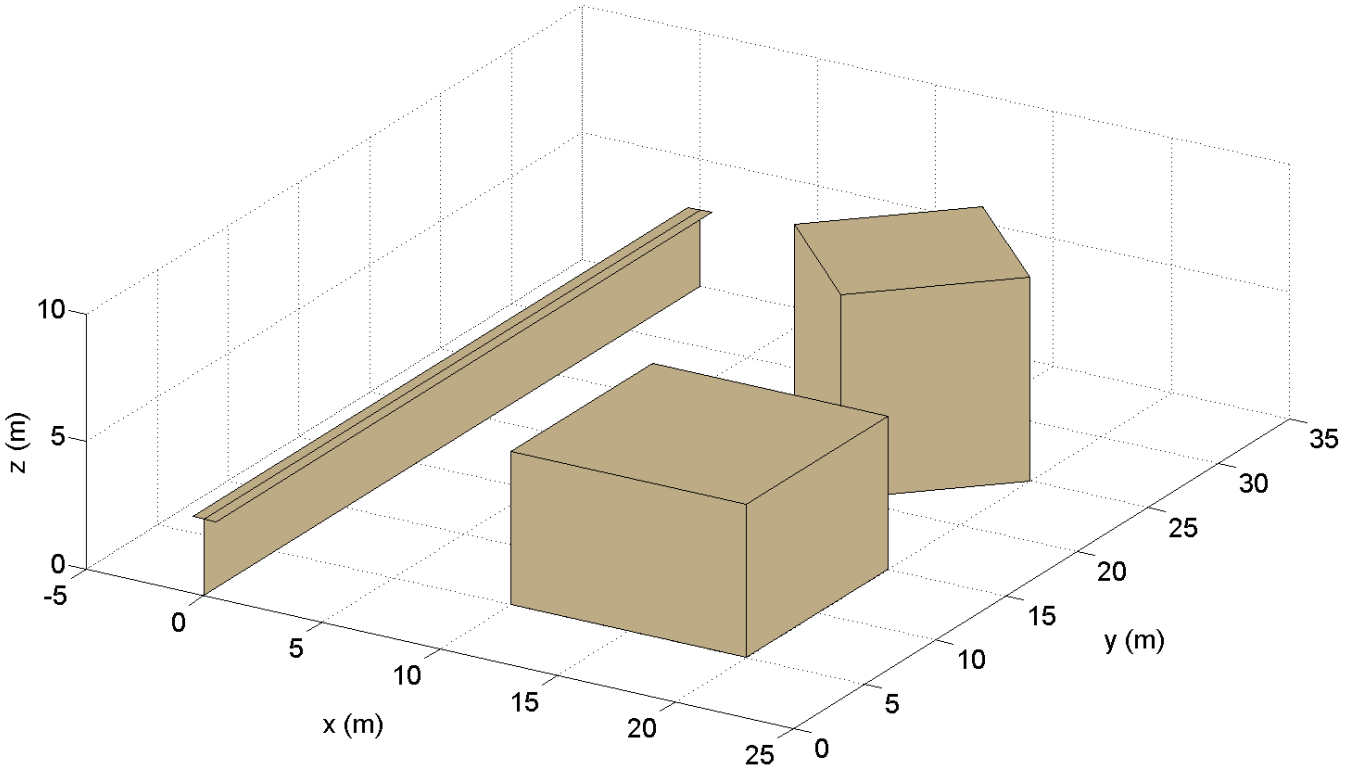
Écran référence : écran droit



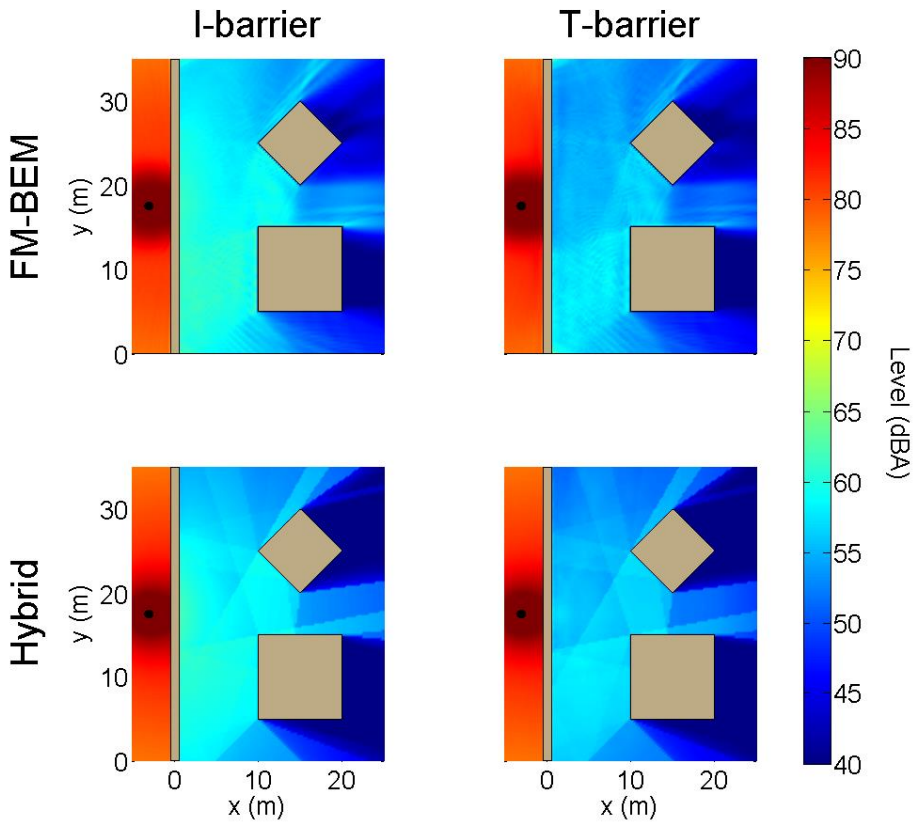
Écran complexe : écran en T



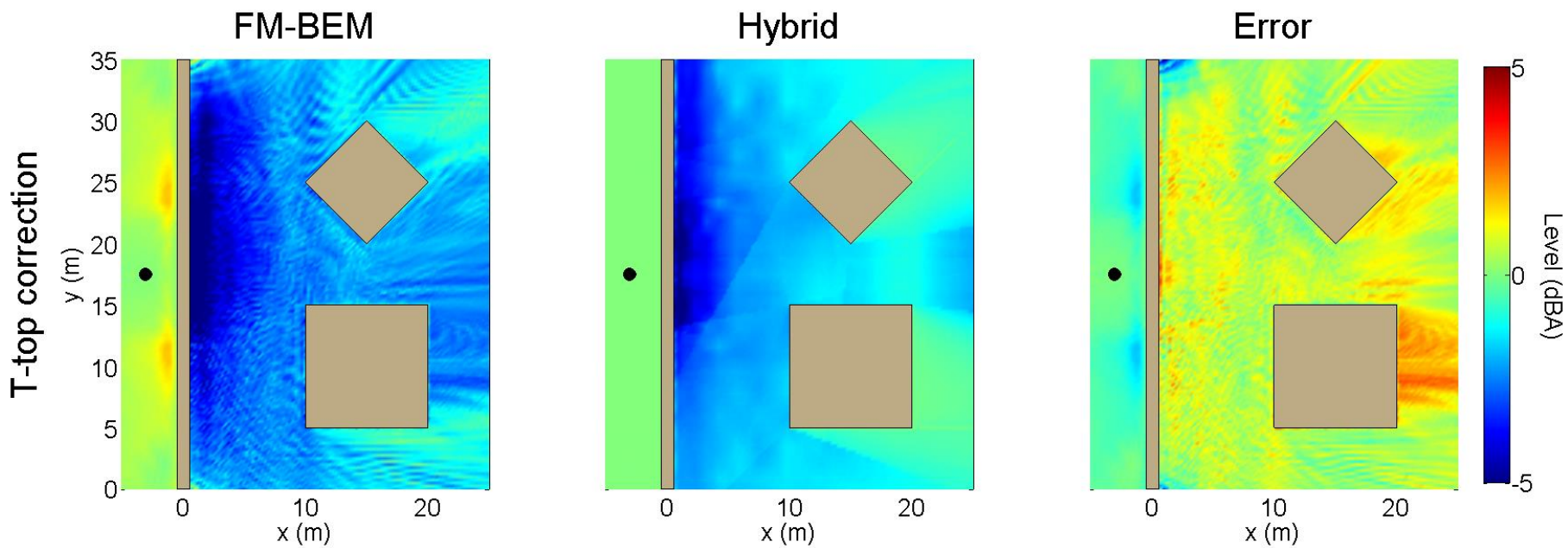
Cas 1 : Ecran en T – avec bâtiments



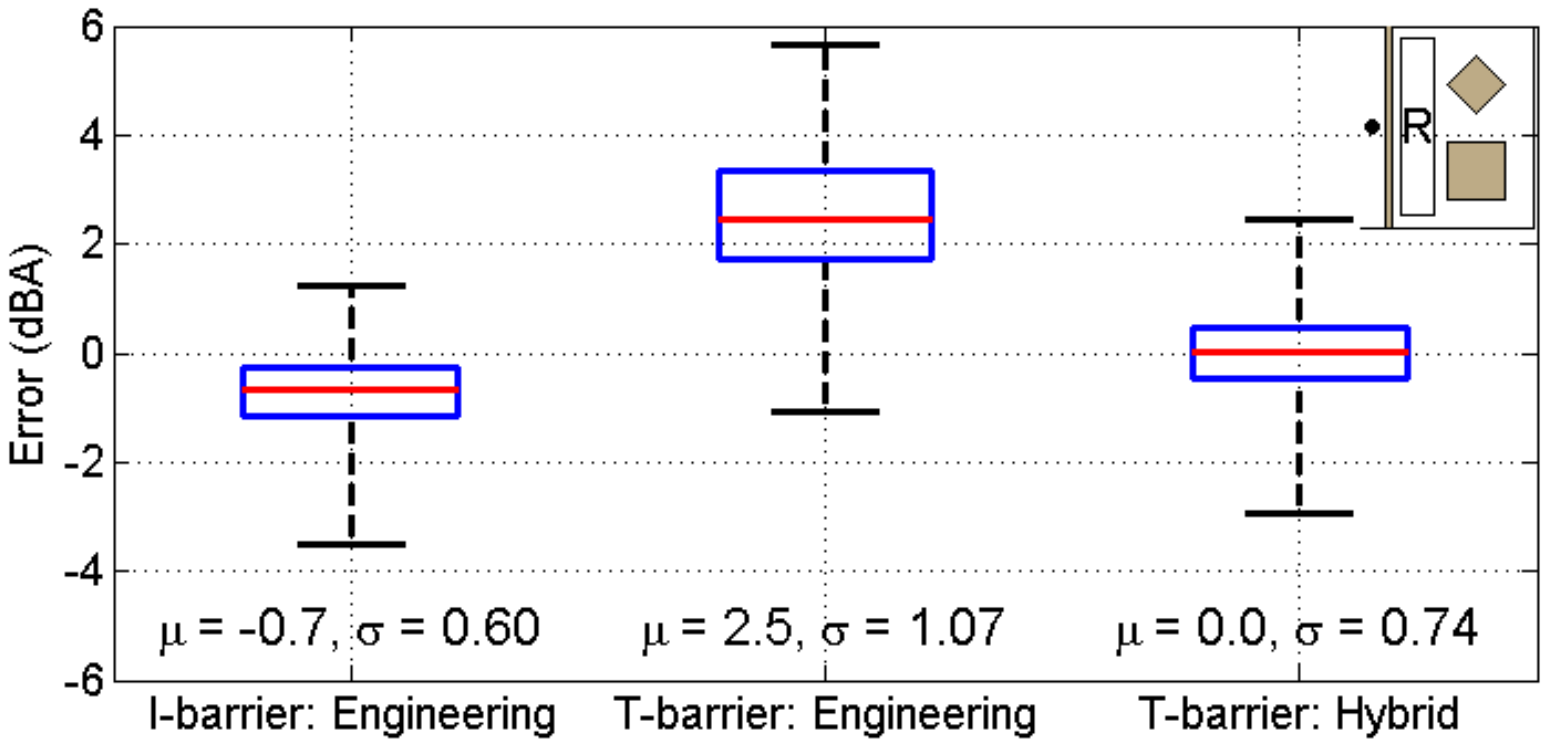
Cas 1 : la méthode hybride approxime correctement l'écran droit et l'écran en T avec bâtiments



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

