SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB
Centre d'information sur le Bruit

JOURNÉE TECHNIQUE
PROTECTIONS ACOUSTIQUES

Mardi 14 septembre 2021

Morning République

2, rue Dieu 75010 PARIS

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB
Centre d'information sur le Bruit

Protections Acoustiques

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB
Centre d'information sur le Bruit

POLLUTION SONORE : LA RÉGLEMENTATION

Frédéric LERAY - Mission bruit et agents physiques
Ministère de la Transition écologique

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE
Liberté
Égalité
Fraternité

Protections Acoustiques

Bruit des transports terrestres

Directives Européennes : 92/97/CE, 2001/43/CE, 2007/34/CE, …

=> Limitation du niveau sonore admissible des véhicules à moteur

=>Caractéristiques acoustiques des pneumatiques neufs

Bruit des transports terrestres

Loi du 31 décembre 1992 : lutte contre le bruit

« Prévenir, supprimer, limiter l'émission ou la propagation des bruits… de nature à nuire à la santé des personnes »

Bruit des transports terrestres

Loi du 31 décembre 1992 : lutte contre le bruit

Classement sonore :

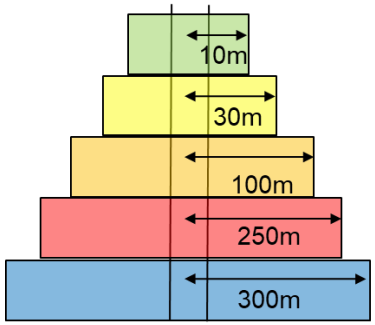
=>Infrastructures routières > 5000 véhicules/jour

=>Infrastructures ferroviaires interurbaines > 50 trains/jour

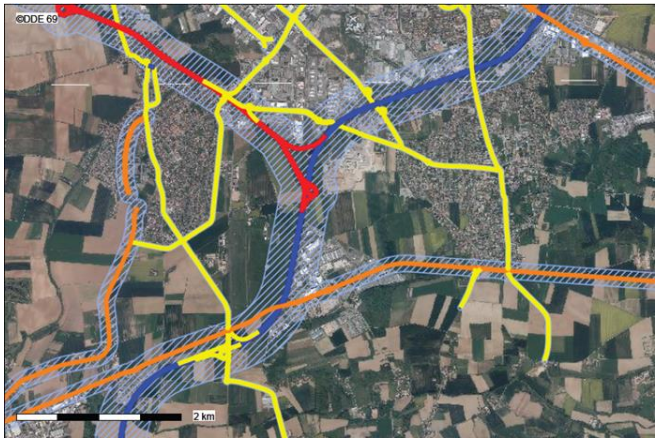
=>TC en site propre ou ferroviaire urbain > 100 autobus (ou train)/jour

=>Préfet de département recense et classe ces infrastructures

Bruit des transports terrestres



	$L_{Aeq,\ 6h\text{-}22h}$	$L_{Aeq,\ 22h\text{-}06h}$
Classe 5	]60, 65]	]55, 60]
Classe 4	]65, 70]	]60, 65]
Classe 3	]70, 76]	]65, 71]
Classe 2	]76, 81]	]71, 76]
Classe 1	>81	>76



Extrait du classement sonore DDT 69

Bruit des transports terrestres

Classement sonore :

=>Isolations de façades prescrits pour construction nouvelle dépendent du classement sonore et du type de tissu (rue en U, rue ouverte – cf. norme NFS 31-130)

Arrêté du 23 sept. 2013 : coefficient correcteur pour prendre en compte certaines situations (masquage, etc.) et bonus ferroviaire

Bruit des transports terrestres

Nouvelles infrastructures :

En amont s'assurer que construction ou modification d'une infrastructure de transport terrestre ne créée pas de nuisances excessives

Maîtrise d'ouvrage de toutes infra. nouvelles, ou modification significative de toutes infra. existantes, soumise ou non à enquête publique

Limitation de la contribution sonore à terme de l'infrastructure (LAeq, 6h-22h, LAeq, 22h-06h) en façade des bâtiments

Principe d'antériorité : la MO n'est pas tenue de protéger les bâtiments dont la construction a été autorisée après l'officialisation du projet

Bruit des transports terrestres

Nouvelles infrastructures :

Usage et Nature	$L_{Aeq,\ 06h\text{-}22h}$ ou $I_{f,\ jour}$	$L_{Aeq,\ 22h\text{-}06h}$ ou $I_{f,\ nuit}$
Santé, soins, action sociale	60 dB(A)	55 dB(A)
Enseignements	60 dB(A)	-
Logements (ambiance sonore modérée	60 dB(A)	55 dB(A)
Autres logements	65 dB(A)	60 dB(A)
Bureaux (ambiance sonore modérée)	65 dB(A)	-

Ambiance sonore modérée :
LAeq, 06h-22h < 65 dB(A), LAeq, 06h-22h > 60 dB(A)

Points Noirs de Bruit (PNB)

Création de situations critiques de sur-exposition au bruit

Rapport Lamure (1998) : 120 000 logements points noirs (RRN)

soit 200 000 logements exposés à plus de 70 dBA en façade entre 8h et 20h

Et deux millions de personnes exposées à des niveaux sonores dépassant les valeurs reconnues comme critiques pour la santé.

Depuis 2009 : mise en œuvre d'un plan bruit financé par l'ADEME (>140 M€ pour résorber les PNB)

Directive 2002/49/CE

- Deux obligations :
  - **Cartographies stratégiques du bruit (CBS)**
  - **Plans d'actions ou plan de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE)**
- La directive s'applique :
  - **Aux grandes infrastructures terrestres**
    - Routes de plus de 3 millions de véhicules par an
    - Voies ferrées de plus de 30 000 passages de train par an
  - **Aux aéroports de plus de 50 000 mouvements par an**
  - **Aux agglomérations de plus de 100 000 habitants**

Directive 2002/49/CE

Qui fait quoi ?

	Cartes de bruit	PPBE
Agglomérations	**L'EPCI compétent en matière de lutte contre les nuisances sonores** (ou à défaut la commune)	**L'EPCI compétent en matière de lutte contre les nuisances sonores** (ou à défaut la commune)
Infrastructures ferroviaires	**le préfet de département**	**le préfet de département**
infrastructures routières	**le préfet de département**	**Le gestionnaire de la voie**

Loi orientation des mobilités (LOM)

- Droit reconnu à chacun de vivre dans un environnement sonore sain
- Prise en compte des pics de bruit générés par les nouvelles infra ferroviaires
- Prise en compte des vibrations générées par les nouvelles infra ferroviaires
- Expérimentation des radars sonores

MERCI !

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
Liberté
Égalité
Fraternité

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

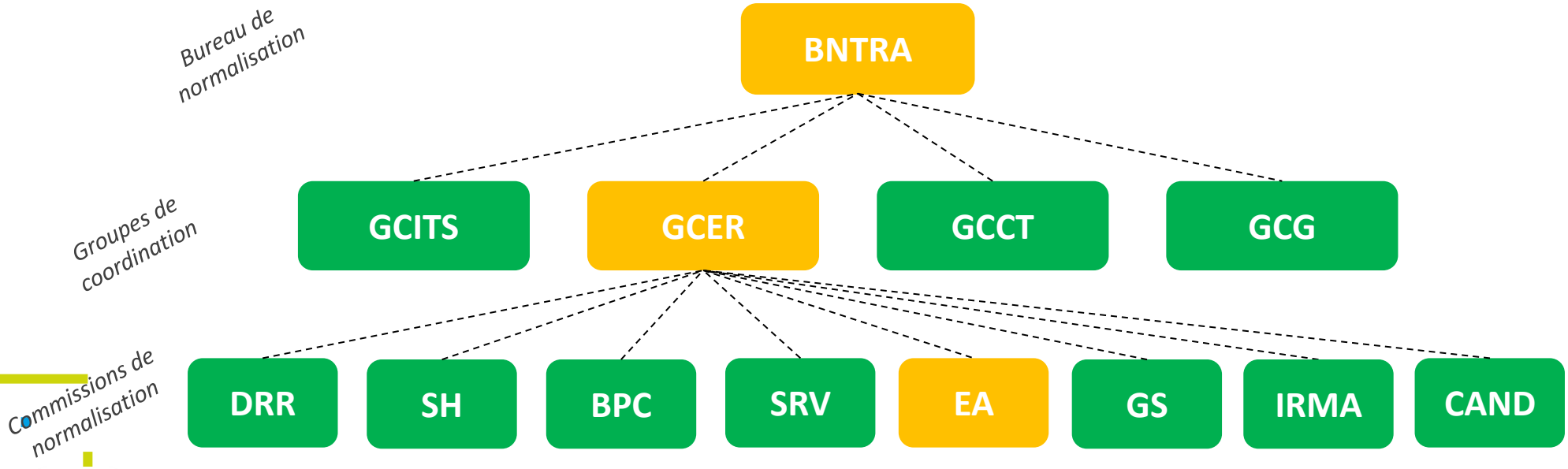
Normes européennes – objectifs :

- 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: David BERRIER (Sim Engineering) depuis 2018
- 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 (Juin 2018) – 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)

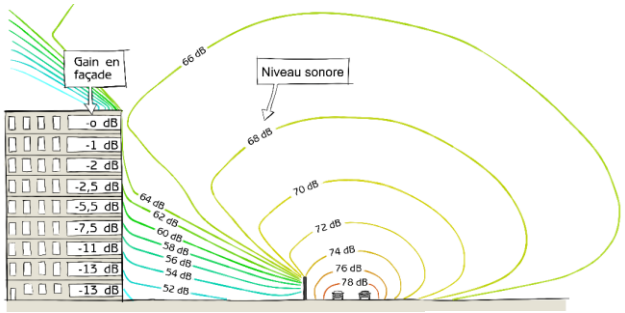
Quelques ressources à disposition!

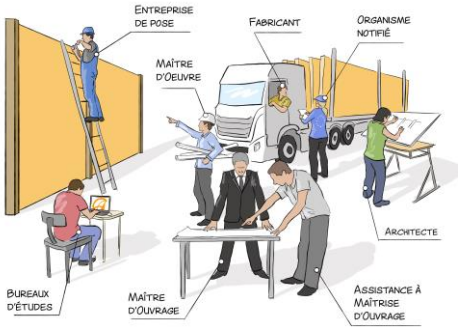
A consommer sans modération…

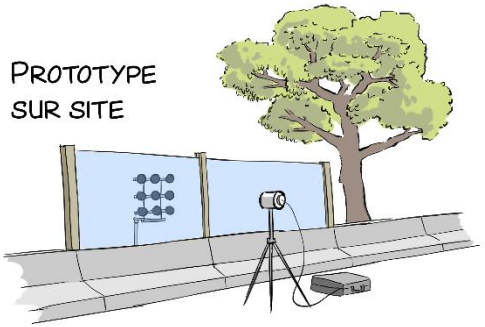
- **Ouvrages de référence**
  - Normes
  - Bruit et études routières, Manuel du chef de projet. Guide Certu/Setra 2001
  - Les écrans acoustiques, Guide de conception et de réalisation. Guide Certu 2007
  - Conception et calcul du génie civil des écrans de protection phonique routiers. Guide Cerema 2017
- **Sites internet**
  - CNEA : http://www.cnea-bruit.fr/
  - CEN : https://www.cen.eu/
  - CIDB : https://www.bruit.fr/
  - Cerema : https://www.cerema.fr/fr

Un nouveau guide de référence bientôt disponible…

- Glossaire
- Préface
- 1 Contexte du document et objectifs
- 2 Définitions
- 3 Obligations et responsabilités de chacun des acteurs
- 4 Contexte normatif
- 5 Qualification initiale des performances
- 6 Marquage CE
- 7 Traitements et aménagements
- 8 Dimensionnement et assemblages
- 9 Ordres de grandeur des performances et exigences
- 10 Prototypage
- 11 Contrôle des performances de l'ouvrage
- 12 Entretien et durabilité
- 13 Pour en savoir plus…
- Annexes







Merci de votre attention…

Cerema

CNEA
Commission de Normalisation Ecrans Acoustiques

ÉCRANS ACOUSTIQUES
& MARQUAGE CE

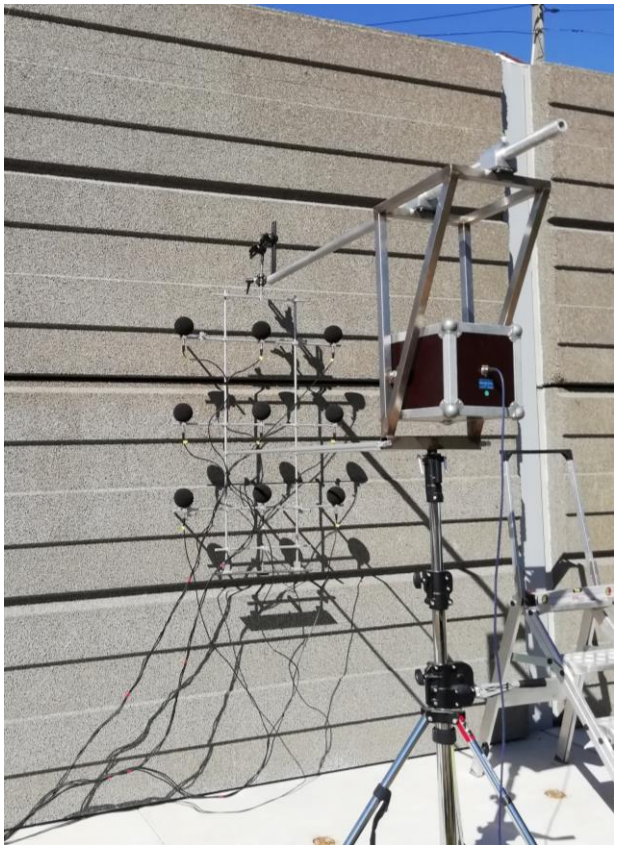
Bernard BARTHOU - CERIB

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

Le RPC

- **Concerne les produits**
- **Objectif : garantir la conformité des produits mis sur le marché aux performances déclarées** (Quoi ? Qui? Comment ? …)
- **Basé sur 7 exigences fondamentales pour les ouvrages**

  1 – Résistance mécaniques et stabilité
  2 – Sécurité en cas d'incendie
  3 – Hygiène et santé
  4 – Sécurité d'utilisation
  5 – Protection contre le bruit
  6 – Économie d'énergie
  7 – Utilisation durable ressources naturelles

=> Marquage CE

Le marquage CE des écrans

- **Exigences fondamentales : 2 actuellement :**
  - Exigence 4 : sécurité d'utilisation (dont résistance au feu)
  - Exigence 5 : protection contre le bruit

  + envisagées à terme : Exigence 2 (sécurité en cas d'incendie) et Exigence 7 (utilisation durable ressources naturelles)
- **Norme produit NF EN 14388 et 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 présentent 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 couverte 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 de 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

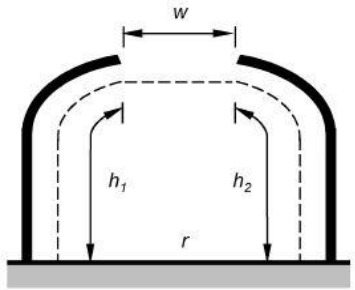
- **Maitre d'Œuvre**
  - Vérifie que le fabricant a établi une DOP selon la NF EN 14388 (marquage CE)
  - Récupère les rapports auprès du fabricant et vérifie qu'ils émanent d'un organisme notifié
  - Vérifie que les performances justifiées sont cohérentes avec les hypothèses de l'ouvrage (notion de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

Cas particulier des performances acoustiques

Deux méthodes selon usage prévu :

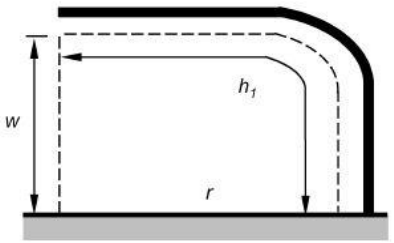
- Ecran en champ acoustique réverbéré (ex tunnel, couverture,…) => qualification en champ réverbéré selon 1793-1 et 2
- Ecran en champ acoustique direct => qualification en champ direct selon 1793-5 et 6

… MAIS …



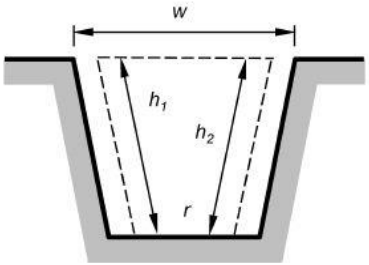
Key
h_1: length of left barrier surface
h_2: length of right barrier surface
envelope, $e = w+h_1+h_2$

(a) Partial cover on both sides of the road



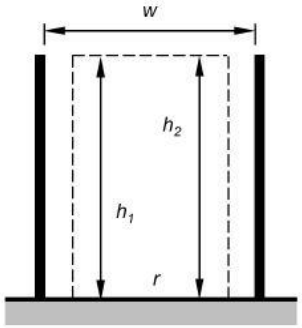
Key
h_1: length of partial cover surface envelope
$e = w+h_1$

(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

Protections Acoustiques

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 => rappel dans le CCTP non nécessaire …

… mais conseillé !!

