

LES ÉCRANS ACOUSTIQUES EN BÉTON LE SAVOIR-FAIRE DES INDUSTRIELS FRANÇAIS

CONCRETE NOISE BARRIERS KNOWHOW OF FRENCH CONCRETE MANUFACTURERS

Thierry CEZARD, Marc LAINE

Fédération de l'Industrie du Béton (FIB)

Patrick GUIRAUD

CIMbéton

Paul SAUVAGE

CERIB

1. INTRODUCTION

Première nuisance perçue par la population, le bruit est une préoccupation majeure des Français. La maîtrise des nuisances résultant des infrastructures routières et des lignes ferroviaires est devenue une priorité sociale et un enjeu de société.

Au cours des dernières décennies, le développement des activités économiques, industrielles et commerciales a généré un accroissement des échanges et de la demande de mobilité, et donc le développement d'infrastructures de transports, sources de conflit avec les espaces traversés.

En parallèle, la croissance importante et continue des trafics routiers et ferroviaires a induit une augmentation des nuisances sonores et de l'énergie acoustique émise. Ces nuisances sont désormais considérées comme un préjudice très important à la qualité de vie et à la santé des populations riveraines des divers réseaux de transport, en particulier en zone urbaine.

La lutte contre les nuisances sonores générées par les trafics routiers, autoroutiers ou ferroviaires mobilise les élus et les maîtres d'ouvrage. Les obligations réglementaires imposent désormais la mise en place de moyens de protection efficaces visant à ramener les niveaux sonores à des seuils raisonnables en prenant en compte les attentes accrues des riverains pour la qualité de leur environnement sonore.

1. INTRODUCTION

Perceived by people as the primary disturbance to their life, noise is a major concern in France. Controlling disturbance caused by road and railway traffic has become a major social priority and a community challenge.

In recent decades, economic, industrial, and commercial development has generated increased trade and demanded greater mobility, resulting in greater development of transport infrastructures which are a source of conflict with the areas they cross.

At the same time, continued large-scale growth in road and rail traffic has led to increases in the amount and intensity of noise. Noise is these days considered to be extremely detrimental to the health and lifestyle of people living near transport systems, especially in urban areas.

The combat against noise generated by road, motorway, and railway traffic has mobilized local representatives and project developers alike. Regulations these days require the installation of effective protective measures aimed at abating noise to reasonable levels, taking account of the higher expectations of local residents for the sound-quality of their environment.

En France, le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable mène une politique volontariste, dynamique et prioritaire encadrée par une réglementation en pleine évolution (loi sur le bruit du 31 décembre 1992, circulaires du 12 juin 2001 et du 28 février 2002, directive européenne du 25 juin 2002). Des mesures de financement très significatives ont été prises ces dernières années, afin de répondre aux fortes attentes des usagers et des riverains.

Les solutions de protection préconisées privilégient le traitement du bruit à la source, par exemple par la mise en place d'écrans acoustiques le long des réseaux routiers et ferroviaires entre les voies et les zones habitées, complétée si besoin par le traitement acoustique des façades des bâtiments.

Le développement de nouveaux bétons et de nouvelles techniques de traitement de surface permet d'offrir une grande variété d'écrans acoustiques en béton présentant de multiples atouts et répondant aux exigences et aux préoccupations des riverains, des concepteurs d'écrans, des entreprises, des architectes, des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'œuvre.

Réalisés dans un champ de contraintes fortes, les écrans doivent être acoustiquement performants bien sûr mais aussi durables, robustes, faciles d'entretien et surtout esthétiques et particulièrement intégrés dans leur environnement (paysage ou bâtiments environnants).

Les écrans ne sont plus considérés comme des éléments d'architecture secondaires imposés sur un itinéraire routier ou ferroviaire et réalisés isolément. Ils sont conçus comme une composante à part entière du paysage. Une étude architecturale rigoureuse, prenant en compte en particulier les contraintes acoustiques et visuelles, intègre l'écran acoustique dans son site, qu'il soit urbain ou rural. L'écran se fond ainsi avec le paysage bâti ou paysager. L'aspect esthétique de l'écran devient aussi important que sa performance acoustique.