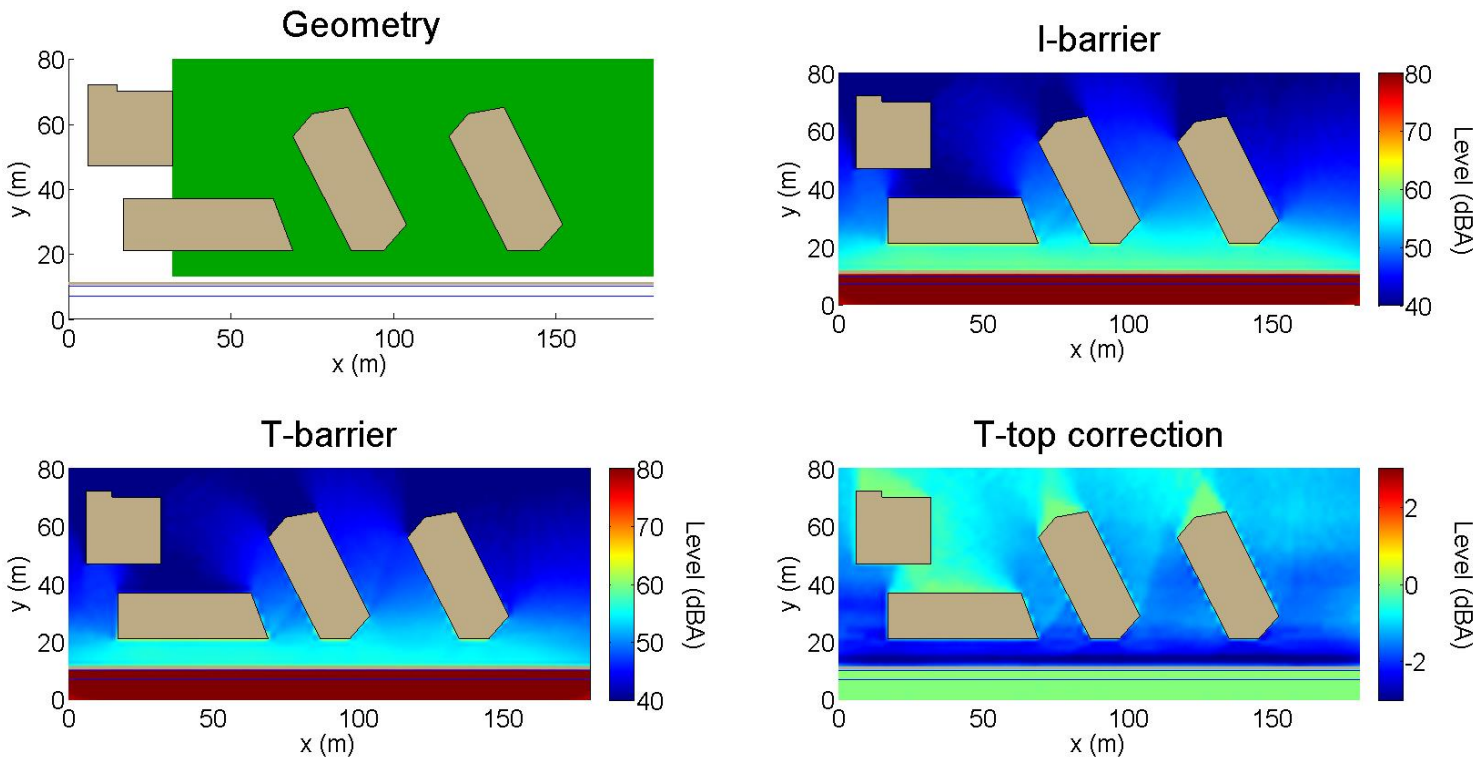


Cas 1 : la méthode hybride réduit l'erreur de calcul de la méthode d'ingénierie pour l'écran en T avec bâtiments

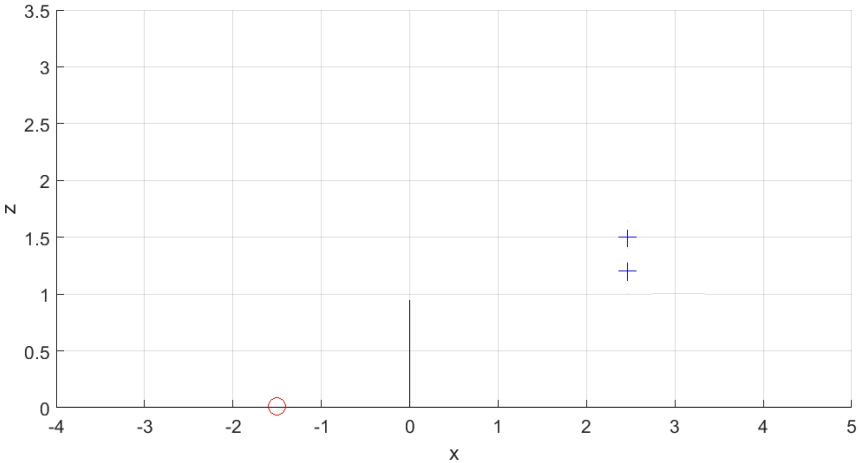


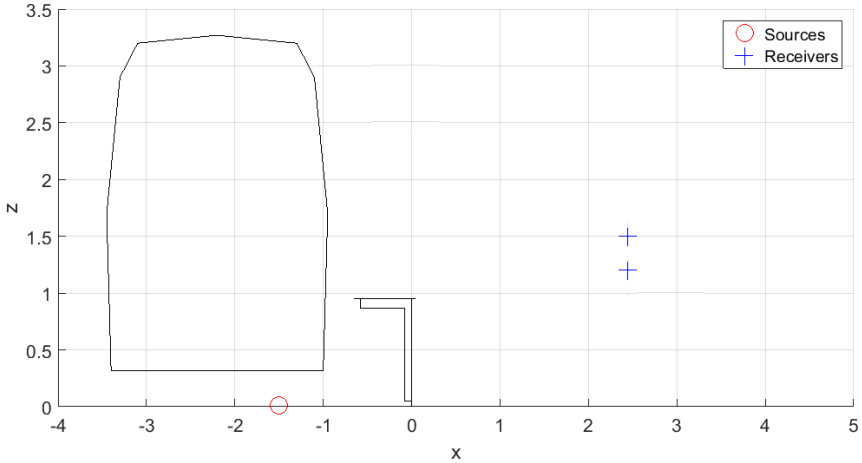
Cas 2 : écran en T – situation réelle

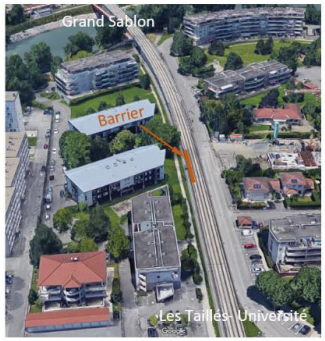
Cas 2 : l'écran en T produit beaucoup plus d'atténuation que l'écran droit