Voir exemple de CCTP sur le site de la CNEA

Merci de votre attention…

CERIB Expertise concrète

CNEA Commission de Normalisation Ecrans Acoustiques

ENTRETIEN & CONNAISSANCE DU PATRIMOINE

Didier COLIN - IDRRIM

IDRRIM
INSTITUT DES ROUTES, DES RUES ET DES INFRASTRUCTURES POUR LA MOBILITÉ

La communauté IDRRIM

Adhérents Individuels

37 Départements
1 Collectivité territoriale
10 Métropoles
1 Entreprise
4 Sociétés d'Ingénierie, Conseil, Formation
14 Ingénieurs

Donneurs d'ordre

Entreprises et Fournisseurs

Recherche et Formation

Ingénierie publique et privée

Associations partenariales

69 adhérents individuels

49 Adhérents institutionnels

15 ambassadeurs

PRÉSENTATION DE L'IDRRIM

4 MISSIONS ESSENTIELLES

1 **Fédérer et mobiliser**
les acteurs de la profession

2 **Produire**
des documents de référence

3 **Contribuer à l'amélioration**
des compétences

4 **Faire rayonner**
l'excellence française

Les 4 axes de travail structurant de l'IDRRIM

- **La gestion de patrimoine des infrastructures**
- **L'adaptation des infrastructures aux transitions écologique, climatique, énergétique et numérique**
- **La qualité, les compétences, les qualifications**
- **La promotion de l'innovation : expérimenter, partager, capitaliser**

  + **Actions transversales (prospective, sécurité sur les chantiers, BIM…)**

En savoir plus : www.idrrim.com/publications/

gestion de patrimoine des infrastructures : les composantes de l'action conduite par l'IDRRIM

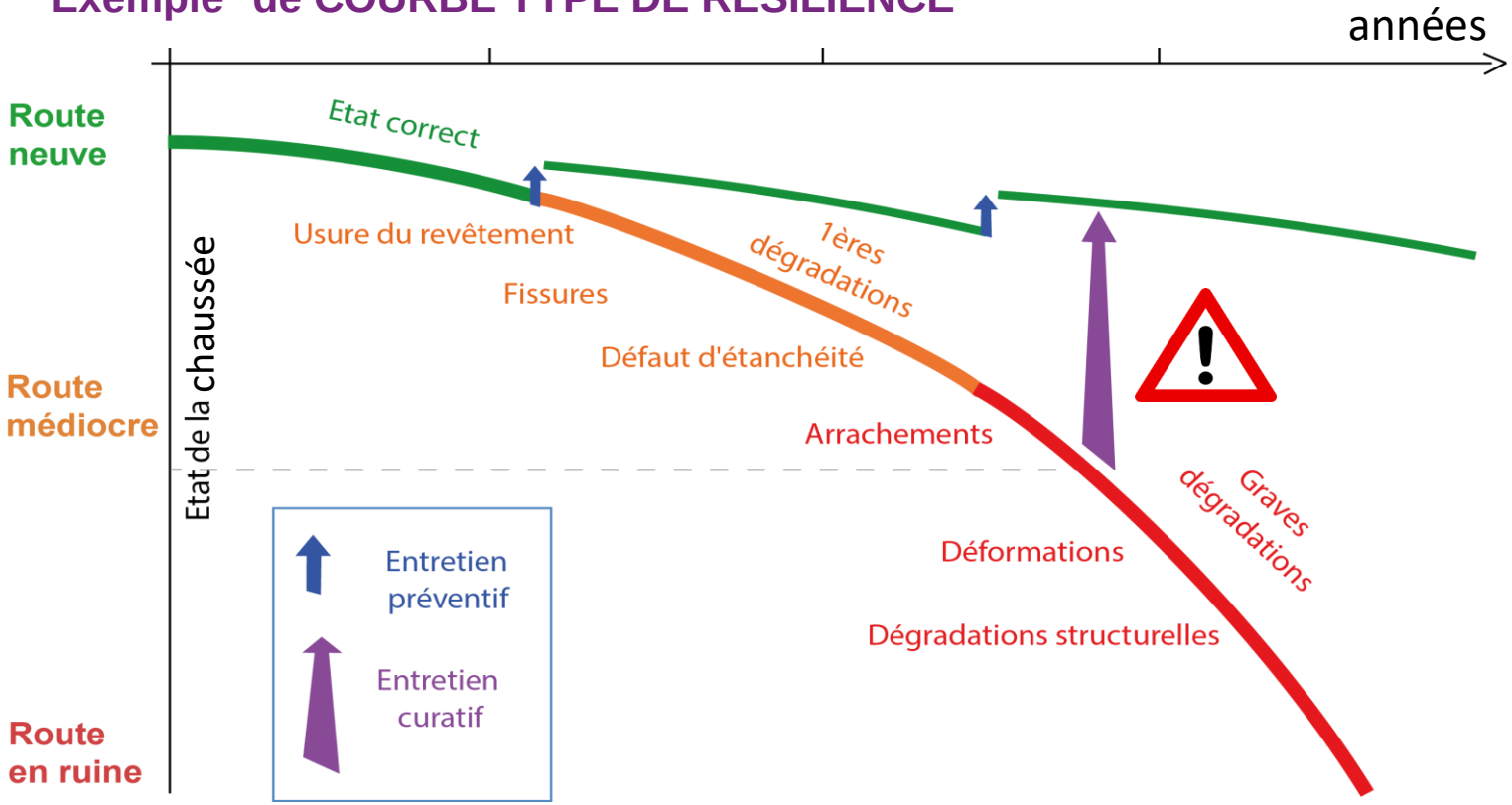
- **Sensibilisation des décideurs (2014)**
  - **Livre Blanc IDRRIM** : « Entretenir et préserver les patrimoines d'infrastructures : une exigence pour la France »
- **Guide pour la définition d'une politique de gestion du réseau routier – *volet #1* : Routes interurbaines et traverses d'agglomérations (2016)**
  - **Guide GEPUR** *(Gestion et Entretien du Patrimoine Urbain et Routier)*
  - démarche lancée en 2012 dans le Grand Est par 3 partenaires : CoTITA Est – USIRF – IDRRIM
- **Objectiver l'enjeu : naissance de l'Observatoire National de la Route (2016)**
  - **2015 : Étude pilote** USIRF sur 9 départements pour évaluer la dépense globale consacrée à l'entretien
  - **Écriture et négociation du concept d'observatoire de la route**
- **Construire ou mettre à jour la doctrine technique (continu)**
  - **Ensemble de guides sur les techniques routières** (ex: « *Diagnostic et conception des renforcements de chaussée* » ; « *Bruit de roulement* » ; « *Enduits Superficiels d'Usure* » ; « *Enrobés à l'émulsion* »…)

L'ingénierie de gestion patrimoniale

- **Objectifs :**
  - ✓ **Poursuivre la réflexion engagée par le livre blanc de l'IDRRIM**
  - ✓ **Fournir les éléments de justification nécessaires en matière de choix de gestion**
  - ✓ **Avancer sur des solutions d'ingénierie allant d'un diagnostic de l'existant à la bonne solution de travaux**
- **Outil d'aide à l'analyse et à la décision**

Appréhender les notions-clés d'une gestion patrimoniale – Dette grise

Exemple* de COURBE TYPE DE RÉSILIENCE



** Structure chaussée faiblement dimensionnée – climat agressif – fort trafic*

L'Observatoire National de la Route

Les objectifs de l'ONR dans le débat public

1. Connaître le patrimoine routier

- Au cœur des mobilités du quotidien
- Support de l'essentiel des mobilités
- À adapter pour les « nouvelles mobilités »

2. Préserver le patrimoine routier

- Assurer l'entretien des réseaux existants
- Identifier les priorités

Une démarche novatrice et qui rassemble autour de l'IDRRIM :

- **Les acteurs publics représentant les gestionnaires des réseaux routiers**
  - **État** (ministère chargé des transports) : réseau routier national
  - Assemblée des **Départements** de France (ADF) : réseau routier départemental
  - Assemblée des **Communautés** de France (AdCF) : réseau routier communal, intercommunal, métropolitain
  - Collectivités (départements, métropoles, communautés de communes)

- **Les représentants des professions intervenant dans les travaux d'entretien du patrimoine**
  - Entreprises de l'**industrie routière** (Routes de France)
  - Entreprises de l'**entretien des ouvrages d'art** (STRRES)

- **Prenant appui sur des expertises**
  - Réseau scientifique et technique (Cerema, Université Gustave Eiffel)
  - Consultant auprès de collectivités territoriales (MBSC)

Un enjeu partagé public / privé

- **Pour les gestionnaires publics :**
  - Connaissance fine des coûts financiers du personnel et des travaux
  - Positionnement par rapport aux données moyennes par strates de gestionnaires de voirie
  - Optimisation de la programmation de l'entretien du réseau

- **Pour les acteurs privés :**
  - Connaissance de l'état du réseau routier, des dépenses des gestionnaires et des méthodes de gestion (investissement/fonctionnement)
  - Anticipation du plan de charge
  - Adaptation de l'offre aux besoins
  - Adaptation des outils industriels aux besoins des gestionnaires

- Confirmé par un rapport 2017 **« Revue des dépenses de voirie des collectivités territoriales »** (IGF, IGA, CGEDD)

L'acquisition des données

- **Deux méthodes**

  → Ouverture des données du RRN par l'État depuis 2016

  → Enquêtes auprès des collectivités territoriales

- **Deux types de données**

  - Volet technique *(données techniques descriptives de l'état du réseau : pour le moment uniquement chaussées, ouvrages d'art et murs de soutènement)*

  - Volet financier *(moyens financiers et humains consacrés à l'entretien du réseau)*

- **des enquêtes adaptées aux différents gestionnaires**

Objectifs

Pour les données techniques

- **Objectiver l'état du réseau …**
- **…et créer les conditions d'une comparabilité des données**

Pour les données financières

1. **Identifier annuellement des ratios à partir :**
   - Des éléments constitutifs des dépenses directes et réelles sur le patrimoine de voirie
   - Des contours du patrimoine concerné
2. **Situer ces dépenses par rapports aux données générales budgétaires de la collectivité**
   - Les données générales : population, personnel, fonctionnement, investissement.
3. **Mesurer les évolutions année après année**

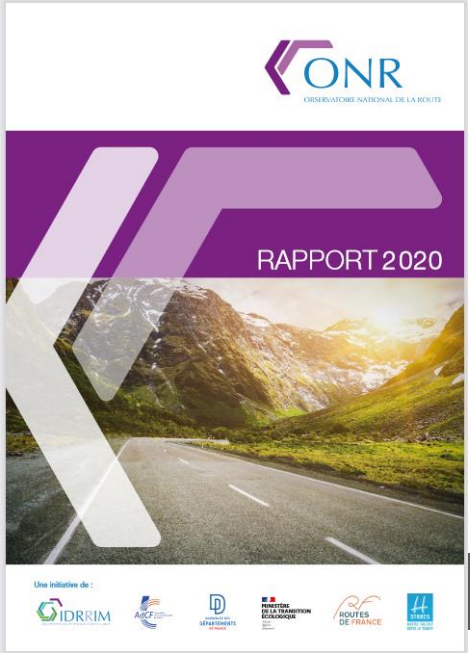
Aboutir à la corrélation des données techniques et financières

- **A terme et progressivement**, déterminer le lien entre :
  - La politique de maintenance du patrimoine
  - L'évolution de l'état du patrimoine
  - L'évolution des dépenses consacrées à sa maintenance

- En tenant compte des facteurs trafic, climat, structures, techniques …

Procéder de façon graduelle et pragmatique

- **Pas d'« usine à gaz »**
  - Analyses « grosse maille » pour commencer
  - Affinage des analyses au fur et à mesure de la consolidation des données
  - Élargissement du patrimoine audité au-delà des chaussées et ouvrages d'art
- **Base du volontariat « mobilisateur »**
  - Retour de données aux contributeurs
  - Communication régulière



➔ **Maintenir le sujet dans l'actualité**

Lancement en 2020 d'une démarche au sein de l'IDRRIM sur la gestion patrimoniale des équipements de la route - objectifs :

- Aider les gestionnaires à bâtir une stratégie de gestion des équipements de la route ;
- Définir des outils et méthodes adaptés pour le recensement et le suivi d'un patrimoine d'équipements de la route ;
- Proposer aux gestionnaires des modalités de gestion au regard des fonctions portées par l'équipement de la route ;
- Aider les gestionnaires à fixer des niveaux de service avec des indicateurs différenciés selon la typologie d'équipement de la route.
- S'inscrire en continuité du guide de la signalisation horizontale (2019)

Guide de la signalisation horizontale (2019)

- Fournir une aide pratique à l'application de la réglementation, en décrivant les principes généraux d'emploi des différents produits, leurs performances, les différents contrôles et les outils associés
- Faciliter l'élaboration d'une politique publique d'entretien sur les infrastructures existantes
- Partager des conseils pour optimiser l'achat public

➢ **Document à retrouver sur** : www.idrrim.com/publications/7165.htm

Points d'attention identifiés

- Tenir compte des différents outils et méthodes existantes en matière d'inventaires et d'outils de suivi.
- Ce travail ne vise pas à fixer des niveaux de service particuliers (fréquence de patrouillage et de renouvellement) mais à aider les gestionnaires à les définir.
- Apporter des éléments juridiques liés à la jurisprudence actuelle pour conseiller les gestionnaires sur leurs obligations
- Les modalités de gestion seront différentes en fonction du type d'équipement concerné

Structure de la démarche

- Rappeler les enjeux d'une gestion patrimoniale et les spécificités liées au patrimoine d'équipements de la route
  - Enjeu de la meilleure sécurité des usagers
- Proposer une démarche commune à la gestion des patrimoniale des équipements de la route rappelant notamment :
  - L'inscription dans une démarche de conduite du changement
  - Les objectifs et les niveaux de service à définir
  - La définition des politiques techniques
  - La connaissance et la surveillance du patrimoine
- Décliner cette stratégie en fonction des enjeux propres à chaque type d'équipement

Périmètre de la démarche

- La signalisation horizontale
- La signalisation verticale
- Les dispositifs de retenue (fixes et mobiles)
- Les équipements dynamiques (hors aspect informatique)
- Les écrans acoustiques

Les équipements d'assainissement seront traités par la refonte du guide technique pour l'assainissement routier (GTAR), engagée en 2021.

Calendrier

- Guide actuellement en cours de relecture
- Présentation lors du congrès de l'IDRRIM les 4 et 5 octobre à Rennes dans le cadre d'un atelier consacré à la gestion patrimoniale au service de la sécurité des infrastructures
- Publication prévue fin 2021 ou début 2022

LES TRAVAUX DE L'IDRRIM SUR LE BRUIT

Documents à retrouver sur : www.idrrim.com/publications/7530.htm

Objectifs de la démarche

- Informer les maîtres d'ouvrage et gestionnaires de réseaux :
  - De l'état de la connaissance et de la pratique sur les méthodes de mesure du bruit de roulement
  - Des performances acoustiques des revêtements de chaussée
  - Leur évolution dans le temps
- Traiter le sujet de la réduction du bruit à la source par les revêtements de chaussée
- Approche complémentaire de l'apport par les écrans acoustiques