L'écran peut être intégré dans un projet d'aménagement urbain associant la réalisation de place publique, cheminement piéton, végétalisation et mise en place de mobilier urbain. L'écran devient le vecteur de la valorisation du cadre urbain et le reflet de l'habitat et du patrimoine, tout comme du dynamisme local.

1.1 Qu'est ce qu'un écran acoustique ?

L'écran acoustique est un obstacle que l'on intercale entre la source du bruit, les bâtiments et les riverains à protéger et qui atténue, par absorption et réflexion, la transmission et la propagation directe des bruits aériens incidents générés par les circulations routières ou ferroviaires.

In France, the Ministry of Ecology and Sustainable Development is implementing a high-priority, dynamic policy within the framework of constantly evolving regulations (Law on Noise of 31st December 1992, Government circulars of 12th June 2001 and 28th February 2002, European directive of 25th June 2002). Very substantial financing measures have been taken in recent years, aimed at meeting the high expectations of users and residents.

The protection solutions recommended focus primarily on dealing with noise at source, by installing noise barriers along roads and railways, between them and inhabited areas, for example, possibly in conjunction with external acoustic treatment of buildings to reduce noise transmission.

The development of new concretes and surface-treatment techniques means there is now available a wide range of concrete noise barriers with multiple advantages that meet the demands and concerns of local residents, barrier designers, building contractors, architects, engineers and project owners.

Built to meet a range of strict requirements, noise barriers must not only reduce noise, but also be durable, tough, easy to maintain, and above all, aesthetically pleasing and designed so that they fit seamlessly into their environment (adjacent landscape or cityscape).

Noise barriers are no longer seen as secondary architectural elements imposed on a road or rail route and designed and built independently. They are now designed as a coherent part of the overall landscape. A stringent architectural study taking account of acoustic and visual constraints, in particular, integrates noise barriers into their environments, whether urban or rural. Noise barriers therefore blend into the landscape or cityscape. And the aesthetic aspect of the barrier becomes as important as its acoustic performance.

Noise barriers can be integrated into an urban development project combining creation of an open public space, pedestrian ways, planting, and installation of street furniture. The barrier becomes the vector of enhancement of the urban fabric and the reflection of the local environment, heritage, and dynamic.

1.1. What is a noise barrier?

A noise barrier is an obstruction installed between the source of a noise and the buildings and people to be protected, and which, by absorbing and reflecting the noise, attenuates the transmission and direct propagation of incident air-borne noise generated by road or rail traffic.

L'écran acoustique est la solution reconnue comme la plus efficace pour le traitement du bruit à la source.

Disposés le long des grands axes routiers, autoroutiers et ferroviaires, ils constituent de véritables "pièges à décibels".

Ils protègent les riverains des infrastructures (en particulier les voies rapides, voies autoroutières et voies ferrées à grande vitesse) contre les nuisances sonores et leur offrent le calme au quotidien et un cadre de vie amélioré du point de vue esthétique.

Ils protègent aussi les espaces extérieurs autour des bâtiments (jardins, parcs, etc.). Leur faible emprise au sol permet une grande diversité d'utilisation, en particulier dans les sites urbains ou périurbains. Ils peuvent être verticaux ou inclinés, réfléchissants ou absorbants sur une ou deux faces.

On distingue trois domaines d'application privilégiés des écrans acoustiques :

- protection sur des structures routières ou ferroviaires existantes ;
- protection lors de la réalisation de voies routières nouvelles ou de nouvelles lignes ferroviaires à grande vitesse ;
- réhabilitation ou remplacement d'anciennes protections ne correspondant plus aux exigences actuelles.

Certains projets prennent en compte un traitement "recto verso" qui offre un aménagement différencié pour l'usager et le riverain (paysage statique pour celui-ci et dynamique pour l'automobiliste).

Les écrans en béton permettent d'obtenir un gain acoustique pérenne de l'ordre de 8 à 12 dB(A) selon la configuration du site.