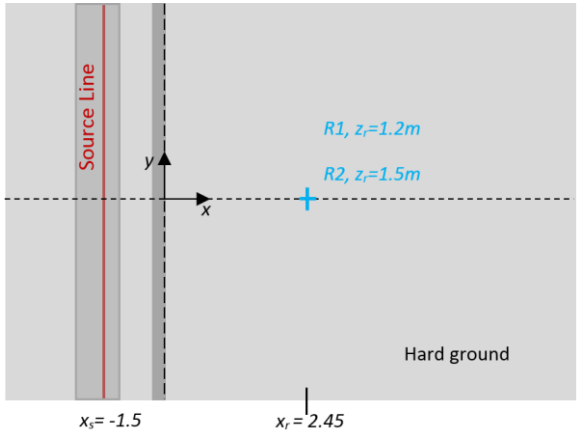


Cas 3 : écran en L + interactions caisse écran

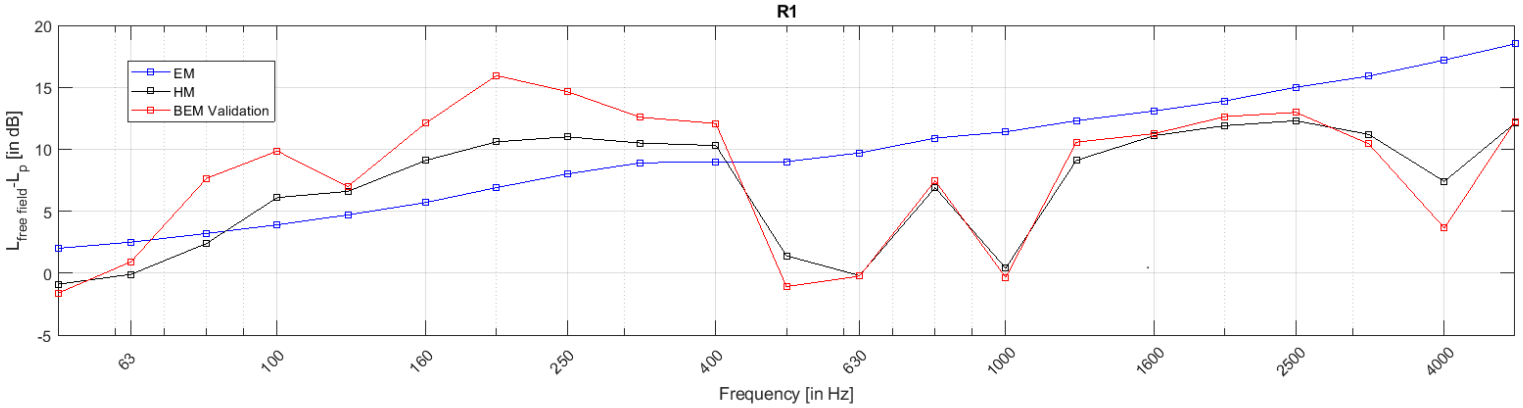


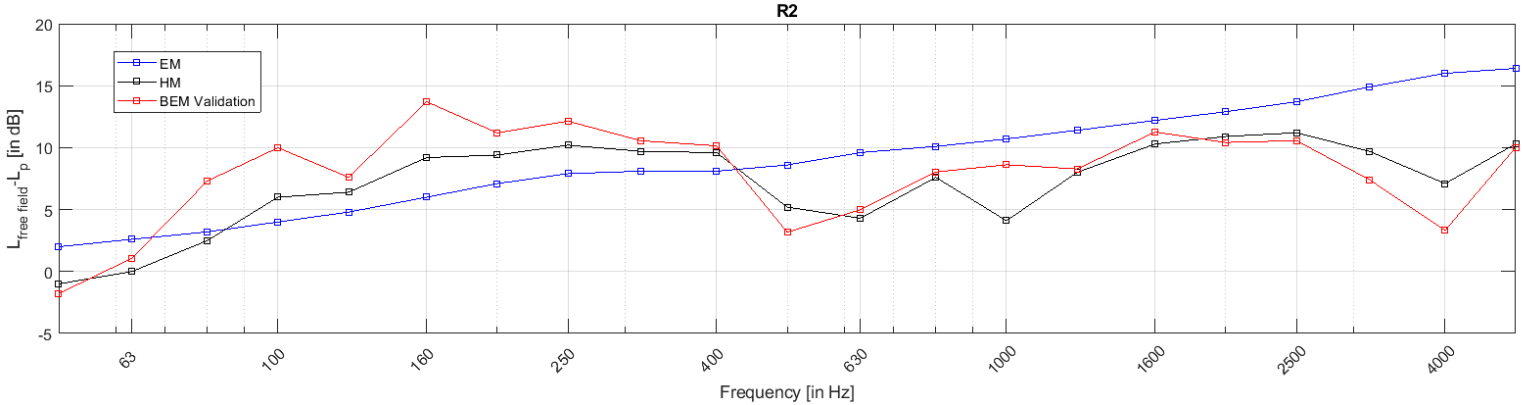






Cas 3 : écran en L + interactions caisse écran

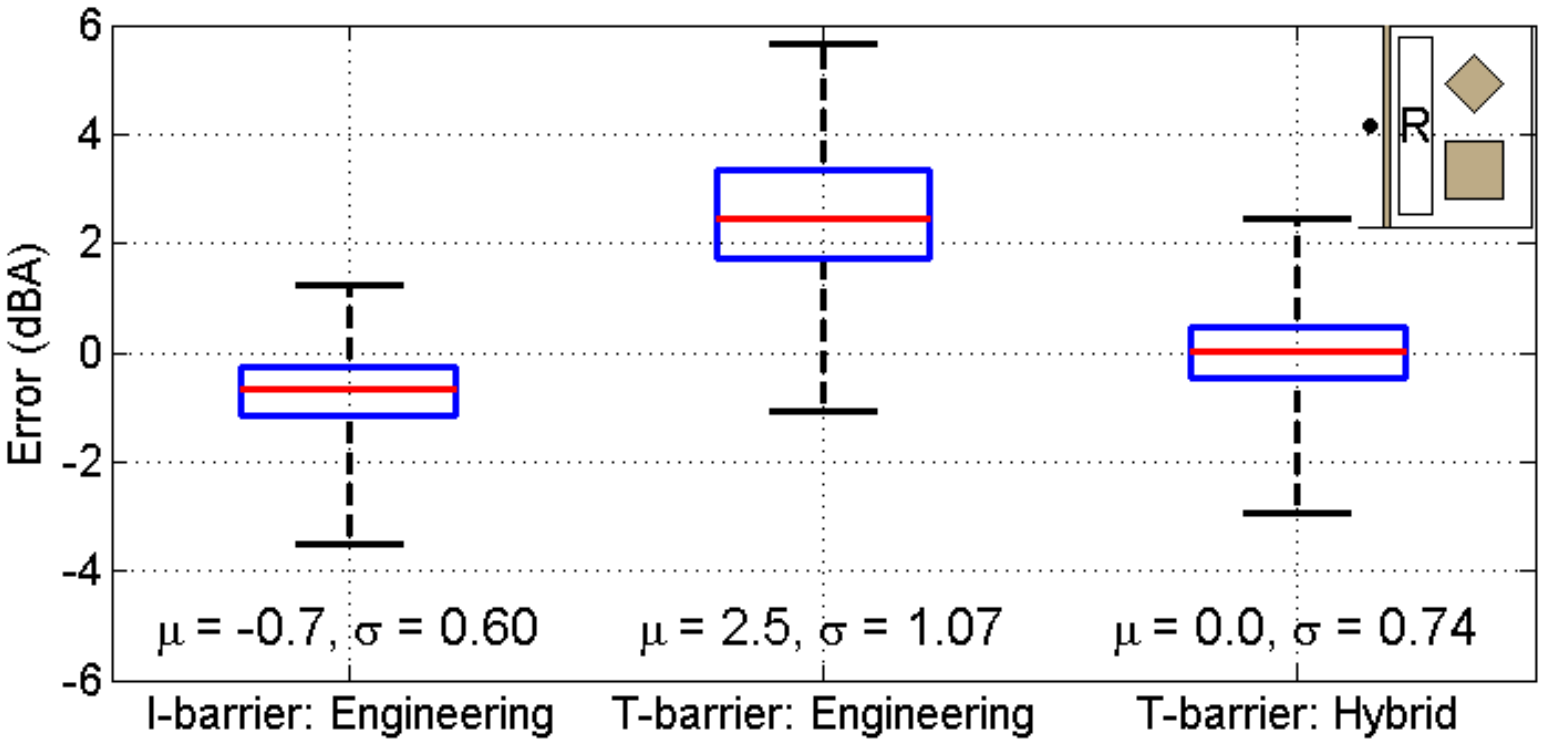




Conclusions

CONCLUSIONS

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



CONCLUSIONS

Merci de votre attention.