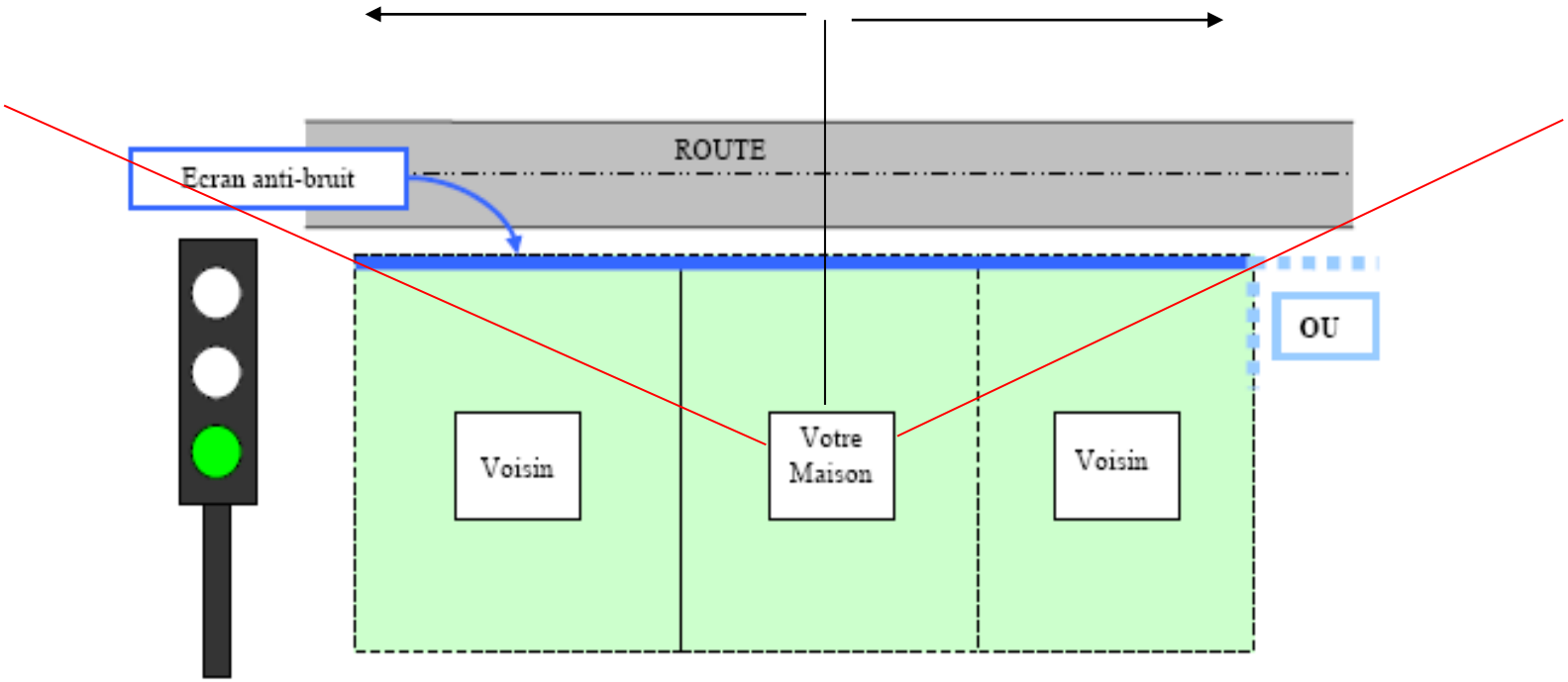
MERCI

IDRRIM
INSTITUT DES ROUTES, DES RUES ET DES INFRASTRUCTURES POUR LA MOBILITÉ

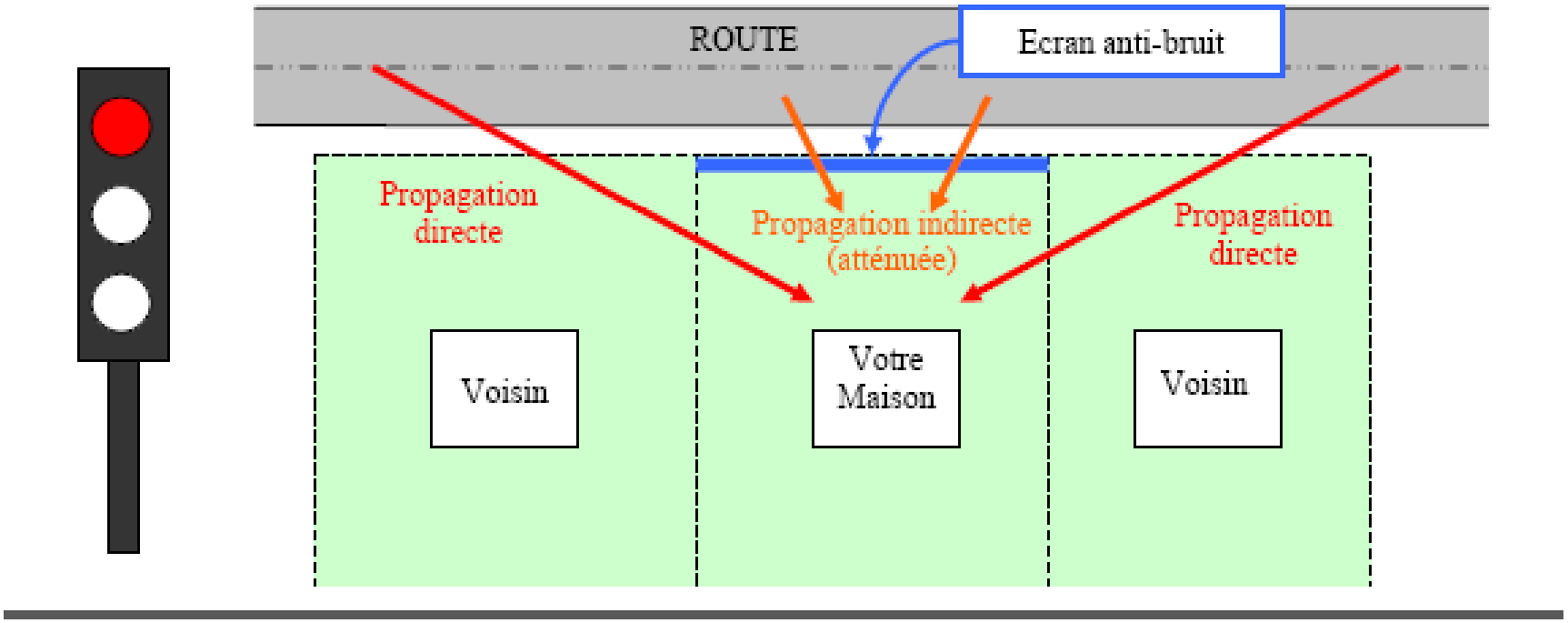
DIMENSIONNEMENT & CONCEPTION DES ÉCRANS ANTIBRUITS

Jean-Marc ABRAMOWITCH, expert

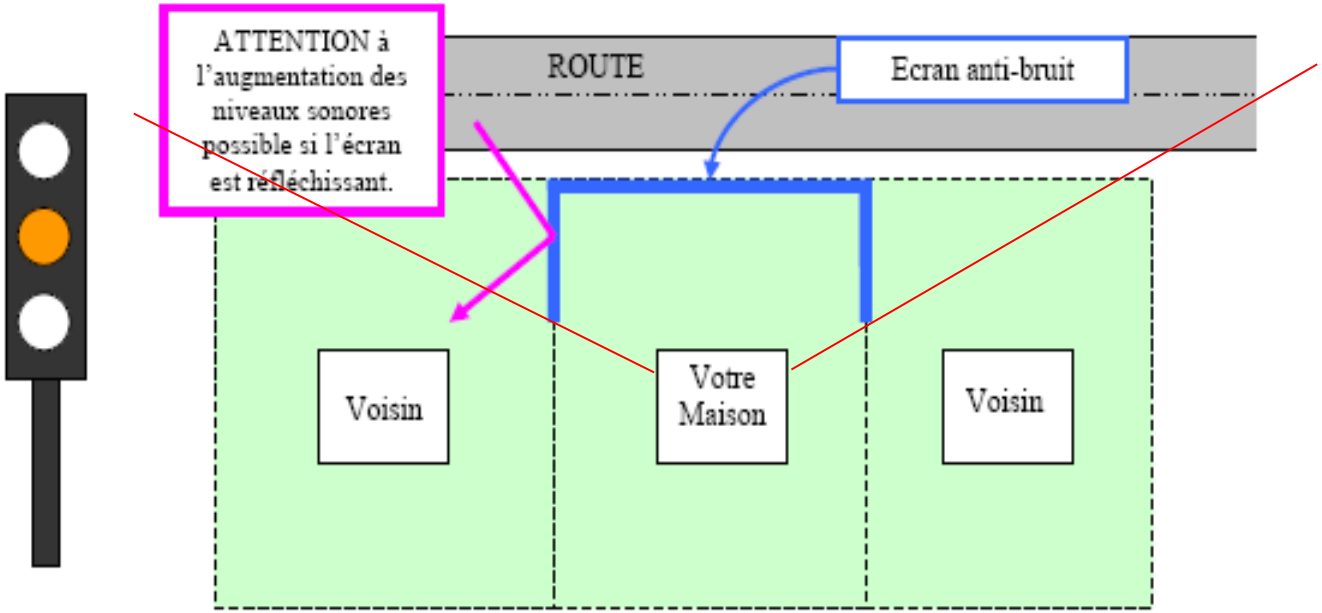
DIMENSIONNEMENT 1



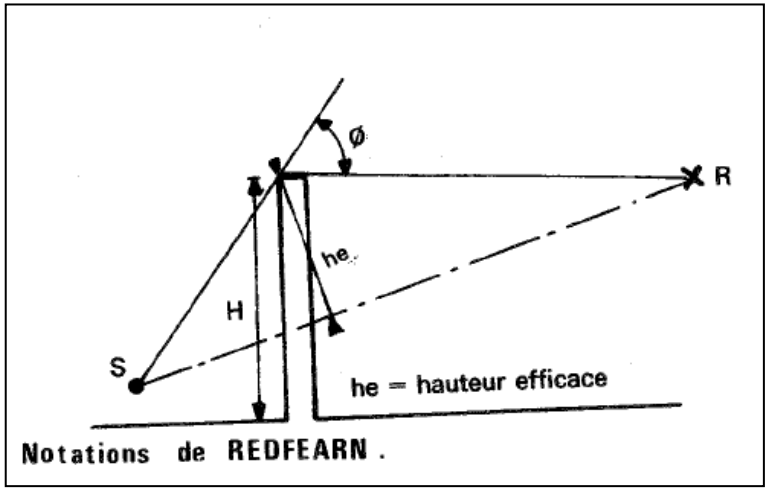
DIMENSIONNEMENT 2



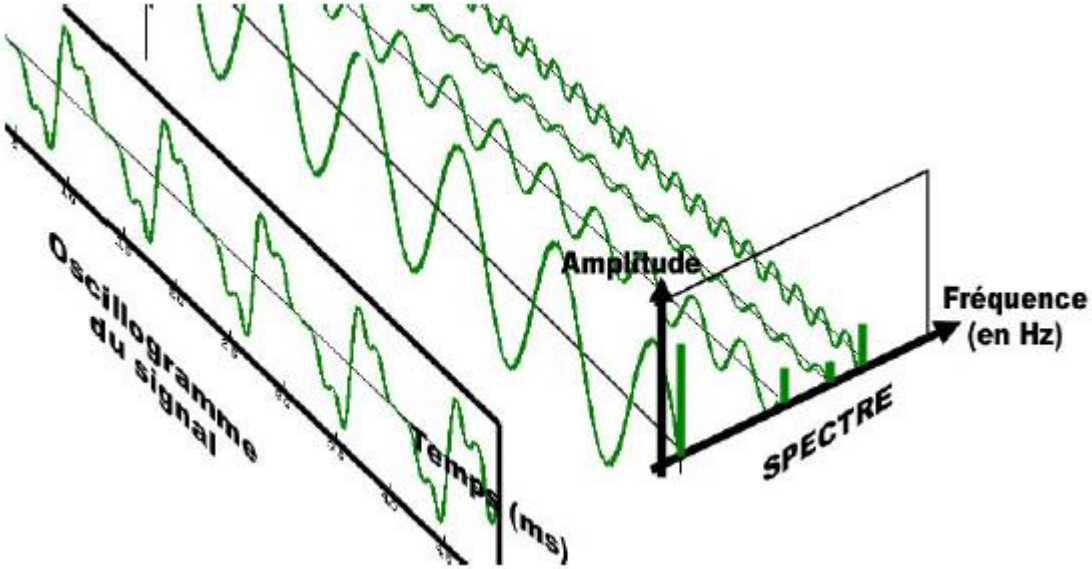
DIMENSIONNEMENT 3

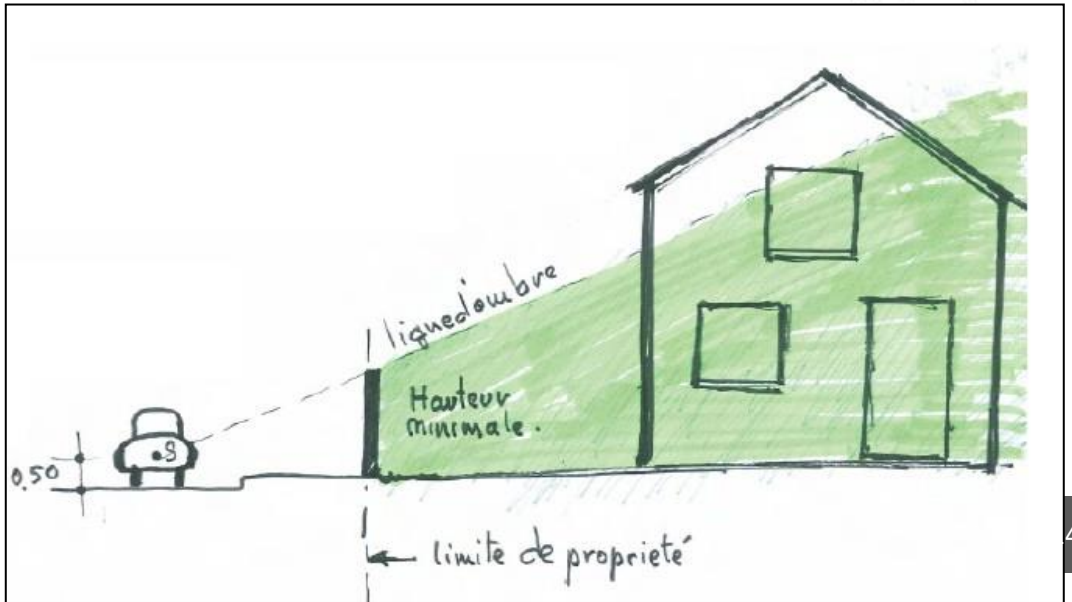


DIMENSIONNEMENT 4

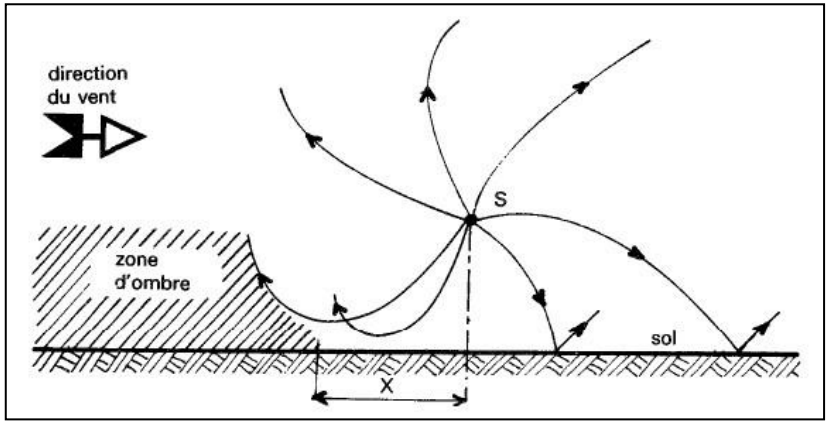


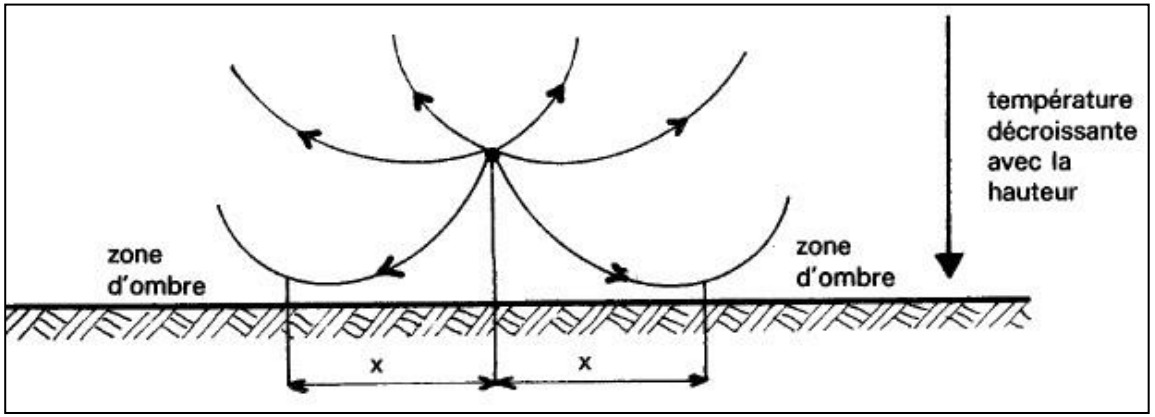
Notations de REDFEARN .

