

LES ÉCRANS ACOUSTIQUES EN BÉTON

Thierry CÉZARD

Fédération de l'Industrie du Béton - Ecrans(FIB Ecrans)

Paul SAUVAGE

Centre d'Études et de Recherche de l'Industrie du Béton (CERIB)

Patrick GUIRAUD

CIMbéton

Marc LAINÉ

Fédération de l'Industrie du Béton (FIB)

Répondre aux besoins des générations actuelles dans les domaines économique, social et environnemental, sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs, tel est le concept du Développement Durable.

Consciente de l'enjeu stratégique et universel de celui-ci, l'Industrie du Béton s'y investit largement depuis de nombreuses années.

- dans le domaine économique : elle propose des produits compétitifs, performants, de qualité et des solutions constructives pérennes. Elle participe ainsi fortement à l'efficacité des économies de la construction et de l'aménagement.
- dans le domaine social : les nombreuses entreprises de l'Industrie du Béton participent à la vie locale en proposant un emploi stable et non délocalisable. Elles développent une forte politique de formation des personnels, par exemple dans le domaine de la sécurité mais aussi à l'attention des jeunes à l'approche de leur premier emploi.
- dans le domaine environnemental et sanitaire : les produits en béton ont des qualités reconnues : ils sont sains, faibles consommateurs d'énergie, non polluants, recyclables. Les industriels en attestent, sur la base d'analyses de cycle de vie, par la publication de Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES), validées par tierce partie et conformes à la norme NF P 01-010. Les nombreux établissements répartis harmonieusement sur le territoire, au plus proche tant des matières premières que des ouvrages à réaliser, préservent les ressources en matières premières et en énergie.

La fonction sociétale des produits en béton est riche. En effet, ces produits contribuent au développement de nos infrastructures et de nos réseaux et leurs performances économiques, esthétiques, environnementales et sanitaires apportent aux citoyens des infrastructures adaptées pour aujourd'hui et pour demain.

L'Industrie du Béton offre des solutions constructives qui génèrent beaucoup d'avantages dans différents domaines précieux pour le Développement Durable, en particulier en matière d'écrans acoustiques.

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.

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. L'écran acoustique est la solution reconnue comme la plus efficace pour le traitement du bruit à la source. Disposé le long des grands axes routiers, autoroutiers et ferroviaires, il constitue un véritable "piège à décibels".

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

Il protège aussi les espaces extérieurs autour des bâtiments (jardins, parcs, etc.). Sa faible emprise au sol permet une grande diversité d'utilisation, en particulier dans les sites urbains ou périurbains. Il peut être vertical ou incliné, réfléchissant ou absorbant 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) en absorption 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.

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 côtés 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.

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.

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.

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 ou 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 des procédés en 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.

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. 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. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✓ **Collection technique Cimbéton ref T45**
Ecrans acoustiques en bétons : le choix du silence, un choix pour l'avenir
(CERIB/FIB/CIMBETON)
- ✓ **Construction moderne**
Numéro spécial Ouvrages d'art 2003
Solutions béton : au calme des écrans acoustiques en béton.