CSTB
le futur en construction

ACOUCITÉ

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

Valérie JANILLON – Acoucité

acoucité

PRÉSENTATION

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

GRANDLYON 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

acoucité

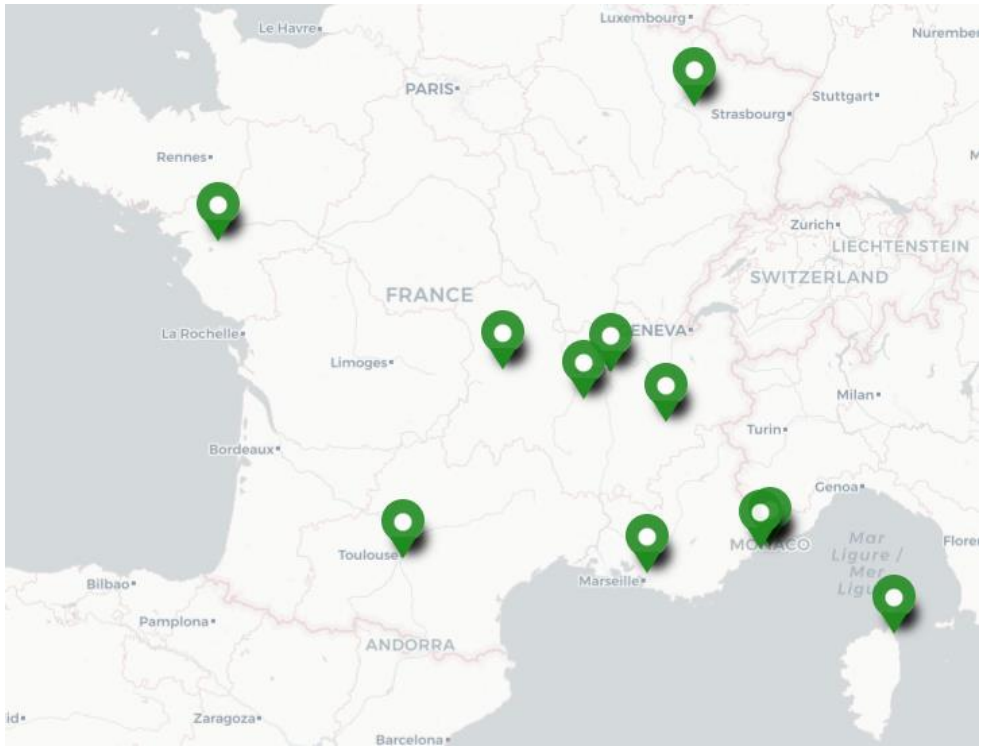
NOTRE MISSION

- **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

DES ACTIONS SUR PLUSIEURS TERRITOIRES

Agglomérations partenaires

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



PARTENARIATS ET LIENS FONCTIONNELS

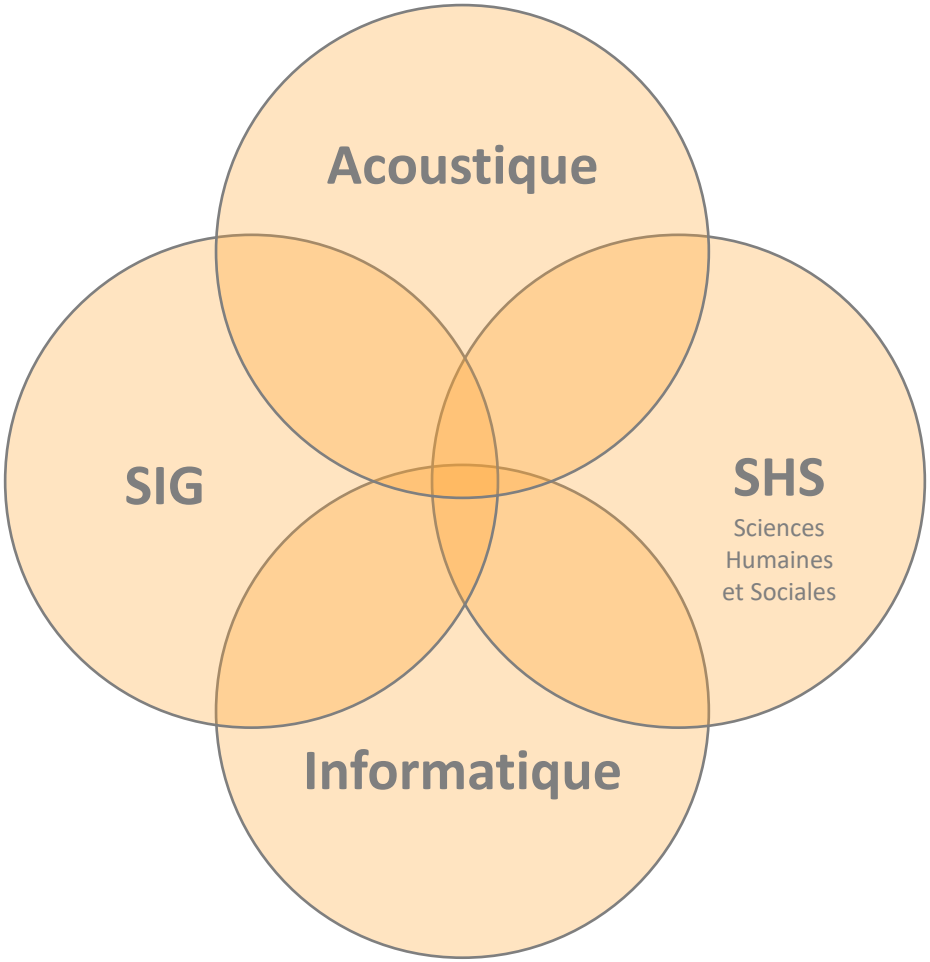
- Métropole de Lyon
- Aix-en-Provence Marseille Métropole
- Principauté de Monaco
- Grenoble Alpes Métropole
- Ville de Grenoble
- Saint-Etienne Métropole
- Métropole Nice Côte d'Azur
- Toulouse Métropole
- Clermont Auvergne Métropole
- Communauté d'Agglomération de Bastia
- MTE/DREAL (Observatoires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

PARTENARIATS ET LIENS FONCTIONNELS

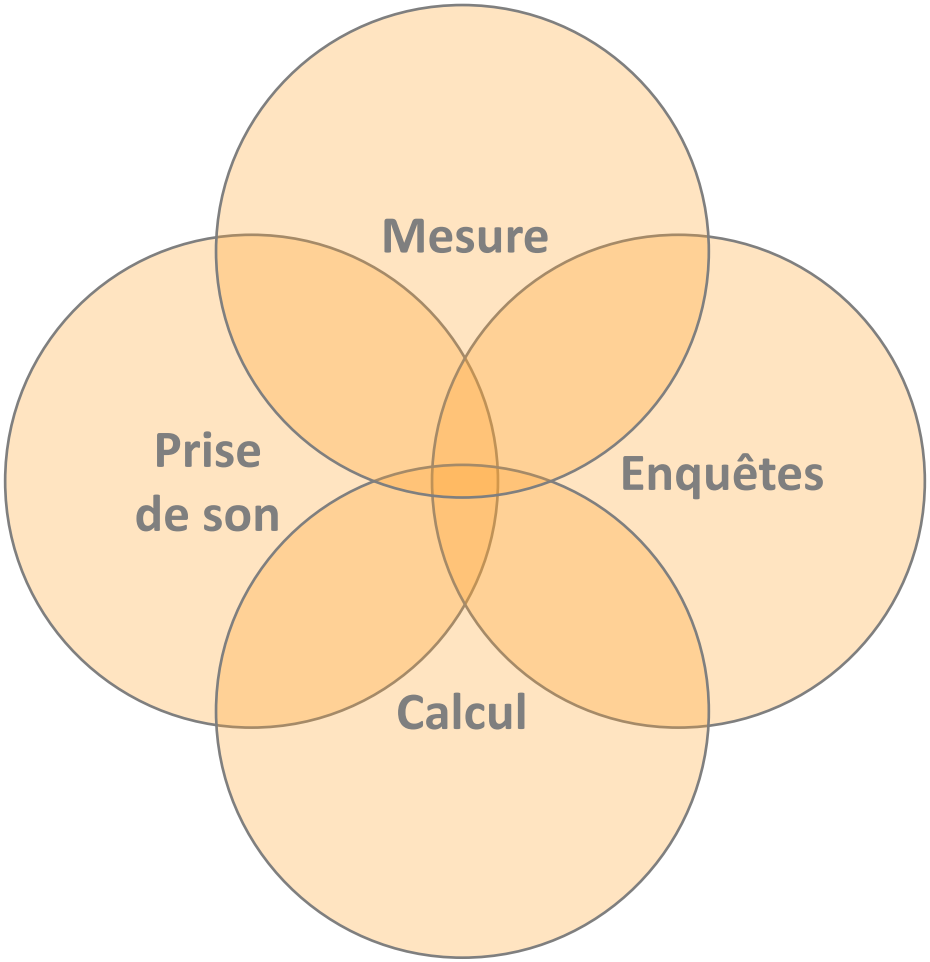
- CNB
- CidB
- ADEME
- AITF
- ANR
- ATMO AuRa
- ATMO Sud
- ACNUSA
- Partenaires santé : ANSES, ARS
- International : Québec, Abidjan, Eurocités