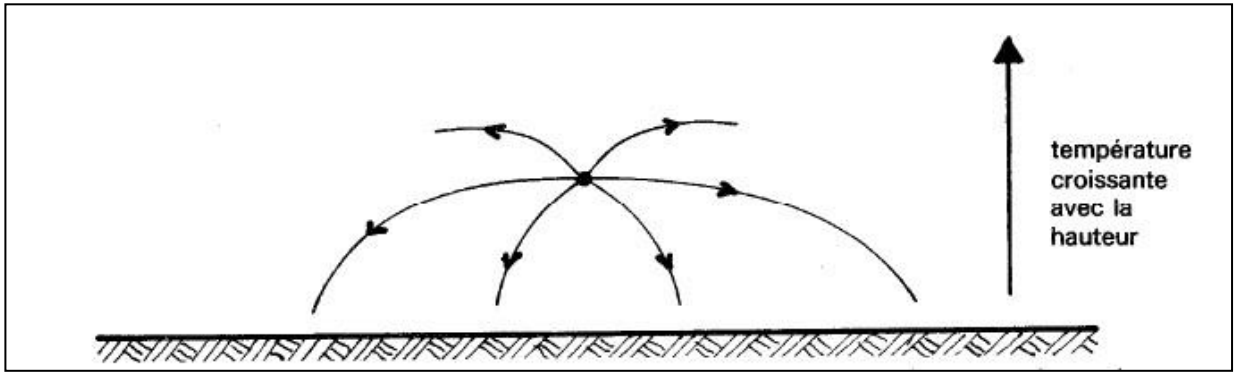




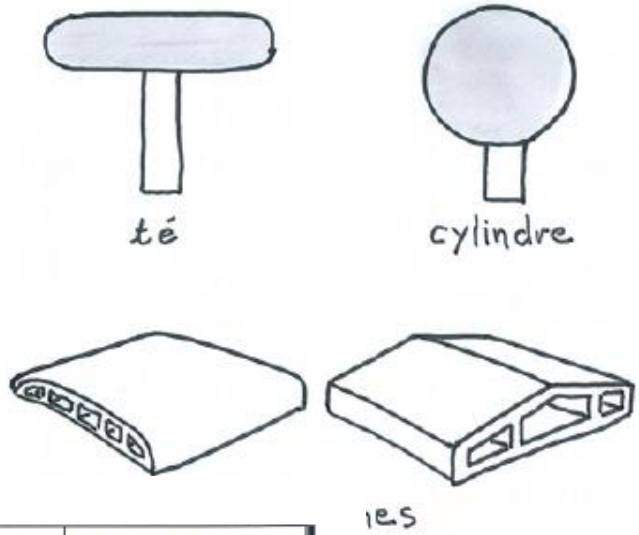
DIMENSIONNEMENT 5







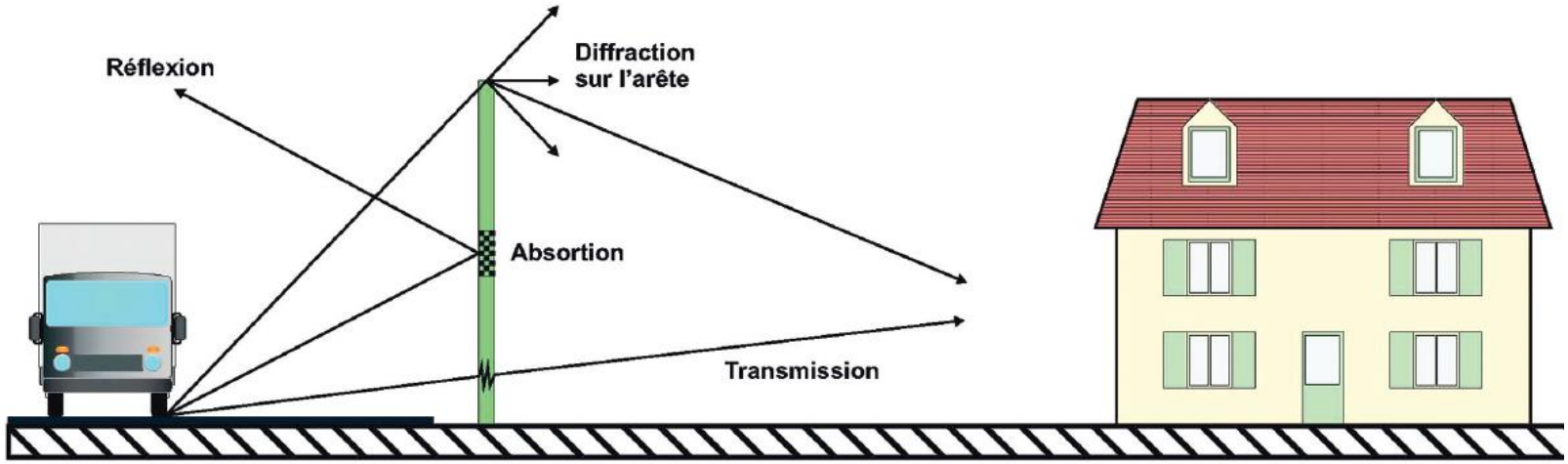
DIMENSIONNEMENT 6



	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

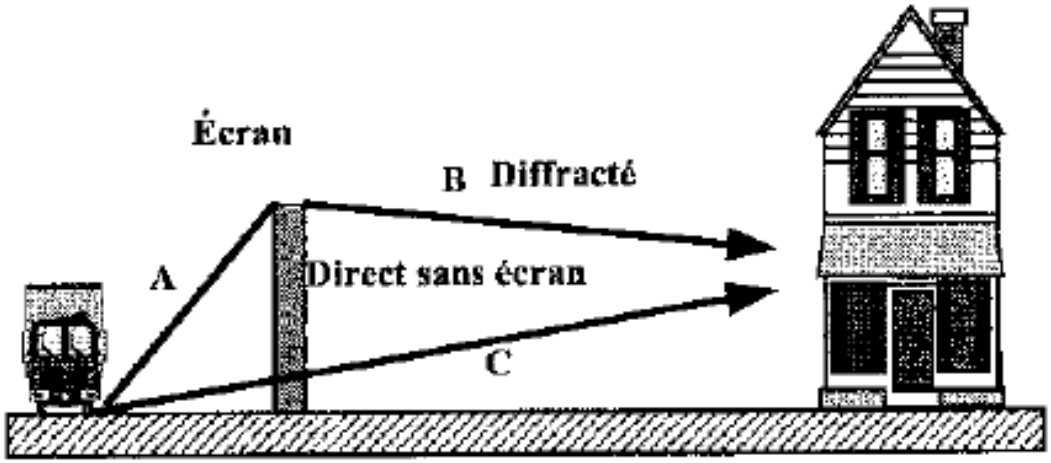
- Tableau 5 -
Résultats moyens, en dB(A), pour un bruit routier à l'émission, de l'efficacité de dispositifs mis en sommet d'écran de 4 m, par rapport à un écran droit réfléchissant de même hauteur, en bordure d'une autoroute à 4 voies.

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

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB Centre d'information sur le Bruit

	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

Protections Acoustiques

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

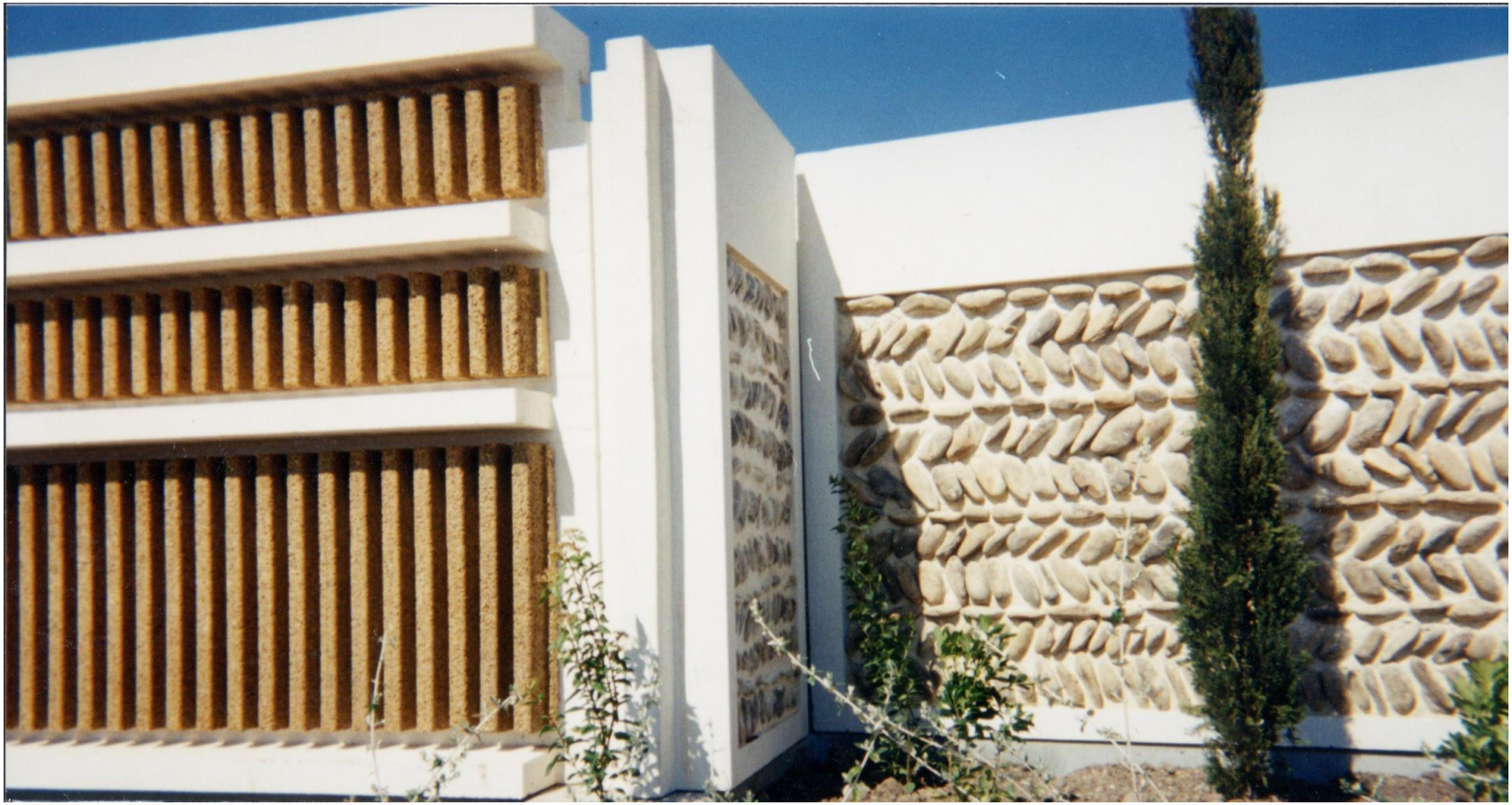
Guide de Conception des écrans

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
Didier ORMAN - SER / INGEROP
Damien CHAMPENOY - 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 ;

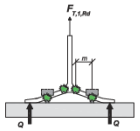
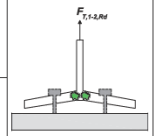
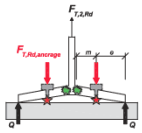
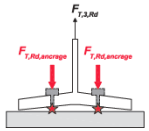
- **La norme NF EN 1993-1-1 :** EUROCODE 3 Calcul des structures en acier. Partie 1-1 – Règles générales et règles pour les bâtiments ;
- **La norme NF EN 1993-5 :** EUROCODE 3 Calcul des structures en acier. Partie 5 – Pieux et palplanches ;
- **Norme NF EN 1997-1 :** EUROCODE 7 Partie 1 – Calcul géotechnique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

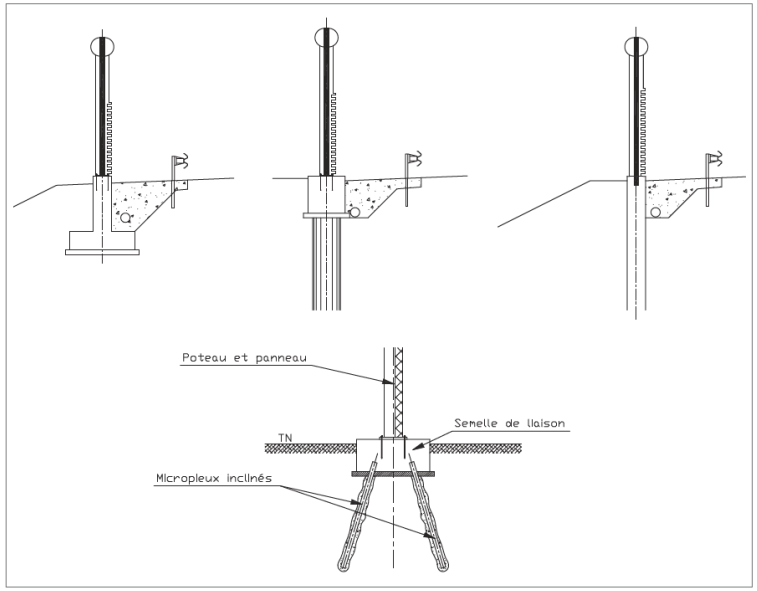
Groupe de rédaction

- 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

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		$F_{t,3,Rd} = \sum F_{t,Rd,ancrage}$		

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)
- Section Protections Acoustiques du SER

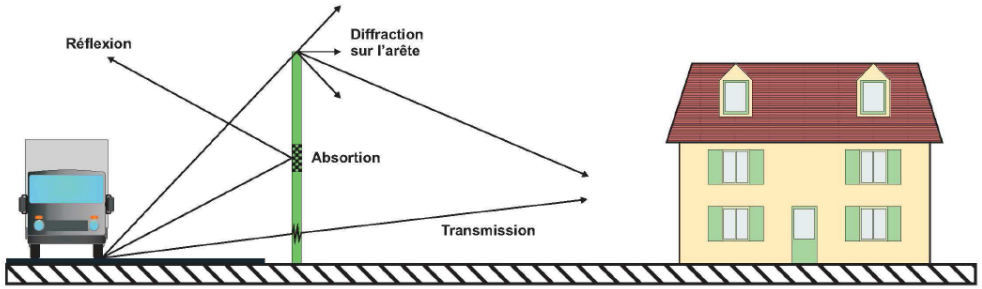


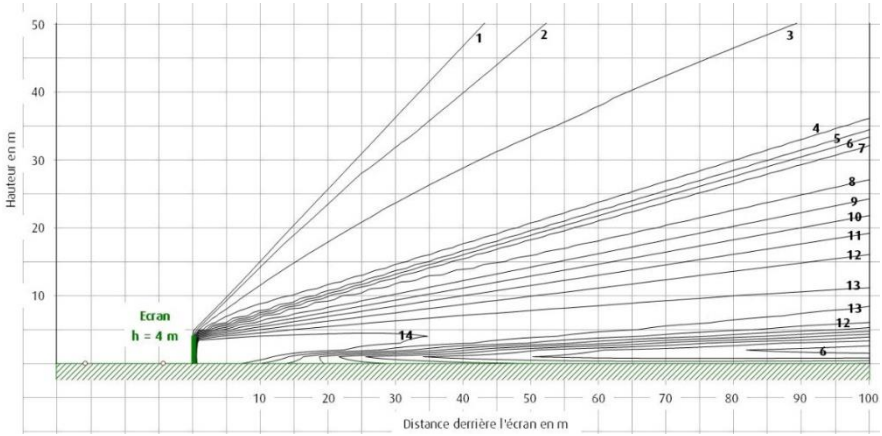
SOMMAIRE DU GUIDE

- 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





GÉNÉRALITÉS - LES DIFFÉRENTS TYPES D'ÉCRAN

Ecrans réfléchissants
Ecrans absorbants

Performances en absorption et isolation acoustiques

Présentation sommaire des autres caractéristiques

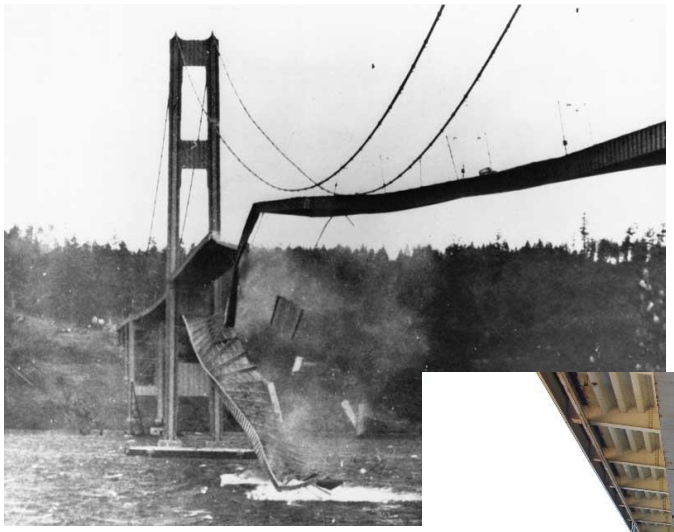
GÉNÉRALITÉS – LA COMMANDE DU MAÎTRE D'OUVRAGE

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

ROBUSTESSE

=> 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…)

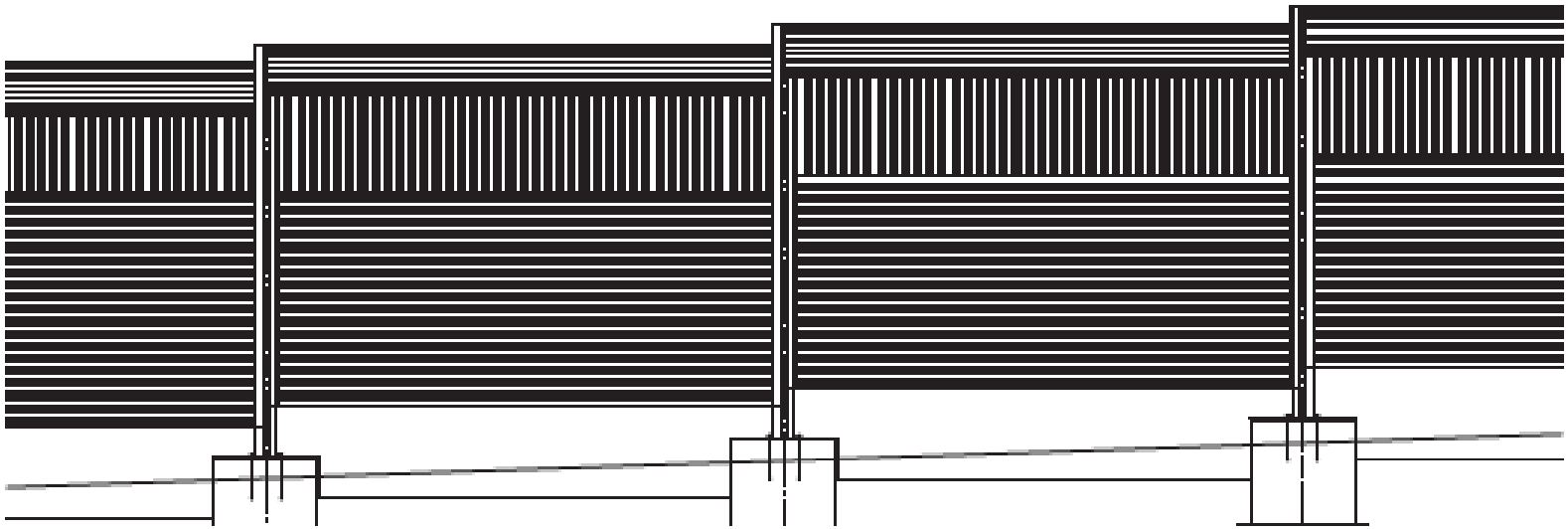
Robuste



Moins Robuste

=> Proposition guide :