Ils sont reconnus comme la solution idéale en terme de coût global, de simplicité et d'adaptabilité de mise en œuvre, de durabilité, de résistance aux agressions, de facilité d'entretien et de maintenance. Les solutions en béton sont reconnues efficaces et polyvalentes.

1.2 Principes de fonctionnement d'un écran acoustique

Un écran acoustique est destiné à protéger une zone déterminée soumise à des nuisances sonores. Il doit agir directement sur la propagation du bruit en créant un obstacle étanche aux ondes sonores.

Les performances acoustiques de l'écran, en terme de transmission, d'absorption, de réflexion et de diffraction, sont fonction de son type (absorbant ou réfléchissant), de son dimensionnement et de son emplacement. On observe derrière l'écran une "zone d'ombre acoustique" dans laquelle l'énergie sonore est beaucoup plus faible.

A noise barrier is recognized as the most effective solution for dealing with noise at source. Placed along major road, motorway, and rail routes, they are "decibel traps".



Noise barriers protect people living or working near the infrastructures concerned (especially expressways, motorways, and high-speed rail lines) from noise and provide an improved living environment through more pleasant views and through peace and quiet on a daily basis.

They also protect the areas around buildings (parks, gardens, etc.). Their small footprint opens up a wide range of possible uses, especially in urban or suburban sites. They can be vertical or inclined, reflective or absorptive, single-sided or double-sided.

There are primarily three fields in which noise barriers are used:

- *protection on existing road and rail infrastructures;*
- *protection built when new high-speed roads or rail lines are built;*
- *rehabilitation or replacement of existing protection that no longer meets modern requirements.*

Some projects have "front and back" sides providing different treatment for road/rail users and residents (dynamic view for the former, static view for the latter).

Concrete noise barriers provide sustainable noise reductions of around 8 to 12 dB(A), depending on the layout of the site.

They are recognized as the ideal solution in terms of whole life cost, simplicity and adaptability of construction, durability, resistance to aggression, and ease of maintenance. Concrete solutions are deemed to be effective and versatile.

1.2 How does a noise barrier work?

A noise barrier is meant to protect a given area affected by noise pollution. It must act directly on propagation of the noise by creating an obstruction that blocks sound waves.

Lorsqu'une onde acoustique se propage en direction du récepteur, elle se décompose en quatre parties en rencontrant l'écran :

- onde réfléchie ;
- onde transmise ;
- onde absorbée ;
- onde diffractée par l'arête supérieure.

La partie de l'onde sonore transmise, composée de l'onde incidente qui passe à travers l'écran, dépend essentiellement de la masse surfacique du matériau utilisé.

Les quantités d'énergie réfléchies et absorbées dépendent du type, de la forme et des caractéristiques acoustiques du matériau placé sur la face avant de l'écran (coté source). Une géométrie plane favorise la réflexion de l'onde. Une géométrie adaptée, de type cannelure moulée avec un béton poreux, diminue le phénomène de réflexion et surtout, permet d'absorber jusqu'à 12 dB(A).

La partie diffractée de l'onde passe au-dessus et sur les cotés de l'écran. L'amplitude de la réduction sonore dépend, par conséquent, des caractéristiques géométriques de l'écran et de son implantation. Il est donc recommandé de concevoir des écrans suffisamment hauts et longs.

Il est aussi possible d'installer des couronnements posés au sommet de l'écran, permettant de diminuer les effets de la diffraction en augmentant ainsi la "zone d'ombre acoustique".

Les écrans préfabriqués en béton ont une efficacité optimale vis-à-vis des trois paramètres de base de l'acoustique : la transmission, l'absorption et la diffraction.

Ils constituent en effet la meilleure barrière acoustique du fait de leur masse surfacique élevée (incidence de l'effet de masse sur la réduction de la transmission de l'onde). De plus, les formes des écrans et les textures des matériaux favorisent leurs performances en absorption et en diffraction ; ces produits sont classés A3 et A4 "très absorbants" selon les techniques de conception utilisées.

1.3 Intégration esthétique et architecturale

Un grand soin est attaché à l'intégration esthétique de l'écran en cohérence et harmonie avec son site, aussi bien côté source que côté zone protégée, en tenant compte à la fois de la route (ou de la voie ferrée) et des constructions aux abords et de l'espace tampon entre l'écran et les riverains.