L'ÉQUIPE

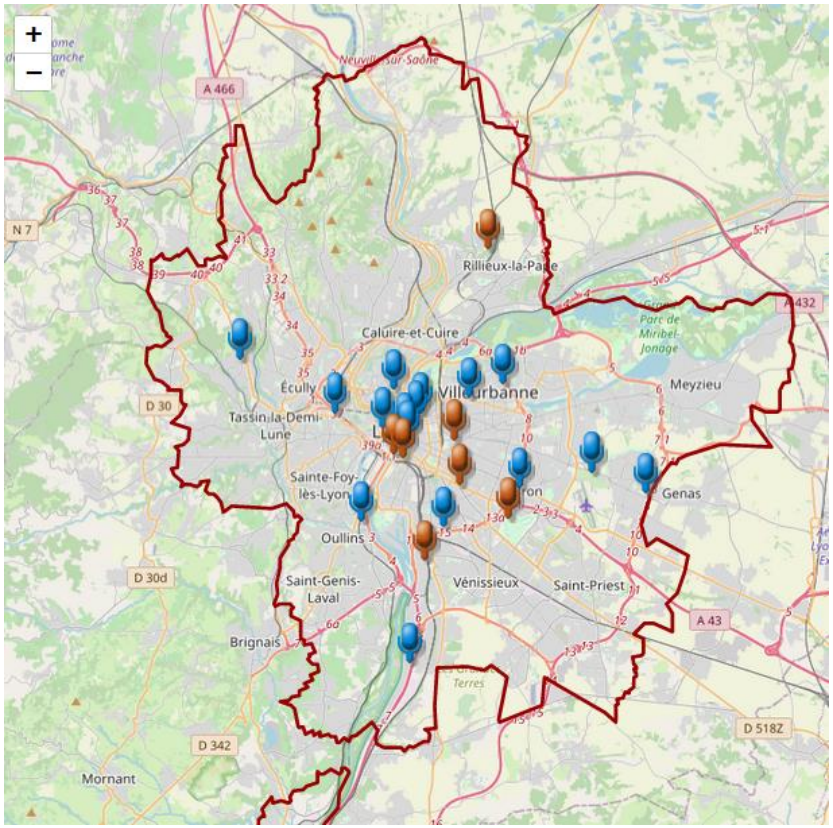
Une équipe pluridisciplinaire (11 personnes)

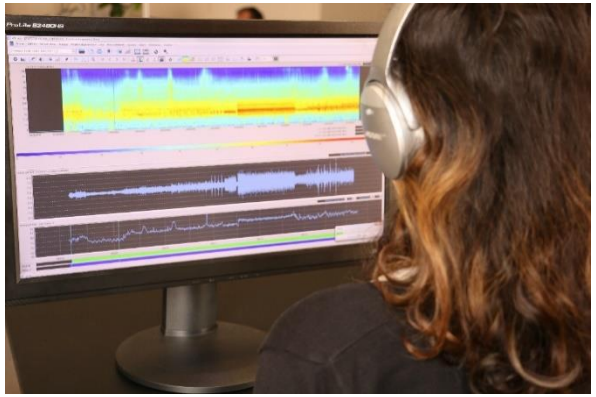


APPROCHE MULTIDIMENSIONNELLE

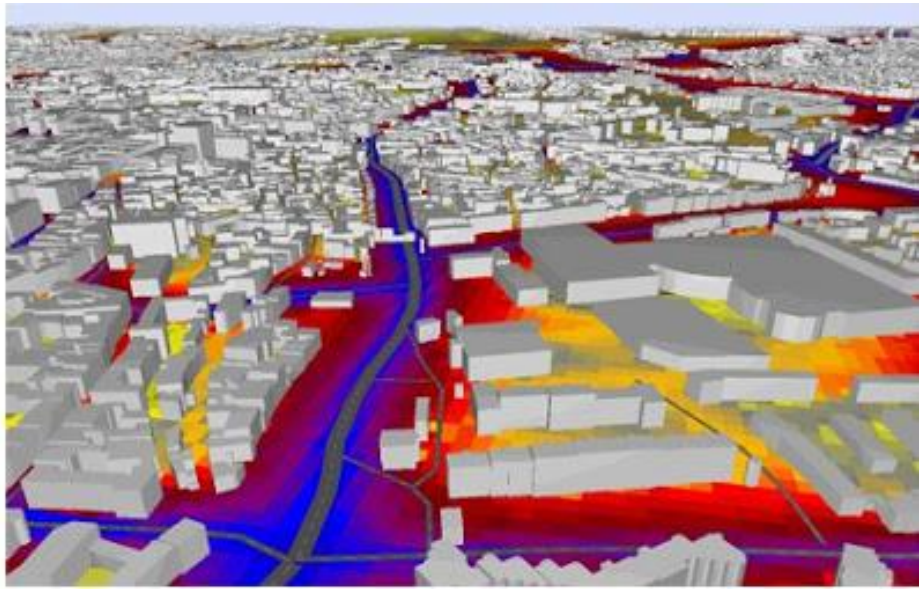


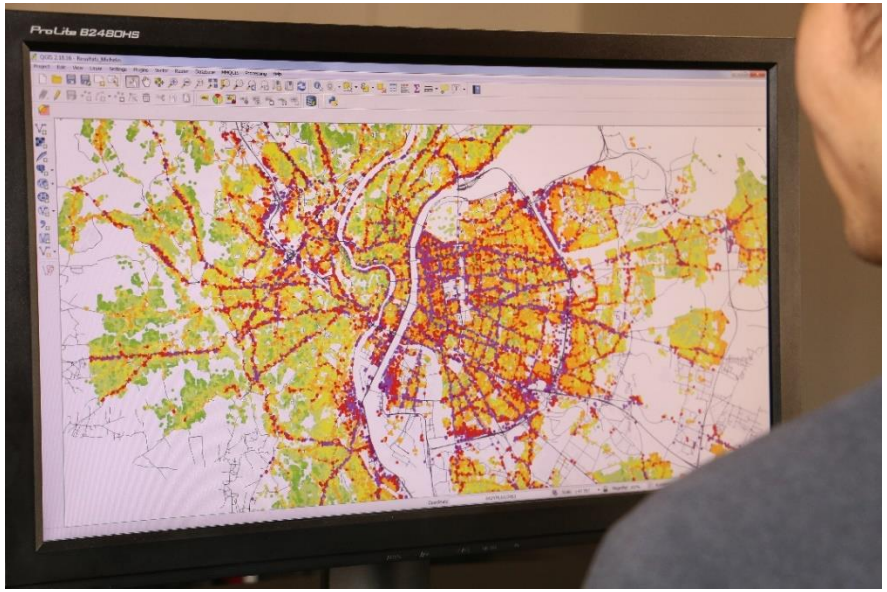
Mesure (Réseau permanent et campagnes ponctuelles)





Modélisation (Cartes de Bruit Stratégiques, recherche)





Approche qualitative (prises de sons, enquêtes)

NOS ACTIONS

- **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.acoucite.org

acoucité

LES ÉCRANS BAS

GENÈSE DU PROJET HOSANNA ET NICE

Bruno VINCENT– Acoucité

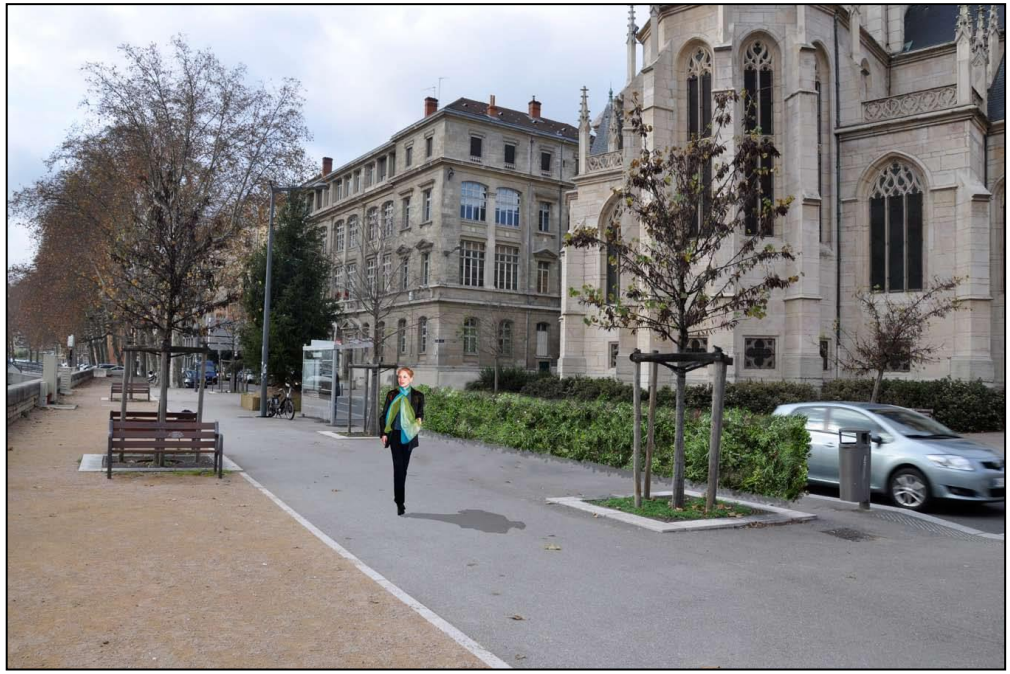
acoucité

Conseil National du Bruit

ACNUSA
AUTORITÉ DE CONTRÔLE DES NUISANCES AÉROPORTUAIRES

PROJET HOSANNA À LYON

QUAI FULCHIRON - 2011



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

MÜLLER - BBM

GENÈSE DU PROJET

- **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 7ème 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