Panneau défectueux (suite à un choc de véhicule par exemple), qui transformerait un panneau courant en panneau d'extrémité, aboutissant à un éventuel effondrement en chaîne du fait de l'augmentation des effets du vent aux extrémités d'un écran. Dans le cas général, **il est recommandé de considérer cette éventualité dans le cadre d'une situation de projet accidentelle.**

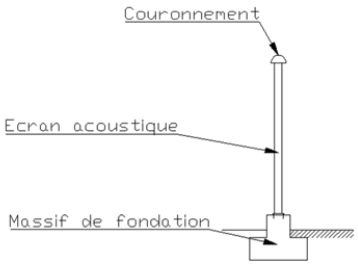


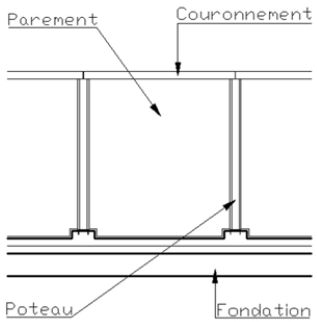
=> Estimation :

500 €/m² à 1500 €/m² suivant site (campagne, Paris, matériau et mode de fondation,…)

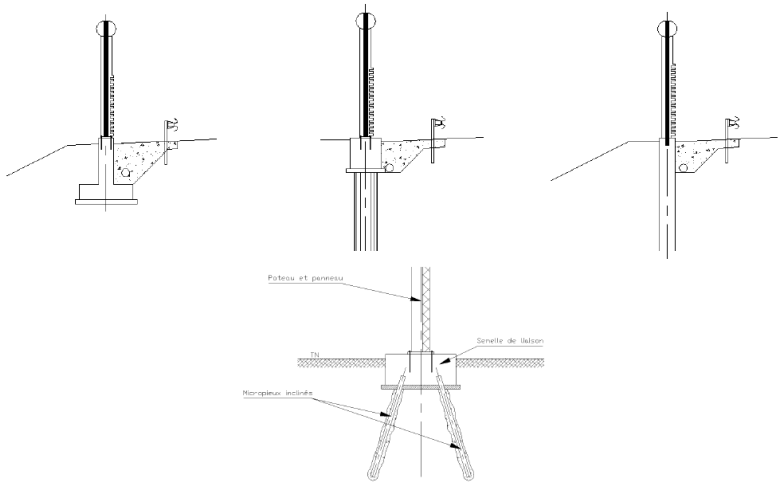
CONCEPTION DU GÉNIE CIVIL

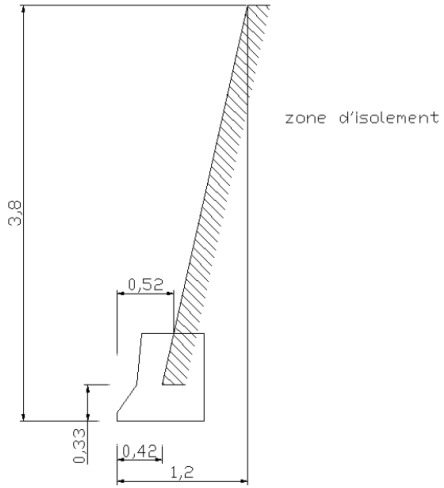
- Déroulement général des études
- Conception générale
- Contraintes du projet
- Phasage des travaux





CONCEPTION DU GÉNIE CIVIL





JUSTIFICATIONS – PRINCIPES GÉNÉRAUX

Les écrans acoustiques doivent faire l'objet de justifications au même titre que les autres structures de génie civil :

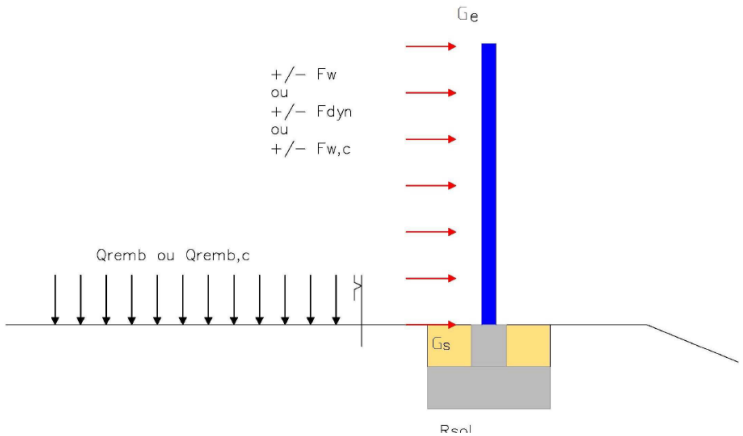
· états limites ultimes – ELU : sécurité des personnes et de la structure (limite d'équilibre statique et à la limite de résistance) ;
·états limites ultimes accidentels - ELA : robustesse des structures (situation accidentelle avec des parties d'écran absentes) ;
· états limites de service – ELS : fonctionnement de la structure (limitation des déformations de l'écran, maîtrise de l'ouverture des fissures des éléments BA.

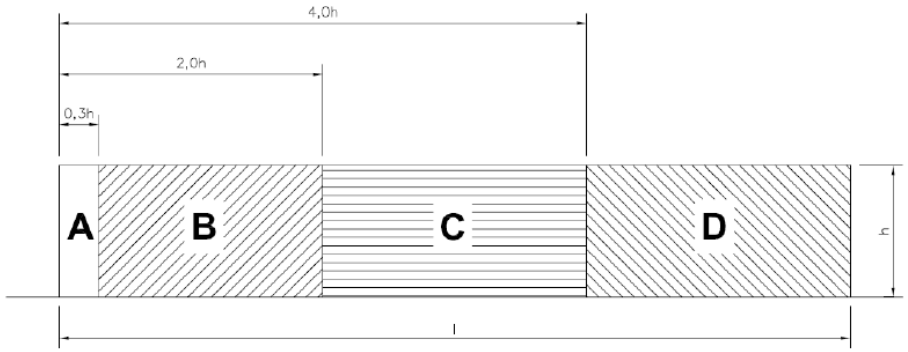
Les Eurocodes s'appliquent à l'ensemble des éléments constituant les écrans acoustiques. Il convient d'appliquer les parties 1 – 1 : « Règles générales et règles pour les bâtiments » de chaque Eurocode concerné.

Le guide propose des règles de justification spécifiques aux écrans.

JUSTIFICATIONS 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





JUSTIFICATIONS ACTIONS ET COMBINAISONS D'ACTIONS

$c_e(z)$, défini de façon conventionnelle comme le rapport entre la pression dynamique de pointe $q_p(z)$, et la pression dynamique de référence, $q_b = ½.\rho.v_b^2$

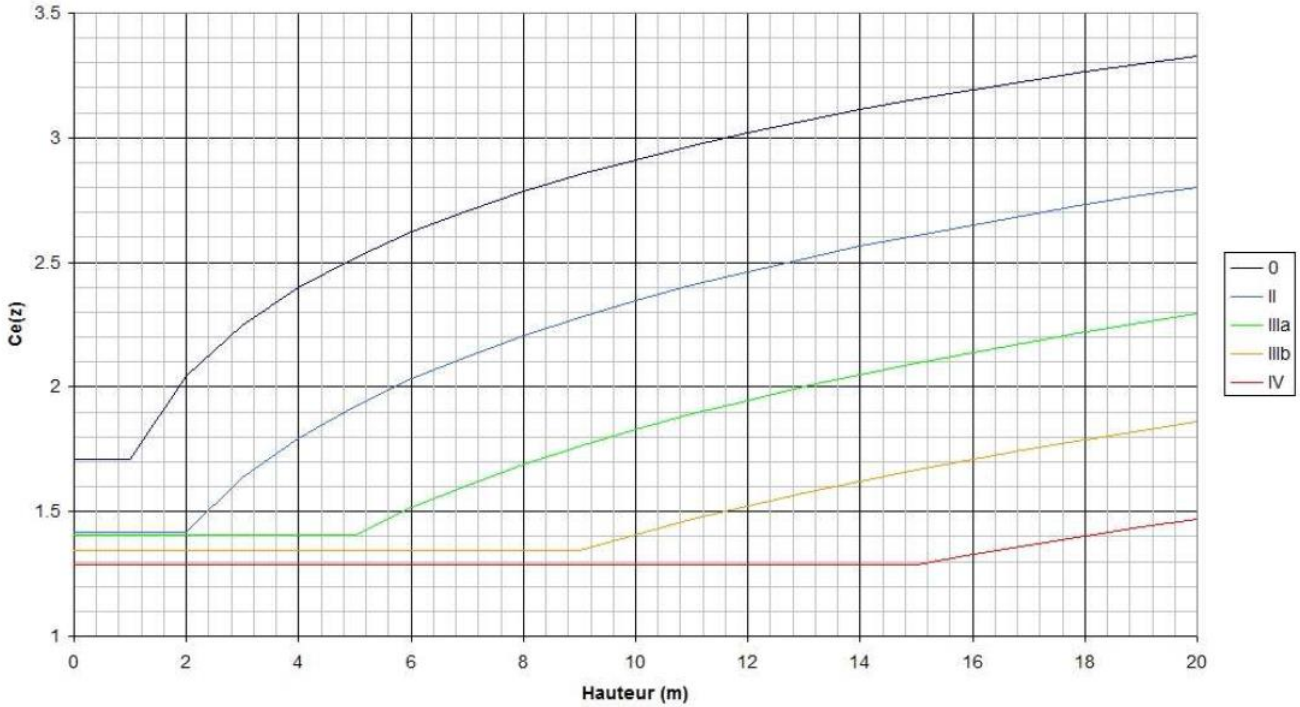


Figure 35 - Coefficient d'exposition en fonction de la catégorie de rugosité de site et de la hauteur de référence de l'écran – Valable pour $c_o(z) = 1,0$.

CidB
Centre d'information sur le Bruit

A1 - Abaques de détermination des effets du vent

Étape 4 : Lire dans l'abaque les valeurs de la pression exercée par le vent en fonction de la hauteur de l'écran et de la zone (A,B,C ou D) et de la catégorie de rugosité du site

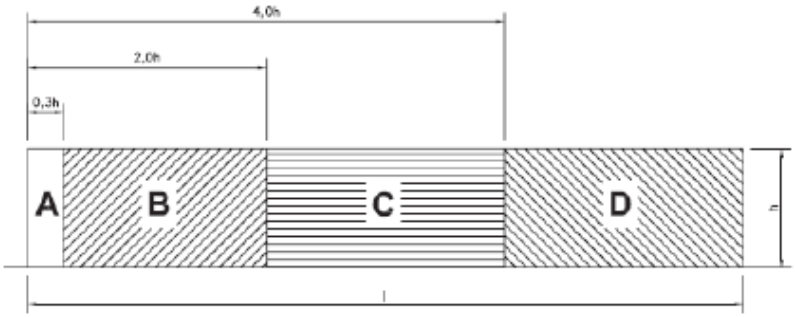


Figure A.4 : définition des zones d'écran de l'écran

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)

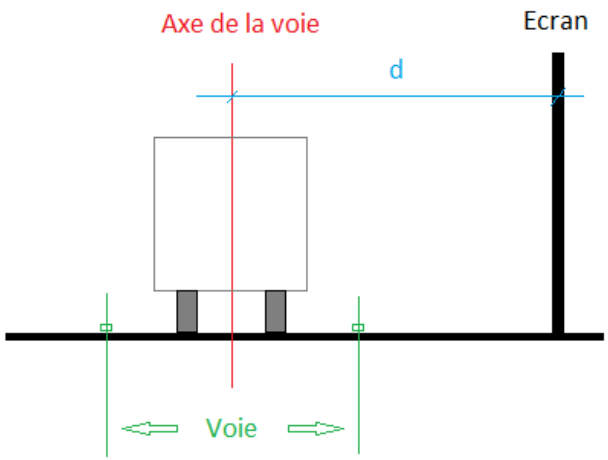
Hauteur écran : 2.50 m Cote bas écran/TN : 0.00 m
Pression en daN/m2

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

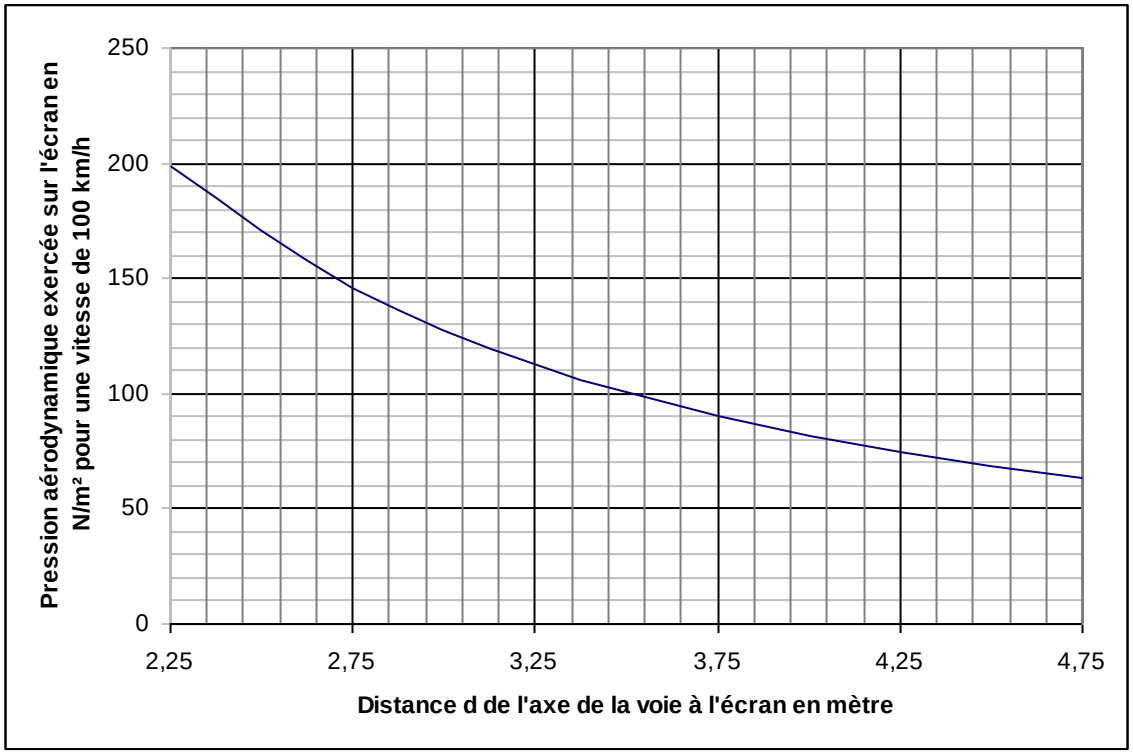
Hauteur écran : 2.50 m Cote bas écran/TN : 7.00 m
Pression en daN/m2

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



K_{100} = 694 N/m² et a = -1,54



ELS et ELU de résistance :décalage des véhicules de 50 cm par rapport à l'axe de la voie

ELU de fatigue : possibilité de considérer que les véhicules sont centrés sur leur voie et qu'ils roulent à une vitesse de 90 km/h (K_{90} = 1000 x 90² / 120² = 562,5 N/m² et a = -1,54)

JUSTIFICATIONS – 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 rutiers 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

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

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

ANNEXES - ABAQUES

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

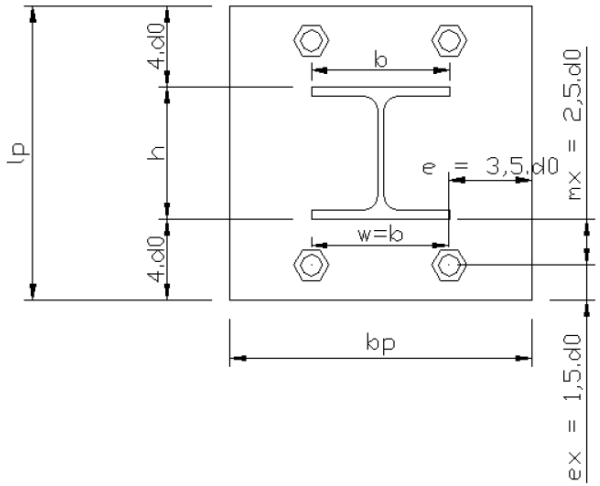
Exemple :
- écran situé en Ile-de-France (région 2) (1)
- écran de 3,00 m situé au niveau du terrain naturel (2)
- implanté dans une zone de rugosité IIIb (3)