L'intégration d'un écran dans un paysage, qu'il soit urbain ou rural, impose l'utilisation d'un matériau très adaptable sur le plan esthétique.

The acoustic performance of the barrier, in terms of transmission, absorption, reflection, and diffraction, depends on its type (absorptive or reflective), size, and location. Behind the screen there is an "acoustic shadow zone" where noise energy is much lower.

A sound wave propagated in the direction of a receiver breaks down into four components when it hits the wall:

- *reflected wave;*
- *transmitted wave;*
- *absorbed wave;*
- *wave diffracted by the upper edge.*

The part of the sound wave that is transmitted, comprising the incident wave passing through the barrier, depends essentially on the mass per unit area of the material used.

The amounts of energy reflected and absorbed depend on the type, shape, and acoustic characteristics of the material used on the 'front' side of the barrier (noise-source side). Plane forms favour reflection of sound waves. Specially adapted shapes such as grooves moulded into porous concrete reduce reflection and, above all, can absorb up to 12 dB(A).

The diffracted part of sound waves passes over and around a noise barrier. The amplitude of sound reduction consequently depends on the geometrical characteristics of the screen and its position. It is therefore recommended that noise barriers be designed sufficiently high and long.

It is also possible to place copings at the top of the barrier to reduce diffraction and thereby increase the "acoustic shadow zone".

Precast concrete noise barriers have optimum efficiency in respect of the three basic parameters of acoustics: transmission, absorption, and diffraction.

They are in fact the best acoustic barriers because of their high mass per unit area (effect of mass on reduction of wave transmission). In addition, the shapes of barriers and textures of materials enhance their absorption and diffraction performance; precast concrete units are classified A3 and A4 (European acoustic standard), i.e. "highly absorptive", depending on the design techniques adopted.

1.3 Aesthetic and architectural integration

Great care is taken over the aesthetic integration of noise barriers, inserting them coherently and harmoniously into their environments, on both the source and receiver sides, taking account of both the road (or railway) and adjacent buildings and the buffer space between the barrier and residents.

Le béton préfabriqué répond à cette exigence et autorise un traitement architectural différencié, variable selon les faces de l'écran (face riverain et face source du bruit). Il offre des possibilités multiples de textures, de couleurs, de formes et d'aspects qui permettent d'intégrer parfaitement et naturellement l'écran dans son site.



Les solutions en béton s'adaptent à tous les sites, se fondent dans le paysage et s'intègrent parmi la végétation. Le traitement des deux faces permet d'aménager des ouvrages appréciés à la fois par les usagers et par les riverains.

Avec des écrans acoustiques en béton, les concepteurs et les architectes disposent d'une grande liberté d'expression et bénéficient d'une palette de produits élaborés par des industriels spécialisés et fortement impliqués dans la qualité, l'innovation et le développement technique.

2. CLASSIFICATION DES DIFFÉRENTS TYPES D'ÉCRANS ACOUSTIQUES EN BÉTON

L'amélioration des connaissances sur l'acoustique et le développement de nouveaux bétons ont permis d'élargir l'offre des écrans acoustiques en béton. Il existe une grande variété de produits, de formes et d'aspects qui permet une parfaite insertion de l'ouvrage dans son environnement tout en contribuant efficacement à la réduction des propagations sonores.

Les écrans acoustiques en béton sont classés en deux principales familles : les **écrans réfléchissants** et les **écrans absorbants**.

2.1 Les écrans réfléchissants

Les écrans réfléchissants sont adaptés à l'aménagement des sites pour lesquels on souhaite assurer uniquement la protection des riverains placés à l'arrière du mur. Ils conviennent donc dans les zones périurbaines non habitées du côté opposé à l'écran. Ils réduisent les nuisances exclusivement d'un seul côté de la voie en renvoyant l'onde sonore dans une zone non sensible. Il convient donc d'éviter d'implanter deux écrans réfléchissants en vis-à-vis.

Integration of a noise barrier into a landscape or cityscape requires materials that are aesthetically highly adaptable.