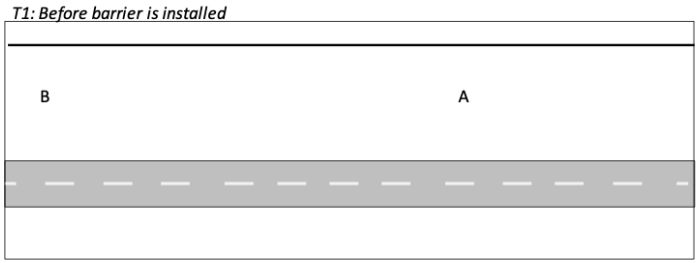
  Université de Stockholm : conception du questionnaire

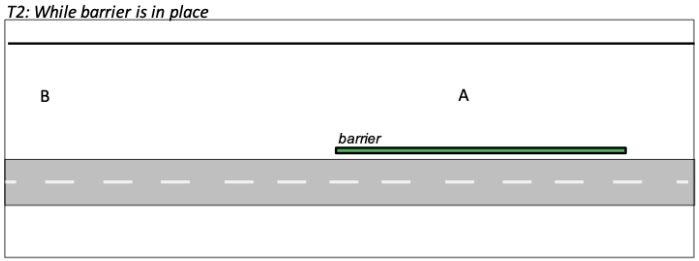
  acoucité : gestion de projet, participation à la conception du questionnaire, traduction, recherche du site, enquête de terrain, mesures et prises de son

LE PROTOCOLE

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

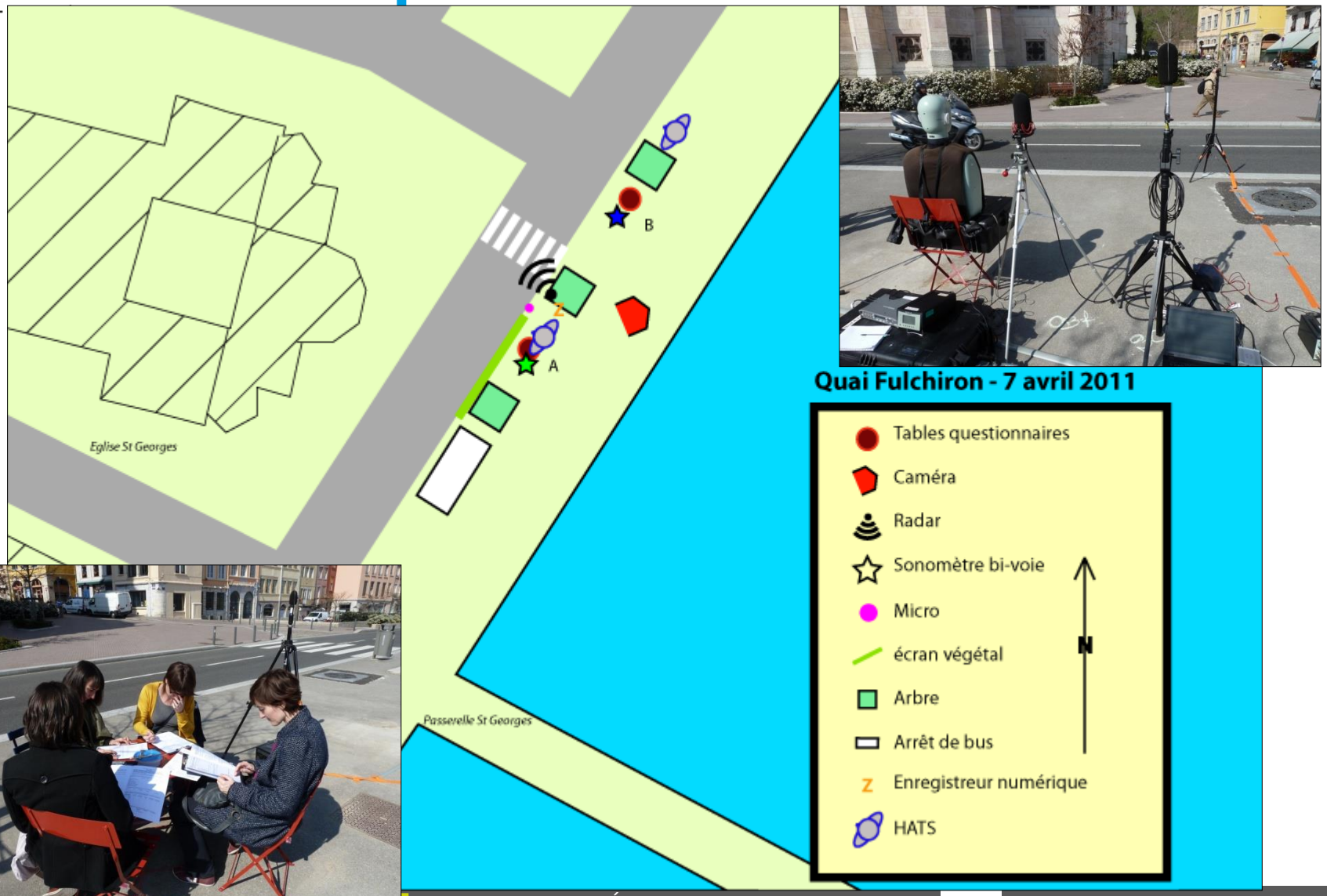
		Point A	Point B	
Temps 1 21-25 Mars	Groupe 1 (n = 50)	Sans écran	Sans écran	Groupe 2 (n = 50)
Temps 2 1-8 Avril	Groupe 3 (n = 70)	Ecran	Sans écran	Groupe 4 (n = 70)





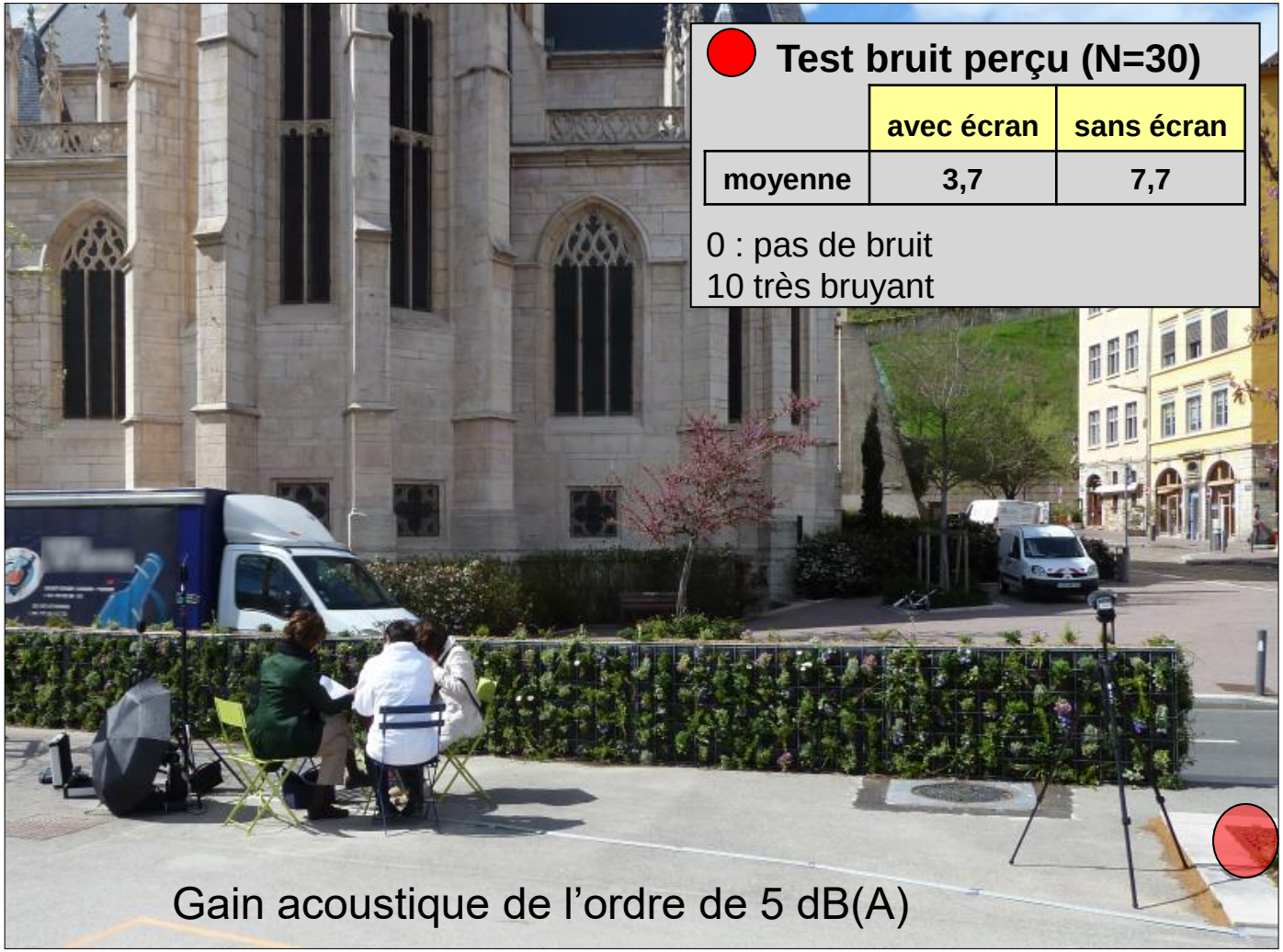
- Intégration 100ms
  - Enregistrement audio continu
  - Comptage des véhicules (radar + boucle)
- 50x2 questionnaires avant la pose de l'écran
- 70x2 questionnaires après la pose de l'écran
- Réponse des répondants en A puis B (ou vice-versa)