(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

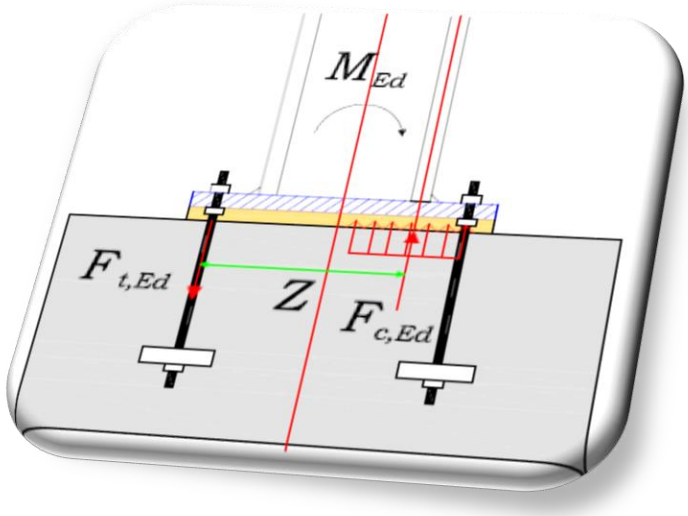
poteau	Cat 0	Cat II	Cat IIIa	Cat IIIb	Cat IV
1	12.4/HEA140	9.06/HEA120	7.83/HEA120	7.46/HEA120	7.16/HEA120
2	19.7/HEA160	14.4/HEA140	12.4/HEA140	11.8/HEA140	11.4/HEA140
3	16.6/HEA160	12.1/HEA140	10.4/HEA120	9.97/HEA120	9.57/HEA120
4	13.7/HEA140	10.0/HEA120	8.67/HEA120	8.26/HEA120	7.93/HEA120
Courant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



7 FICHES CALCULS

- POUR DONNER UN EXEMPLE DE DIMENSIONNEMENT D'UN ÉCRAN ACOUSTIQUE

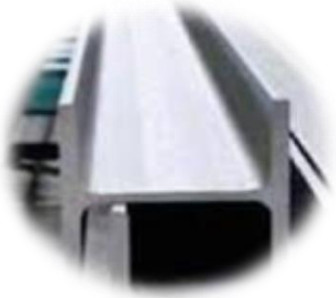
A. DESCRIPTION
B. MATERIAUX
C. ACTIONS
D. JUSTIFICATION DES POTEAUX
E. JUSTIFICATION LIASON POTEAU/FONDATION
F. JUSTIFICATION STABILITE EXTERNE FONDATION
G. JUSTIFICATION STABILITE INTERNE FONDATION



CALCULS : B : MATÉRIAUX

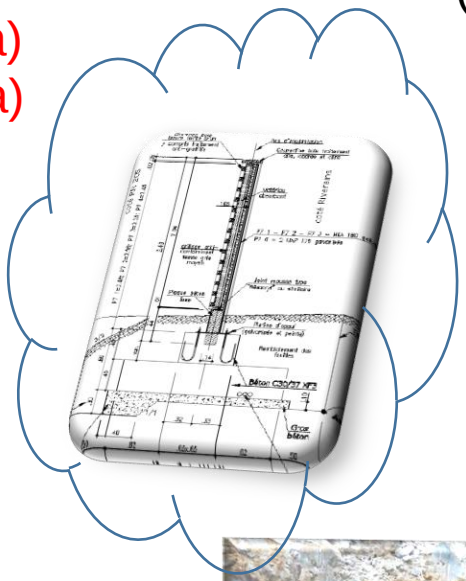
SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB Centre d'information sur le Bruit



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

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



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

B500B :
(f_{sk} = 500 MPa)

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

Protections Acoustiques

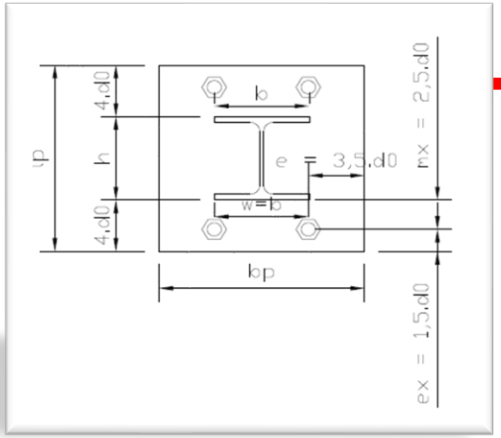
CALCULS : E : LIAISON TIGE

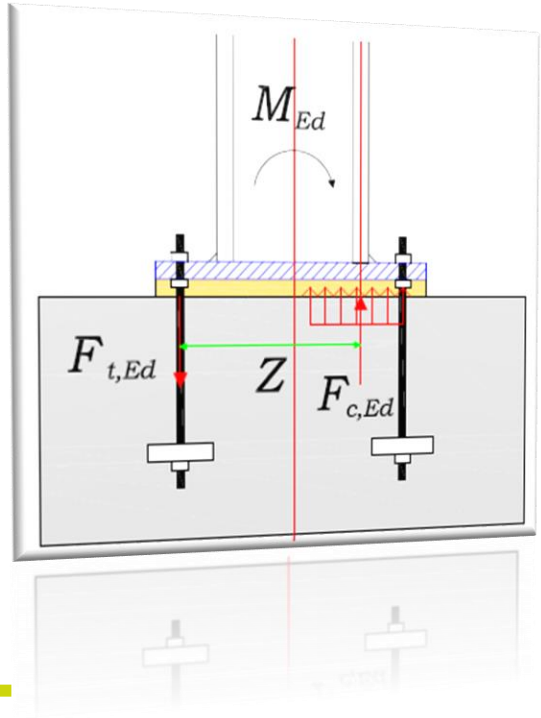
SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB Centre d'information sur le Bruit

Principe : Traction ; Tranchant ; Interaction Tranchant/Traction

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

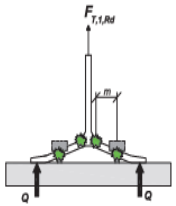
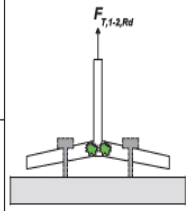
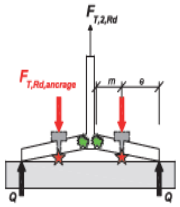
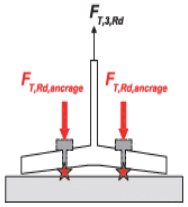


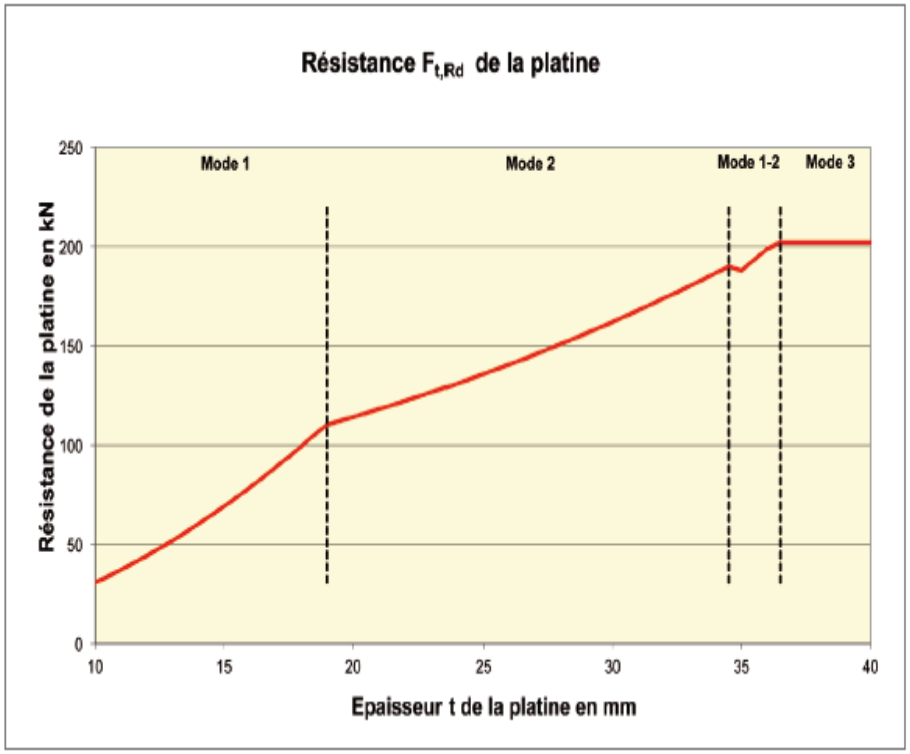


n° poteau	Type HEA	Moment ELUfond	h	t_f	Z	$F_{t,Ed}$	A_{smin}	Désignation tige	A_s	$F_{t,Rd}$	Critère traction	Critère cisaillement	Critère efforts combinés
		kN.m	mm	mm	mm	kN	mm²		mm²	kN			
1	180	57,1	171	9,5	231,25	123,5	343,1	M24	353	127,1	0,97	0,07	0,76
2	220	88,6	210	11	279,50	158,6	440,5	M27	459	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.

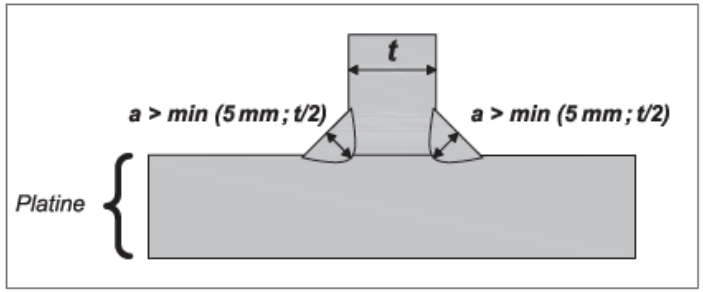
CALCULS : E : PLATINE

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		$F_{t,3,Rd} = \sum F_{t,Rd,ancrage}$		



CALCULS : E : BILAN

SY



Conseil soudure platine/profile

Pour éviter des considérations trop complexes sur la fatigue :

- de limiter la nuance d'acier des platines à S235 (ou de limiter dans les calculs f_y à 235 MPa) ;
- de ne pas concevoir une platine trop souple (pour éviter le mode de rupture 1 correspondant à une plastification totale de la platine) ;
- pour les profilés de type HEA, de recourir à un acier S235 et de réaliser un dimensionnement élastique à l'état limite ultime (ELU) en combinaison fondamentale ;
- de 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 ;
- de monter les poteaux avec platines sur les tiges avec contre écrous de réglage plutôt que d'utiliser des cales dont la pérennité n'est pas assurée et de mettre en œuvre un mortier de remplissage entre la platine et le béton pour améliorer la tenue en fatigue et la durabilité ;
- de recentrer au maximum les tiges vers l'âme du profilé (implanter les tiges dans l'emprise de la largeur de semelle des poteaux).

CALCULS : F : FONDATION EXTERNE

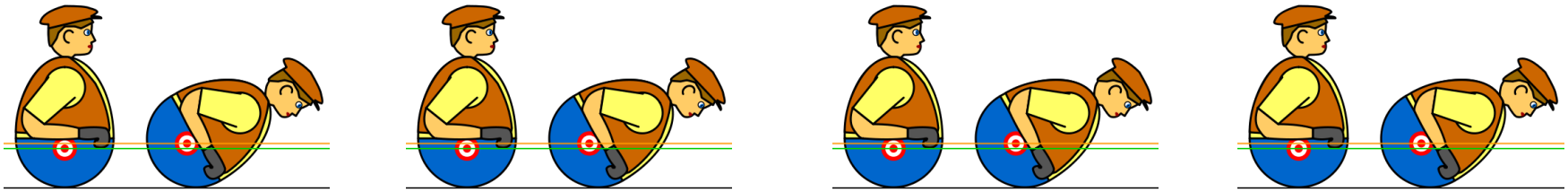
Principe : Poinçonnement ; **renversement** ; glissement….

5) Excentrement de la charge à l'ELS

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

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

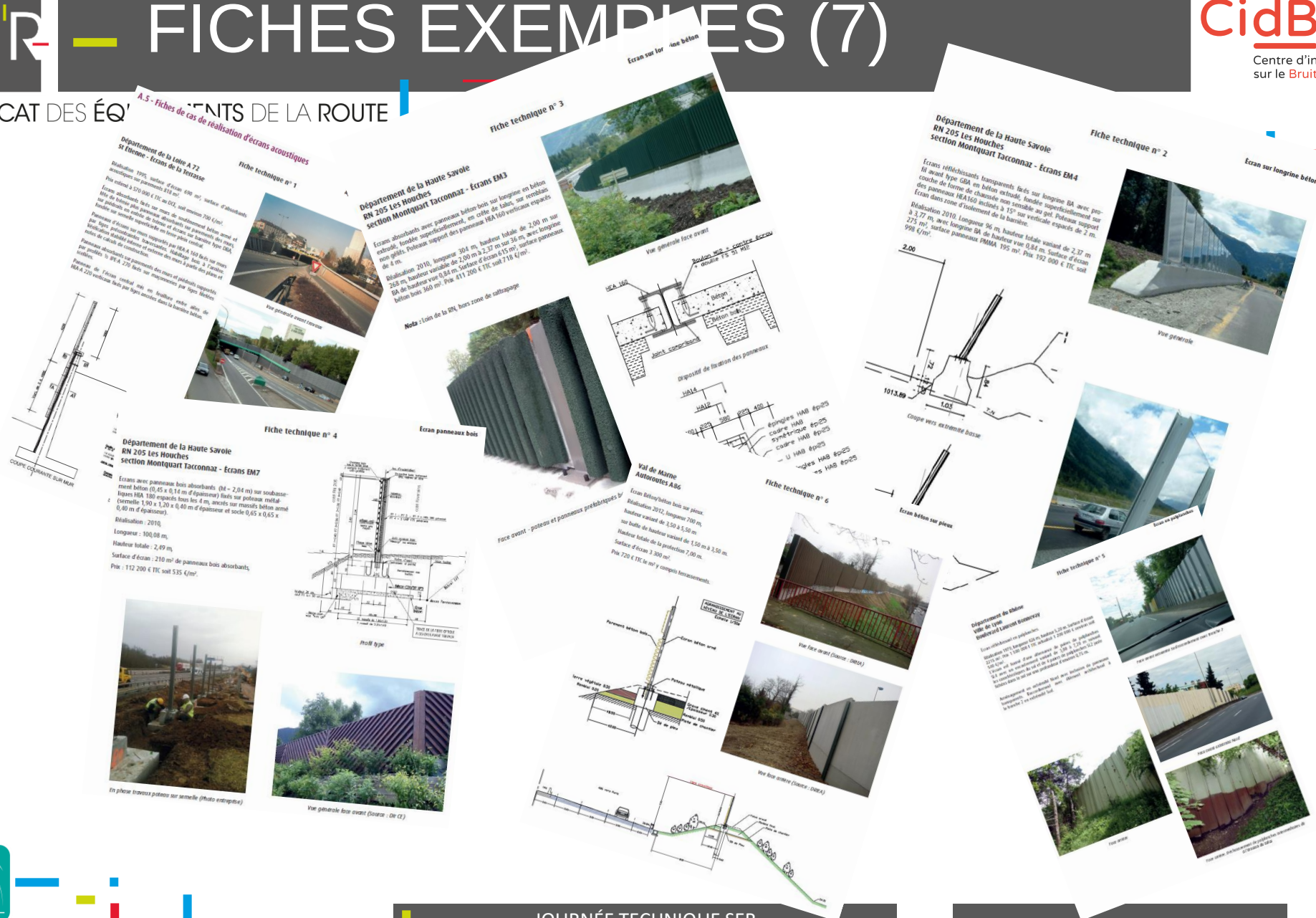
Panneau	Durable		Transitoire	
	e (m)	critère excentrement e/B	e (m)	Critère excentrement e/B
1	0,354	0,810		
2	0,411	0,939	0,380	0,869
3	0,340	0,778		
4	0,332	0,760		
5	0,254	0,581		
6	0,235	0,537		



FICHES EXEMPLES (7)

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB
Centre d'information sur le Bruit



Protections Acoustiques

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 ;

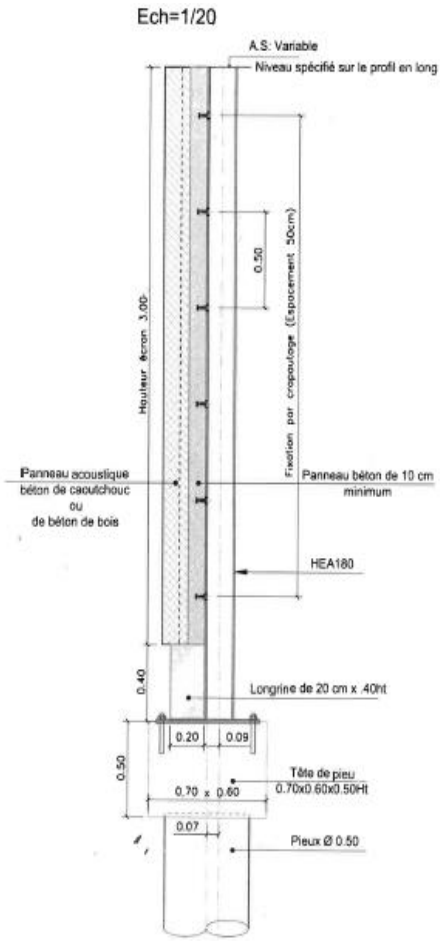
→ Coût ;

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 ;