Precast concrete meets this requirement and allows for modulated and different architectural treatment on each side ('resident' and 'noise-source' sides). It can be used for a wide variety of textures, colours, shapes, and appearances enabling noise barriers to be seamlessly integrated into their surroundings.

Concrete solutions can be adapted to all situations, merge into the environment, and blend into vegetation. Dealing architecturally with both sides can produce works that are appreciated by both infrastructure users and residents.

In precast concrete noise barriers, designers and architects benefit from enormous freedom of expression and a range of products developed by specialist manufacturers deeply involved in quality, innovation, and technical development.



2. CLASSIFICATION OF DIFFERENT TYPES OF CONCRETE BARRIERS

Greater knowledge of acoustics and the development of new concretes have resulted in a broader offering of precast concrete noise barriers. There is a tremendous variety of products, shapes, and appearances enabling perfectly seamless insertion of the structure into its surroundings and effective reduction of noise.

*Concrete noise barriers are broken down into two main types: **reflective barriers** and **absorptive barriers**.*

2.1 Reflective barriers

Reflective barriers are suitable for situations where only the residents located behind the barrier are to be given protection against noise. They are therefore suitable for the urban outskirts where the area opposite the noise barrier is not inhabited. They reduce noise on only one side of the road or track by reflecting sound waves back to an area where they will cause no disturbance. It is therefore important not to place two reflective barriers opposite each other.

La masse surfacique élevée du béton lui confère des performances exceptionnelles de réduction de la propagation des ondes sonores.

Un écran acoustique réfléchissant est constitué d'éléments structuraux en béton armé. Les panneaux sont glissés entre des poteaux. Les poteaux sont ancrés, soit sur des fondations superficielles, soit sur des fondations sur pieux, selon les caractéristiques géotechniques des sols en place.

Les panneaux peuvent aussi être directement ancrés sur des fondations superficielles.

Les bétons utilisés dans la composition de ces panneaux sont ceux couramment rencontrés dans la réalisation des ouvrages de génie civil (bétons gris, bétons blancs, bétons colorés). De nombreuses possibilités de traitements de surface et d'animations architecturales (sablage, lavage, matriçage, etc.) permettent leur intégration dans leur environnement.

2.2 Les écrans absorbants

L'évolution des techniques a permis la progression de l'utilisation des produits absorbants. C'est le type d'écran le plus utilisé actuellement.

Un écran acoustique absorbant est constitué de deux types d'éléments.

- **Les éléments structuraux** : éléments dont la fonction est de soutenir ou de maintenir en place les éléments acoustiques. Ils sont mis en œuvre de la même manière que ceux des écrans réfléchissants.
- **Les éléments acoustiques** : éléments de béton absorbant dont la fonction est de fournir la performance acoustique du dispositif (panneau de béton absorbant).

Les bétons absorbants sont constitués de matériaux absorbants de forte porosité offrant des surfaces de frottement qui transforment et dissipent l'énergie sonore et par conséquent amortissent et absorbent les bruits.

Les bétons absorbants se déclinent dans un large panel de textures, de colorations, de formes et d'applications :

- panneaux appliqués sur support béton armé ;
- dalles habillant les parois pour la réalisation d'ouvrages neufs ;
- dalles ou dallettes habillant les parois pour améliorer les performances d'ouvrages existants réfléchissants ;
- panneaux autoportants formant écran ;
- dalles habillant les extrémités de tunnels ou de tranchées couvertes ;
- dalles habillant les murs de soutènement.

With its high mass per unit area, concrete achieves exceptional reductions in sound-wave propagation.

A reflective noise barrier consists of reinforced-concrete structural units. Panels are slotted between posts, and the posts are anchored to either shallow or piled foundations, depending on the geotechnical characteristics of the soil present.

Panels can also be anchored directly to shallow foundations (cantilever walls).

The concretes used to manufacture panels are those commonly used in civil engineering work (grey, white, and coloured concrete). A wide variety of surface treatments and architectural processing (blasting, exposed-aggregate finishing, impressing, etc.) help their integration into their environment.