LE PROTOCOLE COMPLET



PRINCIPAUX RÉSULTATS

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)

NICE – ÉCRANS BAS URBAINS ACOUSTIQUES

Résultats de l'expérimentation boulevard de Cessole

Convention avec un consortium représenté par le CSTB

ENQUÊTES : PROTOCOLE

- 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.

ENQUÊTES : RÉSULTATS

Test de bruyance en limite d'écran :

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

ENQUÊTES : RÉSULTATS

- **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.

MESURES ACOUSTIQUES (ACOUCITÉ/NCA) : VUE AÉRIENNE DU SITE

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB
Centre d'information sur le Bruit

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 ACOUSTIQUES (ACOUCITÉ/NCA) : PROTOCOLE

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.

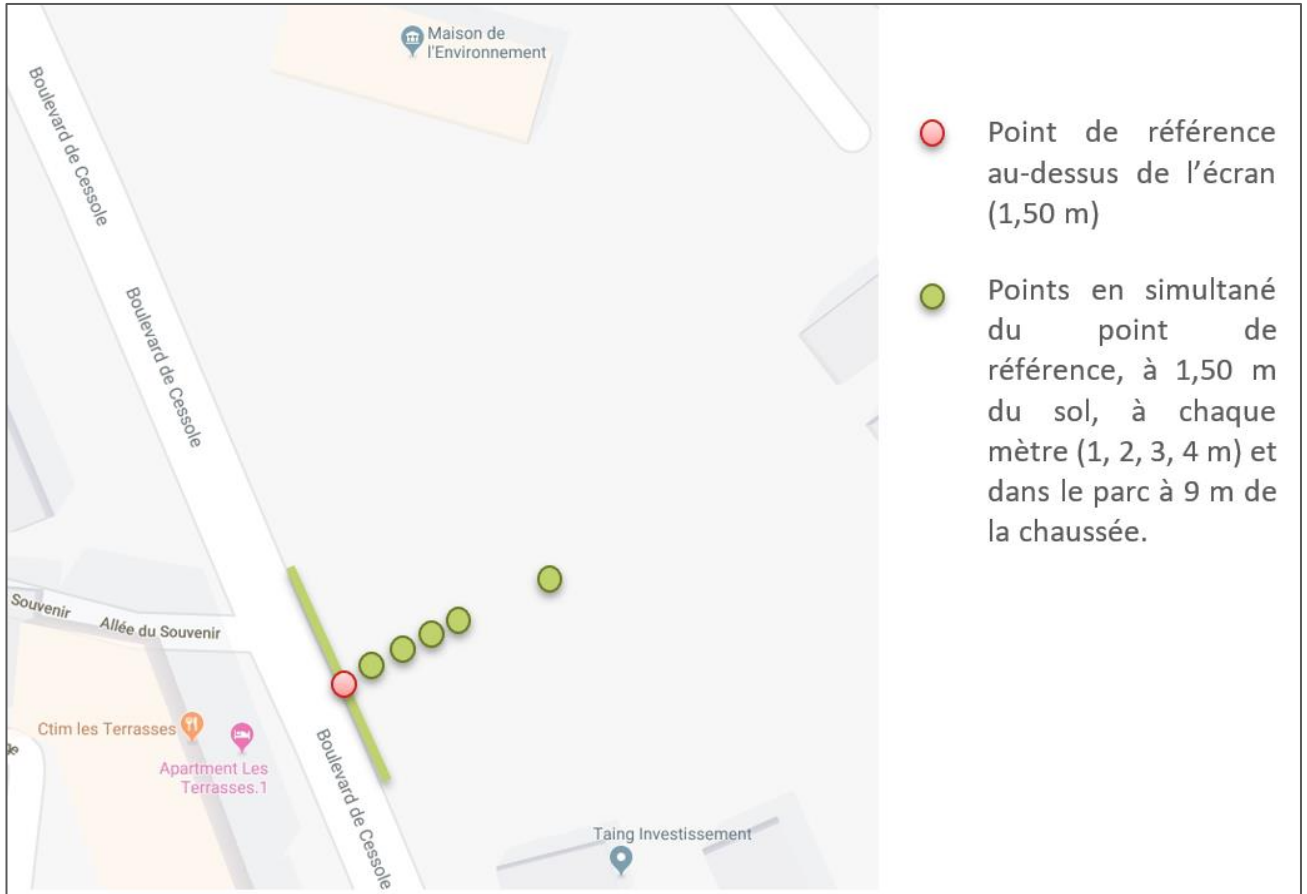


Figure 1 : Emplacements des points de mesure de décroissance, avant et après la mise en place des écrans

MESURES ACOUSTIQUES (ACOUCITÉ/NCA) : PROTOCOLE

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

MESURES ACOUSTIQUES (ACOUCITÉ/NCA) : RÉSULTATS

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.acoucite.org

acoucité

ECRAN DE FAIBLE HAUTEUR

Gilles GIORA - SER / IDETEC ENVIRONNEMENT

Analyse du besoin

- Protéger les zones calmes urbaines
- Lutter contre les bruits émergeants - 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 laboratoire 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.	
	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 [dB(A)]	IL_c (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_f (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_{avg} (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

[redacted]