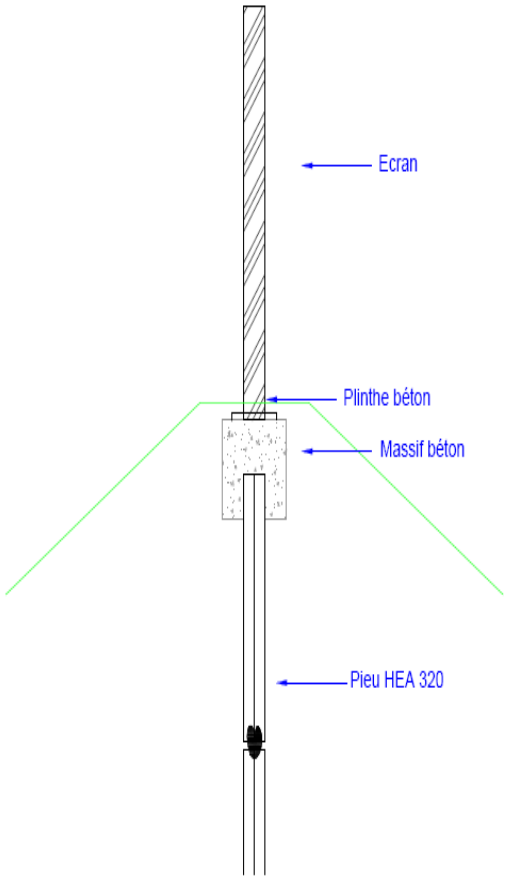
→ Coût ;

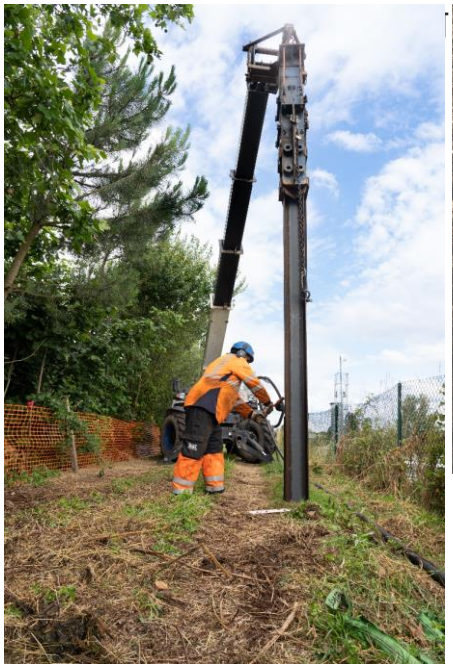
Inconvénients :

→ 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 :

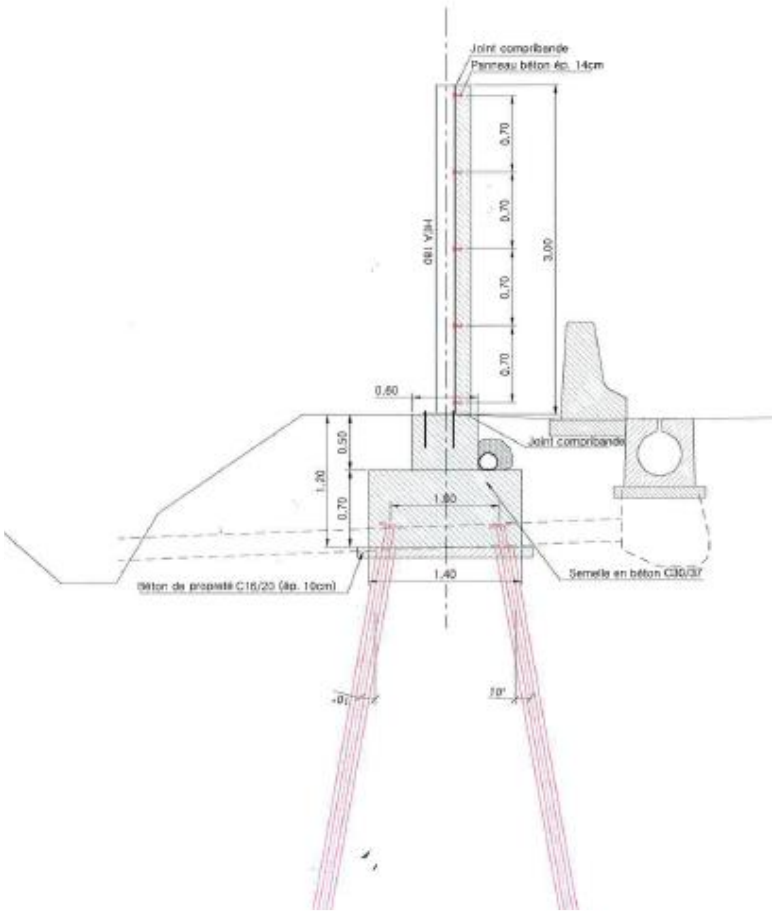
→ Possibilité de les réaliser même en cas d'accès difficile (Encombrement limité des ateliers, retrait rapide et faible étendue du bras de forage) ;

→ 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 :

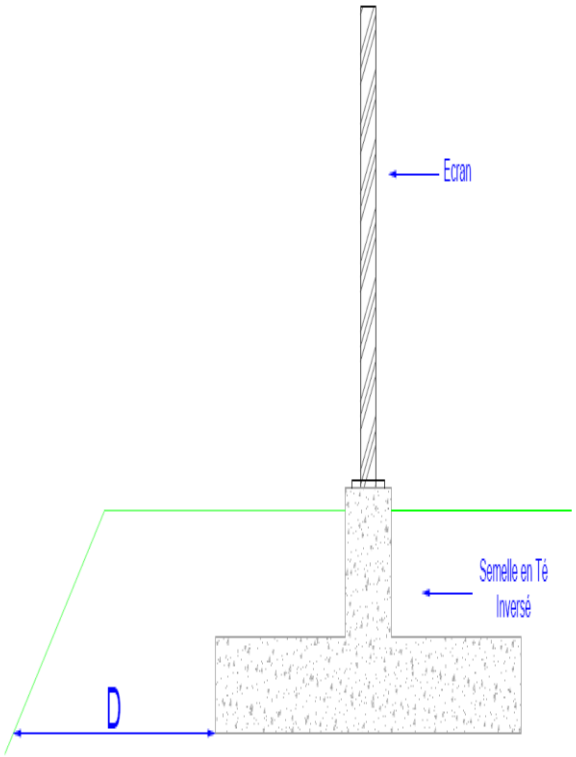
→ Coût relativement élevé ;

→ Temps de réalisation long ;

→ Volume de terrassements et de béton important ;

→ Portance du sol élevée ;

→ Présence de réseaux à proximité.



Fondation superficielle

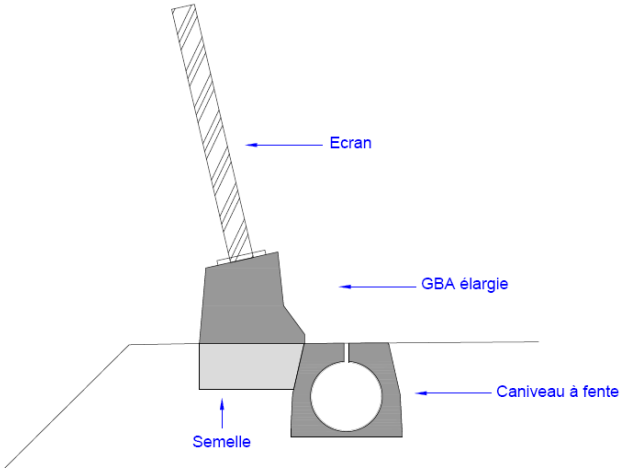
❖ ***GBA élargies :***

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 2021 :

→ 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 ?

Wirtgen
AGILIS

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

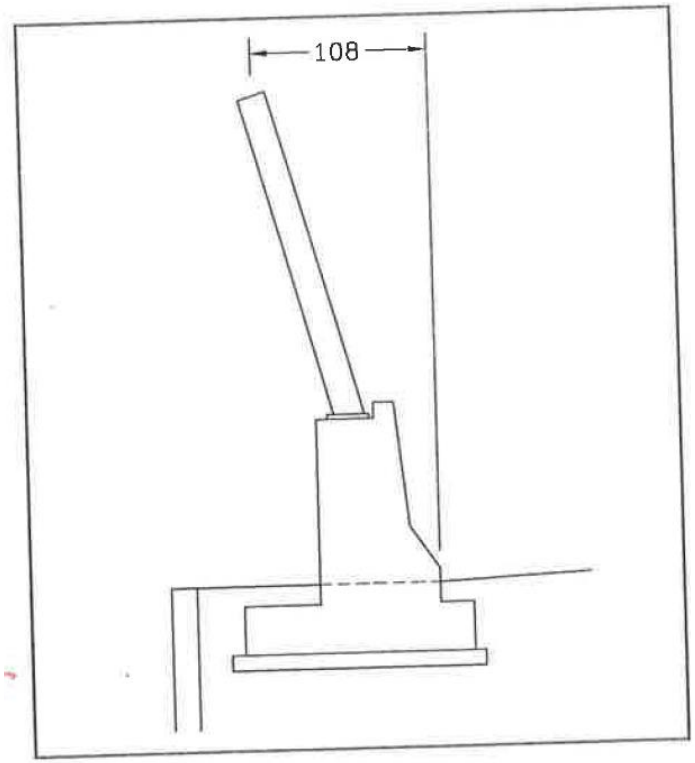
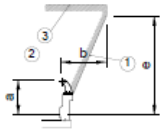
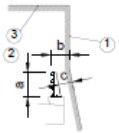
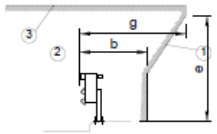
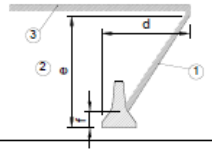
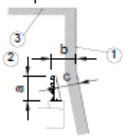
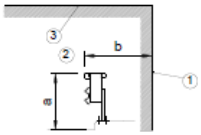


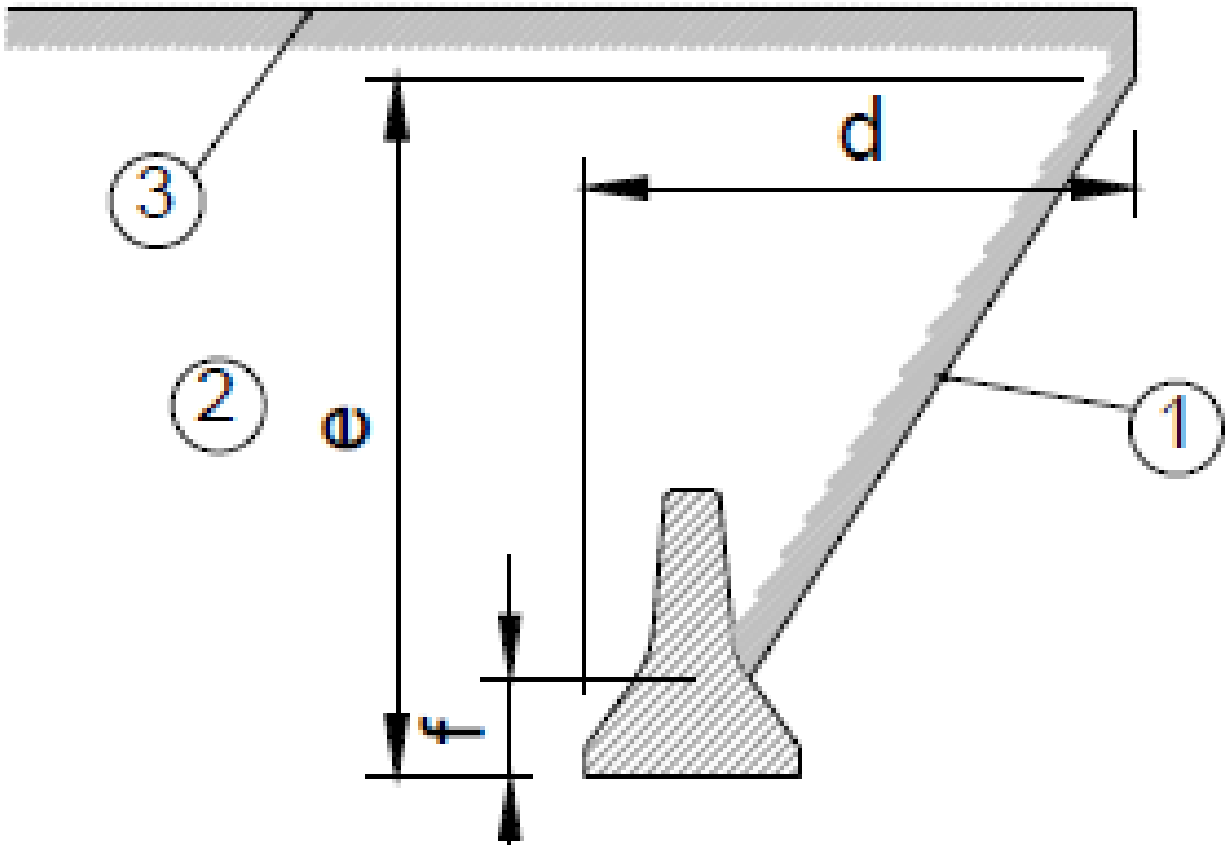
Figure 29
Écran fixé sur une assise en béton dont la face avant est profilée en forme de DBA (Cotes en cm).

		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

MERCI

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE
INGÉROP Inventons demain
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 2021

Mardi 14 septembre 2021

STATISTIQUES

Surfaces en m²/Appels offres lancés dans l'année

TYPE	2016	2017	2018	2019	2020
BETON	30420	81470	45290	68100	19690
BOIS	48880	14330	16970	7300	7040
METAL	7200	16880	16810	3400	3900
TRANSPARENT	5750	1430	3070	2750	3320
AUTRES	130500	0	1550	1240	470
TOTAL	***104880***	***114110***	***83690***	***82790***	***34420***

STATISTIQUES

RÉPARTITION EN %

TYPE	2016	2017	2018	2019	2020
BETON	29	71	54	82	57
BOIS	47	13	20	9	21
METAL	7	15	20	4	11
TRANSPARENT	5	1	4	3	10
AUTRES	12	0	2	2	1

MAITRE OUVRAGE

RÉPARTITION EN %

	2016	2017	2018	2019	2020
ETAT	36	23	10	17	31
AUTOROUTES PRIVEES	27	2	47	40	2
CONSEILS GENERAUX	5	10	20	12	42
FERROVIAIRE	1	1	8	26	7
COLLECTIVITES (agglo , ville)	2	1	6	5	8
CONCESSIONS (LGV/autoroutes)	24	54	5	0	0

REPRESENTATIVITE

RÉPARTITION EN %

INDUSTRIELS	2016	2017	2018	2019	2020
ADHÉRENTS DU SER	66	45	21		
AUTRES	34	55	79		

POSEURS	2016	2017	2018	2019	2020
ADHÉRENTS DU SER	75	65	41		
AUTRES	25	35	59		

OFFRE INDUSTRIELS

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

OFFRE INDUSTRIELS

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

OFFRE POSEURS

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

PRODUITS

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

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB
Centre d'information sur le Bruit

BETON BOIS

Guide FIB écrans

Protections Acoustiques

JOURNÉE TECHNIQUE SER
Protections Acoustiques 2021

Mardi 14 septembre 2021

BETON BOIS

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB
Centre d'information sur le Bruit

BETON ABSORBANT

Caoutchouc - Argile - Pouzzolane

Protections Acoustiques

JOURNÉE TECHNIQUE SER
Protections Acoustiques 2021

Mardi 14 septembre 2021

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

CidB
Centre d'information sur le Bruit

BOIS ABSORBANT

Guide Arébois

Protections Acoustiques

JOURNÉE TECHNIQUE SER
Protections Acoustiques 2021

Mardi 14 septembre 2021

BOIS ABSORBANT

METAL ABSORBANT

TRANSPARENT REFLECHISSANT

OUVRAGE ART

TRANSPARENT SEMI-ABSORBANT

PVC ABSORBANT

ISSUE DE SECOURS

COURRONNEMENT

TREMIE, ENTREE TUNNEL, PAREMENT

GRILLAGE ANTIGRAFFITI

ECRAN VÉGÉTALISABLE

AVENIR

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

- Ecran bas urbain

Programme recherche Cerema

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

Sixense en bref…

Sixense accompagne ses clients pour faire face aux enjeux de la construction et de la gestion patrimoniale :

Vieillissements des infrastructures (*prolongation durée de vie, sécurité, optimisation budgets*),

Densification des sols (*concentration urbaine, maitrise des risques dans l'acte de construire*),

Enjeux environnementaux (*Changement et résilience climatique, Bruit / Vibrations / Air*),

Transformation digitale (*Information temps réel, maquettes numériques, valorisation données*)

Chiffres clés 2020 : 90 M€ de CA ; 740 collaborateurs
Implantations sur 5 continents ; 20 pays

4 domaines d'expertise :

Sixense Engineering : Ingénierie de spécialité (*dont Pôle Env. : 25 acousticiens en France*)

Sixense Monitoring : Solutions de suivi automatisé et temps réel des ouvrages,

Sixense Mapping : Acquisition, modélisation 3D (*jumeaux numériques*), exploitation de données,