2.2 Absorptive barriers

The evolution of concrete techniques has resulted in greater use of absorptive barriers which are currently the most-used type.

An absorptive noise barrier consists of two kinds of elements.

- **Structural elements**: elements whose function is to support or retain the acoustic elements. They are installed in the same way as for reflective noise barriers.
- **Acoustic elements**: elements of absorptive concrete whose function is to provide the acoustic performance of the system (panel of absorptive concrete).

Absorptive concretes are made of highly porous absorptive materials with frictional surfaces which transform and dissipate sound energy and thereby absorb and dampen noise.

Absorptive concrete units can be made in a large range of textures, colours, shapes, and applications:

- panels mounted on reinforced-concrete supports;
- slabs used to clad new noise barriers;
- slabs (large or small) used to clad existing reflective noise barriers to improve their performance;
- freestanding panels arranged to form a barrier;
- slabs used as cladding at tunnel portals;
- slabs used as cladding on retaining walls.

Leur rendement en absorption est fonction de la surface développée offerte au contact de l'onde sonore, de la porosité du matériau, des textures de surface, de la forme et du type de matériau utilisé : béton de bois, béton de pouzzolane et d'argile.

Les bétons de bois sont essentiellement constitués de fibres de bois, (essences spécifiques), enrobées dans une matrice cimentaire, éventuellement teintés dans la masse par des pigments minéraux.

3. L'OFFRE DES ÉCRANS ACOUSTIQUES EN BÉTON

Depuis un demi-siècle, les industriels français développent l'offre de béton manufacturé. Leurs recherches et travaux ont toujours été tournés vers la satisfaction des besoins exprimés par les pouvoirs publics, les usagers, les entreprises de construction et les architectes. Ces derniers trouvent aujourd'hui dans l'offre béton la souplesse, la diversité nécessaire à leur créativité et la garantie d'une qualité maîtrisée.

Ainsi, des bétons innovants tels que les bétons de bois, de pouzzolane ou d'argile ont été développés. Ils offrent des propriétés absorbantes et très absorbantes fort utiles dans la lutte contre les nuisances sonores, qui ouvrent de nouvelles perspectives de confort acoustique aux usagers et aux riverains, tout en élargissant la gamme des solutions proposées aux concepteurs.

La progression des connaissances en matière de protection acoustique et le développement de nouveaux bétons ont élargi considérablement l'offre des écrans acoustiques en béton. De réfléchissants à absorbants, pour être aujourd'hui très absorbants au sens des nouvelles exigences et des normes européennes, les écrans acoustiques en béton répondent aux besoins du marché.

3.1 Les panneaux d'écrans entre poteaux métalliques.

Ce type d'écrans est composé de panneaux en béton qui viennent se fixer entre des poteaux métalliques (de type H ou I). Les poteaux sont fixés aux plots de fondations. Ces écrans peuvent être réfléchissants, absorbants une face ou absorbants deux faces.

3.2 Les panneaux d'écrans entre poteaux en béton.

Les panneaux sont dans ce cas maintenus par des poteaux en béton ancrés dans des massifs de fondation. Cette solution élargit les possibilités architecturales du concepteur grâce aux traitements de surface qui peuvent être appliqués aussi aux parements des poteaux.

Their noise-absorption capacity depends on the developed surface area exposed to the sound wave, the voids content of the material, surface texture, the shape of the barrier, and the type of material used: wood-chip concrete, pozzolanic-aggregate concrete, and expanded clay concrete.

Wood-chip concrete essentially consists of wood fibres (specific timbers) in a cement matrix, possibly through coloured with mineral pigments.

3. PRECAST CONCRETE NOISE BARRIER OFFERING

French manufacturers have been developing the range of precast concrete products for fifty years. Their research and production have always been aimed at meeting the requirements of the public authorities, users, building contractors, and architects. Architects now find in concrete the flexibility and diversity necessary for the expression of their creativity and the guarantee of controlled quality.

This research has seen the development of wood-chip concrete, pozzolanic-aggregate concrete, and expanded clay concrete. Graded "absorptive" and "highly absorptive", these materials are of the greatest value in combating noise, and therefore open up new possibilities for the acoustic comfort of users of infrastructures and adjacent residents while broadening the range of solutions available to designers.