La Réalisation

- Emprise du chantier réduite à une voie

La Réalisation

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

La Réalisation

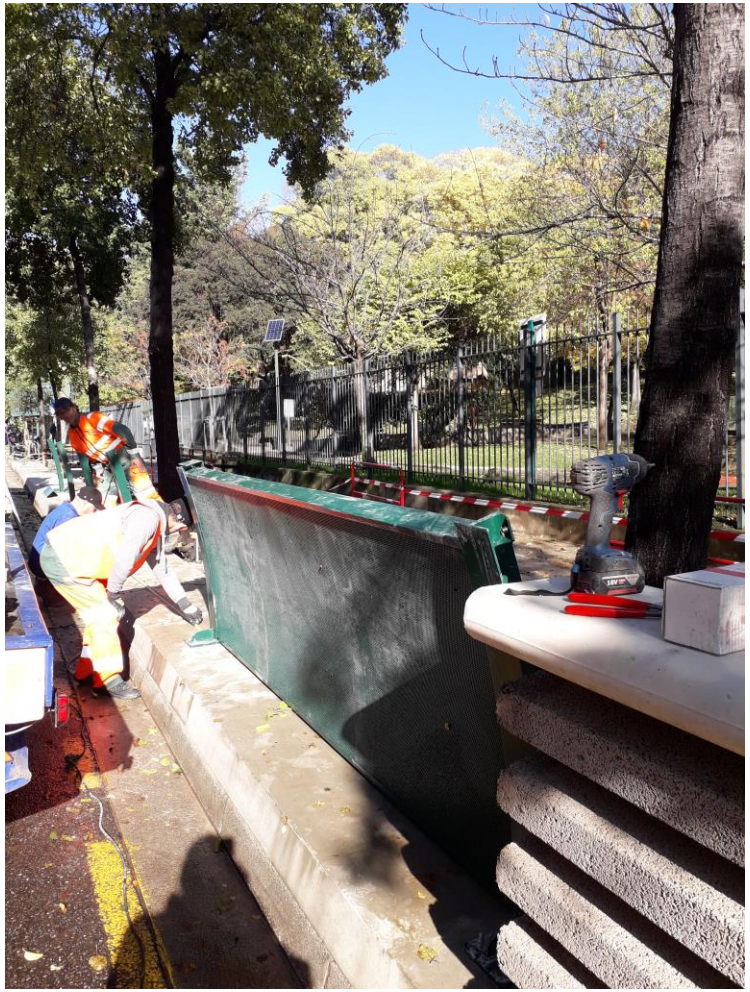
- Pose et réglage de la semelle

La Réalisation

- Alignement des semelles et pose des poteaux

La Réalisation

- Montage des parements



LES ÉCRANS URBAINS

LES ÉCRANS URBAINS

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

LES ÉCRANS URBAINS

Merci

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

Idetec ENVIRONNEMENT

INNOVATIONS
& ÉCRANS ACOUSTIQUES

Nicolas MIERO – SER, Kohlhauer
Florian CHARTIER – Vinci Construction

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

Protections Acoustiques

JOURNÉE TECHNIQUE SER
Protections Acoustiques 2022

Mercredi 14 septembre 2022

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

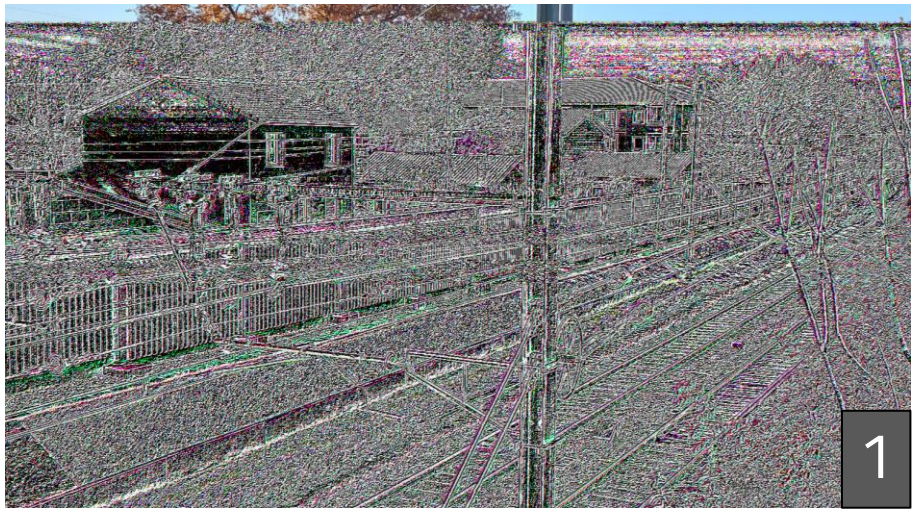
Avantages

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

Limites

- ✓ Règlementation béton en évolution

Illustrations chantiers


1

2

3

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**

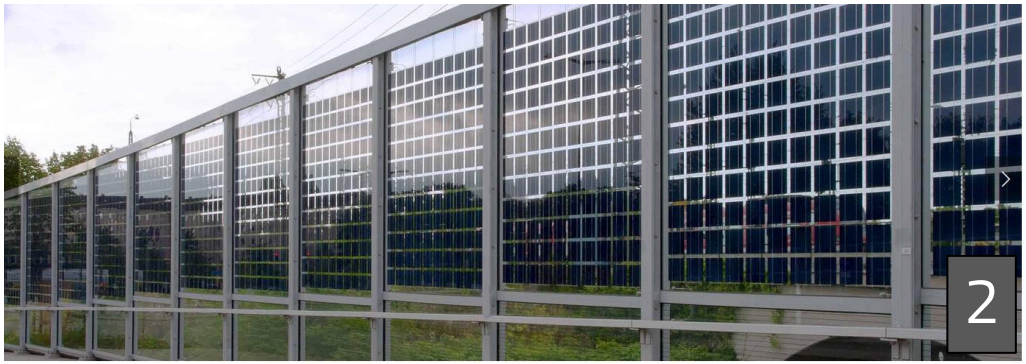
Avantages

- ✓ 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

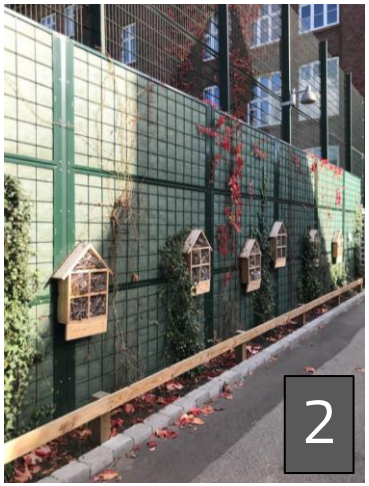
Avantages

- ✓ 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



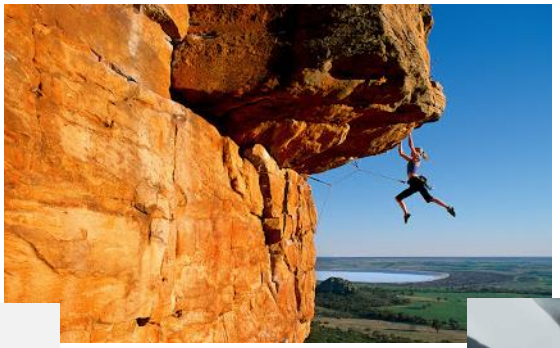
Retour d'expérience Biotop

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 ?

Des besoins et des idées



Des risques et des conséquences

Des coopérations

MERCI !

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

KOHLHAUER

VINCI CONSTRUCTION

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

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

ser@ser.eu.com
@routepourtous
Syndicat des Equipements de la Route

PRÉSIDENT DE SECTION

VICE-PRÉSIDENT DE SECTION

Philippe BERTRAND
ZA La Cigalière
245, allée du Sirocco
84250 LE THOR
pbertrand@agilis.net
06 22 49 56 84

Pierre QUENNOY
4, rue du Cercle
BP 17668
95725 ROISSY CDG
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
06 09 07 16 31

Olivier WIDENLOCHER
Route Nationale 44
BP 1
51220 CORMICY
owidenlocher@capremib.fr
06 49 32 63 02

Damien GARNIER
146, avenue Félix Faure
69003 LYON
d.garnier@cia-acoustique.fr
06 83 32 86 53

Benjamin DAUBILLY
16 bis, boulevard Jean Jaurès
92110 CLICHY
b.daubilly@cimbeton.net
06 16 68 15 90

Olivier PILETTE
9, rue de Lorraine
91220 BRETIGNY-SUR-ORGE
opilette@conserto.fr
06 07 86 85 79

Arnaud PELLE
18, rue François Jacob
62800 LIEVIN
apelle@ecib-bruit.com
06 52 36 40 34

Christophe LEGAVRE
5, rue des Rougeries
35400 SAINT-MALO
christophe.legavre@ecmb.fr
06 31 97 15 43

Bertrand LEMAIRE
35-37, rue Christian Huygens
BP 49529
37095 TOURS
bertrand.lemaire@eurovia.com
06 85 72 10 15

France Bois Imprégnés

Philippe BOISSIÈRE
Le Cerizet
42210 BOISSIET-LES-MONTROND
p.boissiere@moulinvest.com
06 77 00 48 93

GAMBA

Fabien KRAJCARZ
22, avenue Lionel Terray
69330 JONAGE
fabien.krajcarz@
acoustique-gamba.fr
06 80 35 42 03

GINGER CEBTP

Amandine MAILLET
ZAC de la Clef de Saint-Pierre
12, avenue Gay Lussac
78990 ÉLANCOURT
a.maillet@groupeginger.com
06 09 71 20 85

groupe impédance

Alain MAYEROWITZ
80, domaine de Montvoisin
91400 GOMETZ-LA-VILLE
a.mayerowitz@impedance.fr
06 14 26 14 03

Idetec

Gilles GIORA
16, avenue de la Baltique
ZA Courtabœuf
91140 VILLEBON-SUR-YVETTE
ggiora@idetec-sas.fr
06 07 14 93 45

INGÉROP Inventons demain

Didier ORMAN
6, rue des Peupliers – CS 50410
59814 LESQUIN
didier.orman@ingerop.com
06 74 78 31 15

KOHLHAUER

Nicolas MIERO
Draisstraße 2
76571 GAGGENAU
ALLEMAGNE
n.miero@lycom-France.com
06 33 87 47 45

ONDELIA

Philippe BLOT
26 bis, rue Cécille Dinant
92140 CLAMART
phblot@ondelia.fr
06 70 32 95 74

PASS

Michel MONTEIRO
22 bis, rue de Romainville
03300 CUSSET
mmonteiro@pass-france.fr
06 14 80 49 35

PBM groupe

Laurent ULLINO
97, allée Alexandre Borodine
Cèdre 2
69800 ST-PRIEST
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
06 30 99 10 31

RAZEL-BEC FAYAT

Olivier PEPIN
526, avenue Albert Einstein
77555 Moissy-Cramayel Cedex
O.Pepin@razel-bec.fayat.com
06 16 28 29 23

ROCKWOOL

Gaetan FOUILHOUX
111, rue du Château des Rentiers
75013 PARIS
gaetan.fouilhoux@rockwool.fr
06 07 55 14 29

RÖHM
TRADITIONALLY INNOVATIVE

Anthony BATHIAS
16, avenue de la Baltique
ZA Courtabœuf
91140 VILLEBON-SUR-YVETTE
abathias@idetec-sas.fr
06 80 61 97 87

SIM ENGINEERING
The Design of Silence

David BERRIER
26, rue Paul Doumer
BP 716
59657 VILLENEUVE D'ASCQ
d.berrier@sim-engineering.com
06 14 59 27 12

sixense

Pascal GUITTAT
66, boulevard Niels Bohr – CS 52132
69603 VILLEURBANNE
pascal.guittat@
sixense-group.com
06 16 36 42 45

Terideal

Xavier CARDOT
ZA Le petit Aulnay
Rue de Davron
78450 CHAVENAY
xcardot@terideal.fr
06 12 58 02 33

VINCI CONSTRUCTION | TERRASSEMENT

Sylvain VICTOR
47, rue Maurice Flandin
BP 83271
69403 LYON
sylvain.victor@
vinci-construction.com
06 30 50 11 02