PlatForm Solution : Outils dédiés pour digitaliser le cycle de vie des infras (gestion données)

MESURER LES PERFORMANCES INTRINSÈQUES D'UN PRODUIT

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

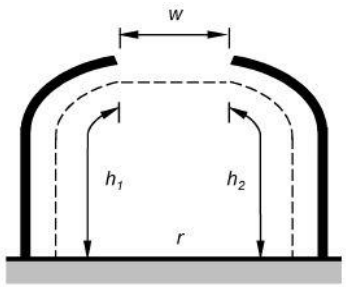
CHAMP REVERBERE : CAS DE FIGURES

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)

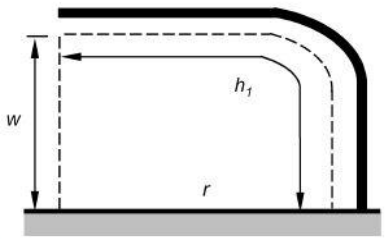
Remarque :

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



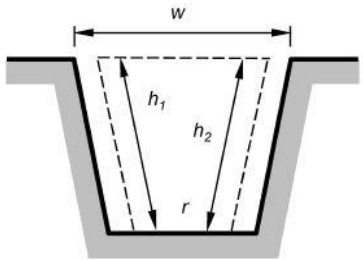
Key
h_1: length of left barrier surface
h_2: length of right barrier surface
envelope, $e = w+h_1+h_2$

(a) Partial cover on both sides of the road



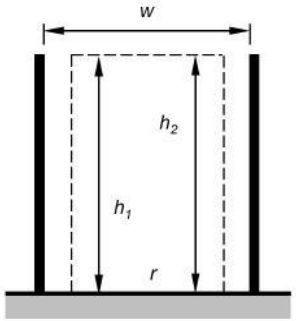
Key
h_1: length of partial cover surface envelope
$e = w+h_1$

(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, $e = w+h_1+h_2$

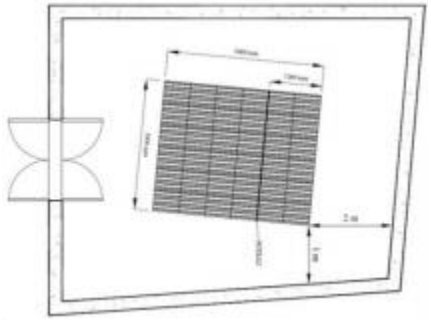
(d) Tall barriers or buildings

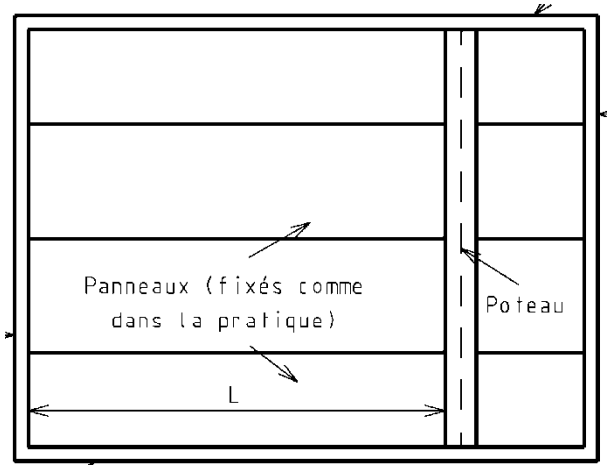
ABSORPTION : QUALIFICATION CHAMP DIFFUS SELON 1793-1

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) : $DL_{\alpha,NRD}$

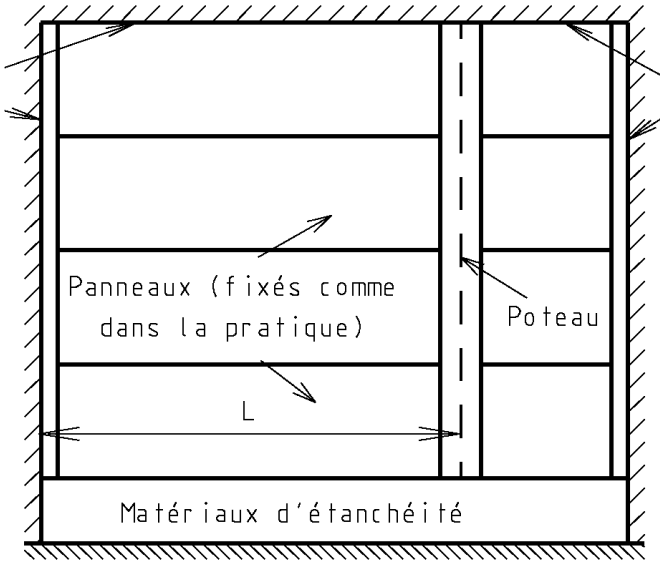
(Attention : DLα avant 2017)





Essai en salle réverbérante normalisée

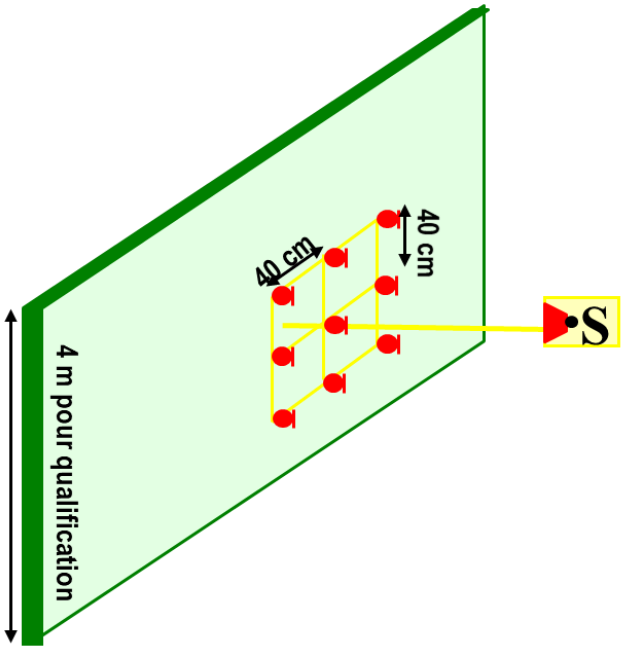
- Echantillon représentatif de 10 m² avec 1 poteau intégré en cloison séparant 2 salles d'essais,
- Production champ sonore en salle émission (HP) et mesure des niveaux de pression acoustiques (émission / réception)
- Calcul de l'indice R par 1/3 d'octave
- Calcul d'un indicateur unique global en dB(A)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

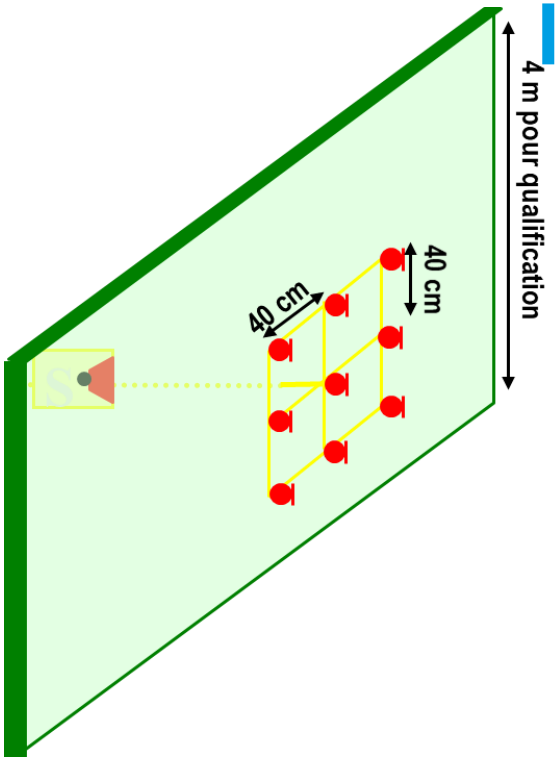
CidB Centre d'information sur le Bruit

Protections Acoustiques

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

Mesure in situ, chez fabricant ou sur chantier

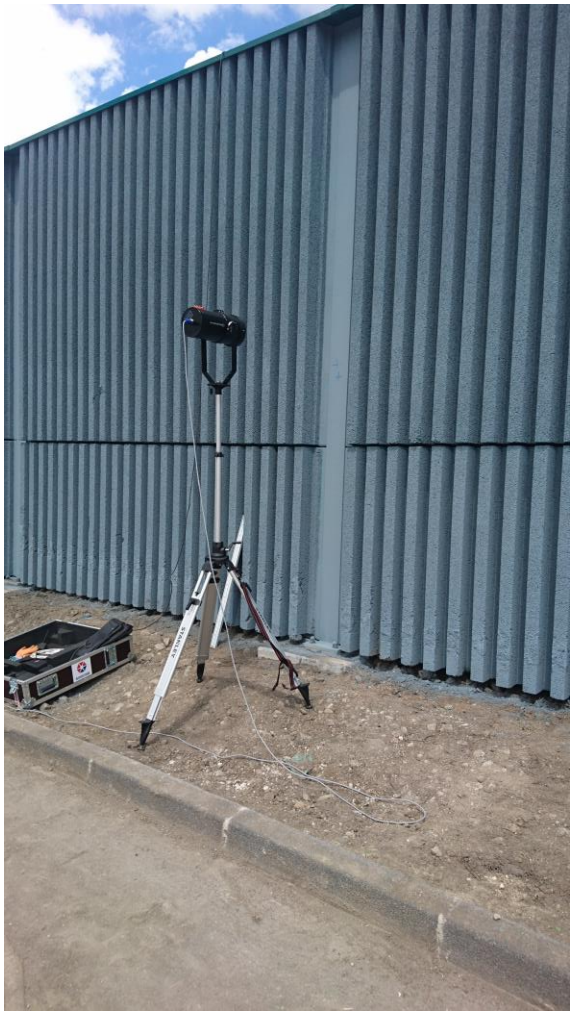
- **Hauteurs mini** :
  - 4m pour la qualification d'un panneau
  - De l'ordre de 2m pour la réception sur site
- **Réalisation des mesures**
  - Deux mesures avec écran (en milieu de panneau et à un poteau) et sans l'écran
  - Génération par HP d'un signal permettant le calcul des réponses impulsionnelles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

Merci de votre attention…

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

sixense

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

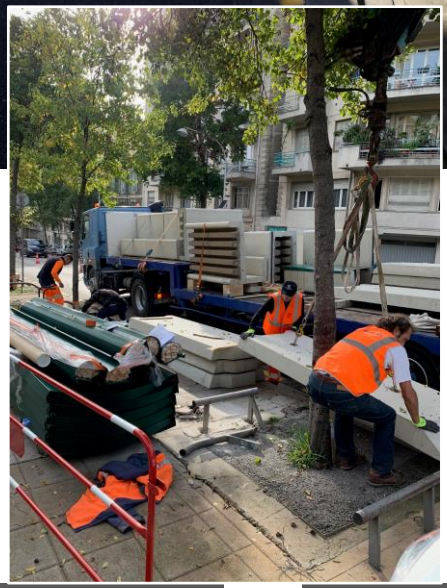
- La campagne d'essais
  - Présence d'un réflecteur pour simuler les véhicules
  - Plusieurs labo de mesure
  - Résultats encourageants

		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	-

Ville de Nice

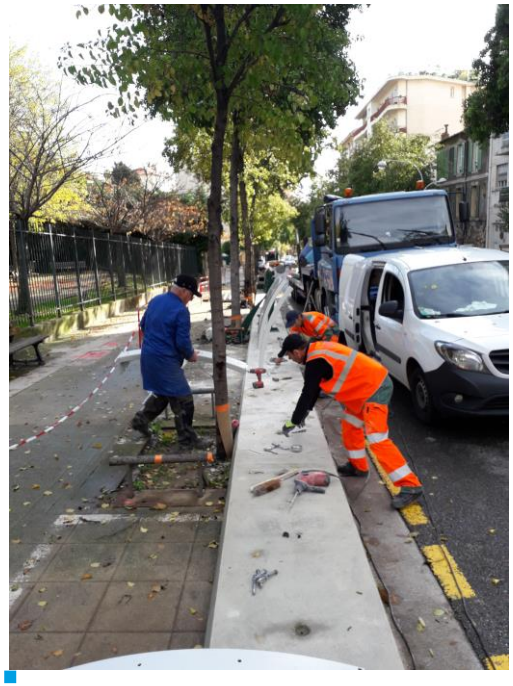
La réalisation

- Emprise du chantier réduite à une voie
- Rapidité et simplicité de la pose (1,5 jours = 45 ml)
- Pose et réglage de la semelle

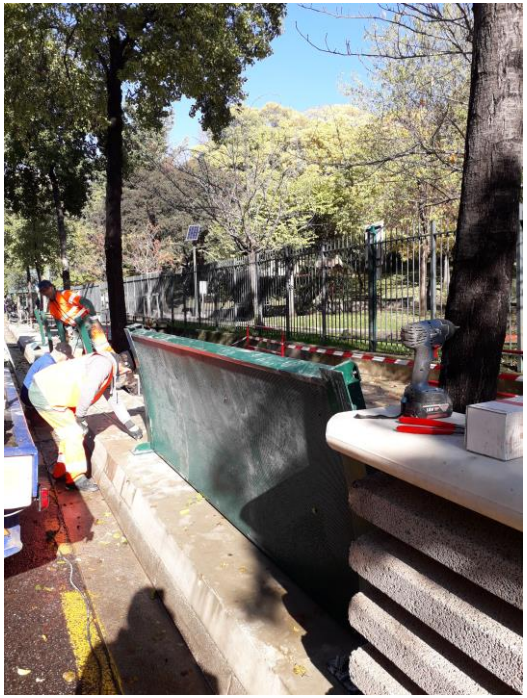


La réalisation

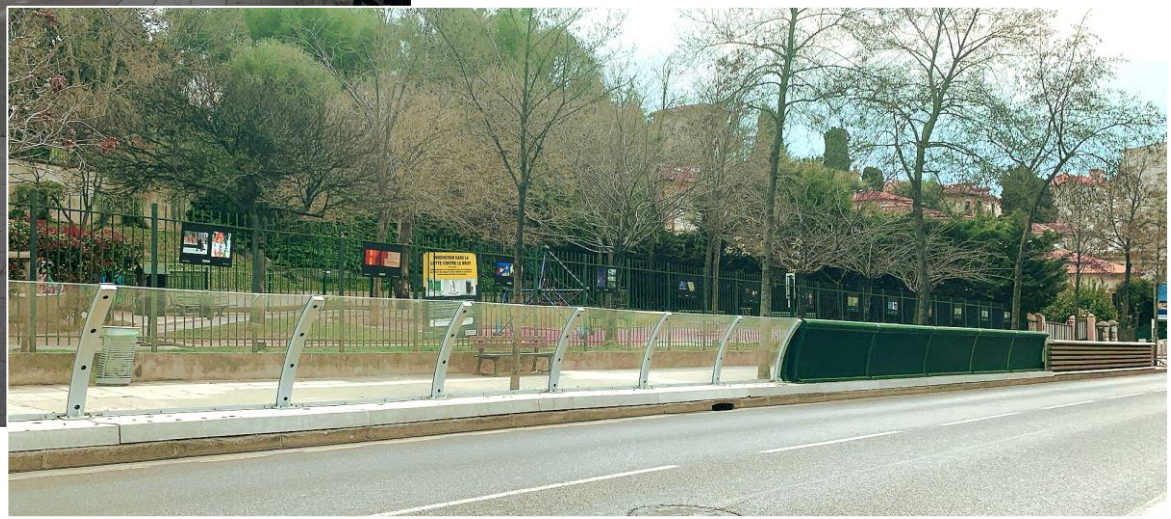
- Alignement des semelles et pose des poteaux



- Montage des parements



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

SYNDICAT DES ÉQUIPEMENTS DE LA ROUTE

KOHLHAUER

Et si on créait de *nouveaux écrans ?*

Innovations et écrans acoustiques

Nouveautés matériaux

- ✓ Écrans Béton bois bas carbone
- ✓ Écrans Transparent absorbant

Nouvelles fonctions

- ✓ Écrans Photovoltaïques
- ✓ Écrans Biotop

Les écrans béton de bois 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

Illustration chantier

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

Les écrans photovoltaïques

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

Avantages

- ✓ Utiliser la surface pour générer de l'énergie
- ✓ Investissement complémentaire faible
- ✓ Un modèle économique à inventer

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 type d'écrans

Limites

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

Illustration chantier

-4 types de nichoirs différents

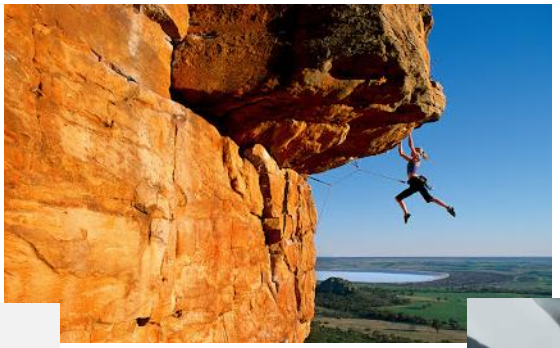
-Bois : épicéa et du douglas, naturels, et non traités.

-Fabrication locale

-Végétalisation à venir

L'innovation ?

Des besoins et des idées



Des risques et des conséquences

Des coopérations

Des questions ?

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