The progress of knowledge in noise abatement and the development of new concretes have considerably extended the offering of concrete noise barriers. Whether reflective, absorptive, or highly absorptive in accordance with new national and European requirements and standards, precast concrete noise barriers meet market expectations.

3.1 Steel post and panel systems

One kind of noise barrier consists of concrete panels slotted between steel posts (H or I-section RSJs). The posts are embedded in concrete foundations. These barriers can be reflective, absorptive on one side or absorptive on both sides.

3.2 Concrete post and panel systems

If concrete posts are used instead of steel posts, the architectural possibilities available to the designer are broadened by the fact that surface treatments can be applied to the posts as well as to the panels.

3.3 Les panneaux d'écrans sur semelles superficielles filantes

Il est possible dans certains cas de supprimer les poteaux. Les efforts sont dans ce cas transmis directement à la semelle superficielle de fondation par la structure porteuse du panneau préfabriqué. Cette solution convient idéalement lorsque l'écran assure également une fonction de mur de soutènement.

3.4 Les revêtements acoustiques sur écrans ou murs de soutènement existants

L'amélioration des performances acoustiques d'un ouvrage existant est possible en habillant l'ouvrage en place avec un revêtement constitué d'éléments en béton absorbant. Cette solution, souvent composée d'éléments de petites dimensions (dalles) permet de rendre absorbants les écrans réfléchissants et les murs de soutènement préexistants.

3.5 Les écrans sur dispositifs de sécurité en béton

Ces ouvrages associent les écrans acoustiques aux dispositifs en béton assurant la sécurité et jouent la double fonction de sécurité et de confort acoustique.

Ils sont constitués d'une assise en béton de type GBA (glissière en béton) de hauteur et largeur variable. Les poteaux sont fixés à la glissière avant de recevoir les panneaux réfléchissants ou absorbants. Les écrans ainsi constitués, sont généralement inclinés vers l'arrière.

Cette solution est particulièrement adaptée lorsque l'emprise au sol est réduite. L'obstacle, implanté au plus près de la voie de circulation, s'avère très efficace même avec une hauteur limitée.

3.6 Les revêtements acoustiques de sorties de tunnels ou de tranchées couvertes

Afin d'atténuer l'énergie acoustique rayonnée à la sortie d'un tunnel ou d'une tranchée couverte, il est possible d'équiper les parois des ouvrages de panneaux absorbants autoporteurs ou de les habiller de dalles en béton absorbant.

3.7 Les talus raidis et la végétalisation

Les écrans acoustiques peuvent être aussi constitués de caissons en béton superposés, empilables, remplis de terre et pouvant donc être végétalisés.

On distingue deux types de structures :

- Les éléments empilables associés à un remblai. Ces éléments ont une forme appropriée pour s'ancrer dans un massif en terre. Cette solution présente l'avantage de s'adapter aux accidents du terrain et à la sinuosité du tracé routier.

3.3 Freestanding noise barriers

In some cases noise barriers can be built without posts, in which case the loadbearing structure of the precast panel transmits forces directly to a strip footing.

This solution is ideal when the noise barrier also serves as a retaining wall.

3.4 Acoustic facings on existing noise barriers or retaining walls

The noise-abatement quality of an existing structure can be improved by adding a facing of absorptive-concrete elements. This is often achieved with small slabs and makes existing reflective noise barriers or retaining walls absorptive.

3.5 Noise barriers on concrete safety barriers

Noise barriers can be added to concrete safety barriers. The resulting structure thus fulfils two functions.

The base of the structure is a concrete safety barrier (variable height and width). Posts are fixed to the safety barriers before installation of reflective or absorptive panels. The walls thus created are generally inclined rearwards.

This solution is particularly suitable when space is limited. Being located very close to the road, the noise barrier is very effective, even if not very high.

3.6 Acoustic facings at tunnel portals

To attenuate the sound energy emerging from tunnels, the portals can be faced with freestanding absorptive panels or clad with absorptive concrete slabs.

3.7 Modular retaining walls and "green" noise barriers

Noise barriers can also consist of stackable concrete cribs filled with earth and planted.

There are two types of structures of this kind:

- *Stackable units used with backfill. These units are of an appropriate shape for anchoring into the earth retained behind them. This solution has the advantage of adapting to the vertical and horizontal alignment of roads in difficult terrain. The earth behind the stacked units constitutes a reserve of moisture that helps the plants in the barrier grow;*

La masse de terre située à l'arrière des éléments empilables constitue une réserve d'humidité favorable à la végétalisation de l'écran ;

- Les éléments empilables seuls. Il existe plusieurs types d'éléments préfabriqués en béton permettant de constituer des écrans végétalisés. L'écran est constitué d'éléments en béton emboîtables constituant des caissons. La terre qui les remplit sert de lestage et de support à la végétation. Il est possible avec cette solution de varier l'épaisseur de l'écran.

3.8 Les couronnements

Les couronnements sont des éléments en béton destinés à équiper la partie haute de l'écran acoustique. Ils contribuent à l'atténuation acoustique en agissant principalement sur le champ acoustique diffracté.

Lorsqu'ils sont composés de béton absorbant, ils permettent d'améliorer l'efficacité acoustique de l'ouvrage en corrigeant favorablement la diffraction. Ils contribuent aussi à une meilleure insertion esthétique de l'ouvrage.

4. NORMES ET DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

4.1 Normes de référence

Les écrans acoustiques doivent respecter, au travers des normes européennes, les exigences essentielles de la Directive sur les Produits de Construction.

Ils doivent répondre aux spécifications non acoustiques de la norme NF EN 1794 (performances mécaniques, exigences en matière de stabilité, sécurité générale et considérations relatives à l'aspect environnemental).

Ils doivent aussi satisfaire les exigences de performances acoustiques de la norme NF EN 1793.

4.2 Documents de référence

- **Guide Technique CIMbéton**

T45 Les écrans acoustiques en béton

Le choix du silence, un choix pour l'avenir

- **Construction moderne**

Solutions béton (annuel d'ouvrages d'art 2003)

Au calme des écrans acoustiques en béton

- **Durabilité de l'absorption acoustique des bétons poreux**

P. Sauvage et P-Y. Belaud

Acoustique et technique n° 34/35 : 3^{ème} et 4^{ème} trimestre 2003

- *Freestanding stackable units. There are several kinds of precast concrete units for building "green" noise barriers. The barrier consists of stackable concrete cribs. The earth with which they are filled both stabilizes them and supports plant growth. The width of the barrier can be varied if this solution is used.*

3.8 Copings

Copings are concrete units designed to be placed at the top of a noise barrier. They principally help to abate noise by acting on the diffracted acoustic field.

If they are made of absorptive concrete, they further improve the noise abatement of the barrier through a positive effect on diffraction. They can also contribute to the aesthetics of the structure and facilitate insertion into the surroundings.

4. REFERENCE STANDARDS AND DOCUMENTS

4.1 Reference standards

Noise barriers must comply with European standards to meet the essential requirements of the Construction Products Directive.

They must comply with the non-acoustic specifications of standard EN 1794 (mechanical performance, stability requirements, general safety, and environmental requirements).

They must also meet the acoustic-performance requirements of standard EN 1793.

4.2 Reference documents

- **CIMbéton technical guide**

T45 Les écrans acoustiques en béton

Le choix du silence, un choix pour l'avenir

- **Construction moderne**

Solutions béton (annuel d'ouvrages d'art 2003)

Au calme des écrans acoustiques en béton

- **Durabilité de l'absorption acoustique des bétons poreux**

P. Sauvage et P-Y. Belaud

Acoustique et technique, No. 34/35: 3^d & 4th quarters 2003

- **Caractéristiques intrinsèques des écrans acoustiques in situ**

PY. Belaud

Acoustique et technique n° 37 : 2^{ème} trimestre 2004

- **Caractéristiques intrinsèques des écrans acoustiques in situ**

P.-Y. Belaud

Acoustique et technique, No. 37: 2nd quarter 2004

