



GUIDE PRATIQUE POUR LA CONCEPTION DES ESPACES PUBLICS
DES QUARTIERS DURABLES

RECOMMANDATION MAT04 29/06/11

BETON COULE

Limiter l'impact environnemental des matériaux en fonction de l'usage et des caractéristiques des lieux



Ganshoren : mise en place mécanique d'un béton coulé coloré

PRINCIPES

L'utilisation du béton coulé remonte aux origines historiques du développement routier, mais son utilisation industrielle sous sa forme actuelle remonte au début du 20^{ème} siècle dans notre pays. Les avantages techniques et les propriétés mécaniques de ce type de revêtement sont nombreux et ne sont plus à démontrer (rigidité, résistance à la fatigue, à l'usure et l'orniérage, adhérence, etc...). La question qui se pose dès lors est : comment faire pour limiter l'impact environnemental de ce type de matériau ? Cette fiche, sans pouvoir détailler la multitude de variantes existantes, a pour but d'exposer les principes généraux qui peuvent amener les concepteurs et les maîtres d'ouvrage à choisir ce type de revêtement dans une approche plus respectueuse de l'environnement.

DEMARCHE

La démarche proposée demande de la part des personnes impliquées dans les projets d'aménagements de réaliser des études préalables approfondies afin de bien définir les caractéristiques auxquels le revêtement devra répondre en fonction de son usage et des objectifs environnementaux visés. En effet, pour un type de revêtement précis, il y a moyen d'agir sur de nombreux paramètres afin d'optimiser la réponse à apporter. La filière présente notamment des grandes possibilités de recyclage.



Pour atteindre ces objectifs, il y a lieu à chaque étape, de l'étude de la réalisation et de l'entretien d'apporter un soin particulier aux choix des matériaux, des techniques de mise en œuvre et de réparation.



Ganshoren : base en asphalte + couche de béton gris inférieure Ganshoren : application du retardateur de surface

INDICATEURS

Les indicateurs, repris dans la fiche comparative MAT01 permettent une bonne appréhension de l'étendue des informations disponibles dans une approche durable. Certains aspects ont un impact dans plusieurs domaines. Le tableau de synthèse comparatif de la fiche MAT01 permet de comparer les différents matériaux.

Indicateurs Techniques :

- Effet « Albedo » :
- Influence du type de revêtement sur la consommation de carburant (frottement) :
- Caractéristiques des performances physiques :
- Mise en œuvre :
- Conditions d'adhérence :
- Importance et type de trafic :

Indicateurs environnementaux :

- Qualité acoustique : niveau du « bruit routier » :
- Possibilité de recyclage du matériau :
- Gestion de l'eau (imperméabilité/drainabilité) :
- Emission de CO2 et consommation d'énergie :
- ACV :
- Pérennité du matériau :

Indicateurs économiques :

- Coût investissement :
- Coût entretien :
- Life Cycle Cost :

Indicateurs socioculturels :

- Scénographie urbaine :
- Valeur patrimoniale :
- Confort et sécurité pour les modes actifs

OBJECTIFS

- * **Minimum :**



- Mettre en oeuvre un béton coulé composé de ciment provenant d'installations performantes au niveau du rendement énergétique et utiliser des matériaux locaux qui limitent les distances de transport
- Utiliser des matériaux qui comportent un minimum de 20% de matériaux recyclés
- Choisir des revêtements qui diminuent le niveau sonore lors du passage de véhicules motorisés



Conseillé :

- Mettre en oeuvre un béton coulé composé de ciment provenant d'installations performantes au niveau du rendement énergétique et utiliser des matériaux locaux qui limitent les distances de transport
- Utiliser des matériaux qui comportent un minimum de 45% de matériaux recyclés
- Choisir des revêtements qui diminuent le niveau sonore lors du passage de véhicules motorisés



Optimum :

- Mettre en oeuvre un béton coulé composé de ciment provenant d'installations performantes au niveau du rendement énergétique et utiliser des matériaux locaux qui limitent les distances de transport
- Utiliser des matériaux qui comportent plus de 45% de matériaux recyclés
- Réaliser des revêtements drainants et placer des fondations drainantes pour favoriser une meilleure gestion des eaux pluviales selon les principes dit « alternatif » (voir aussi fiche EAU02)
- Choisir des revêtements qui diminuent le niveau sonore lors du passage de véhicules motorisés

ELEMENTS DU CHOIX

ASPECTS TECHNIQUES

> Effet ALBEDO (% de l'énergie solaire réfléchi) :

Le béton réfléchi naturellement de 20 à 25% de l'énergie reçue, ce qui limite les effets de l'îlot de chaleur urbain par rapport aux revêtements « sombres » de types asphaltes. De plus, il assure une bonne visibilité nocturne et nécessite, pour un même niveau d'éclairage, des besoins en éclairage inférieurs à ceux d'autres revêtements grâce à sa couleur claire.

>Influence du type de revêtement sur la consommation de carburant :

Les couches de roulement qui présentent les pertes par frottement les plus faibles contribuent à diminuer la consommation des véhicules circulant sur des chaussées.

De nombreuses études, établies à partir d'essais en vraie grandeur, concluent toutes que la consommation en carburant des véhicules est moindre sur une chaussée en béton que sur une chaussée bitumineuse (écart de l'ordre de 2,5%). En effet, les enrobés absorbent plus d'énergie lors du passage de véhicules compte tenu de la déformation du complexe de voirie, qui est plus souple que celui du béton coulé.

Ces différences, qui semblent assez minimes à première vue, ont cependant un impact significatif sur les GES émis sur l'ensemble de la durée de vie d'une chaussée.

> Caractéristiques des performances physiques (fissuration, orniéage, fatigue, rigidité, rugosité, plumage, etc...) :

D'une manière globale, les bétons coulés présentent une très bonne tenue dans le temps en ce qui concerne les déformations dues aux charges et à l'intensité du trafic. Les problèmes liés aux joints de dilatation sont les points faibles des bétons coulés. Ils sont cependant peu sensibles aux sollicitations climatiques : vieillissement dû aux UV, déformation à la chaleur, désagrégation ou désenrobage du à la stagnation de l'eau dans l'enrobé. Pour ces différents aspects, il est recommandé de se reporter au code de bonne pratique du CRR (code de

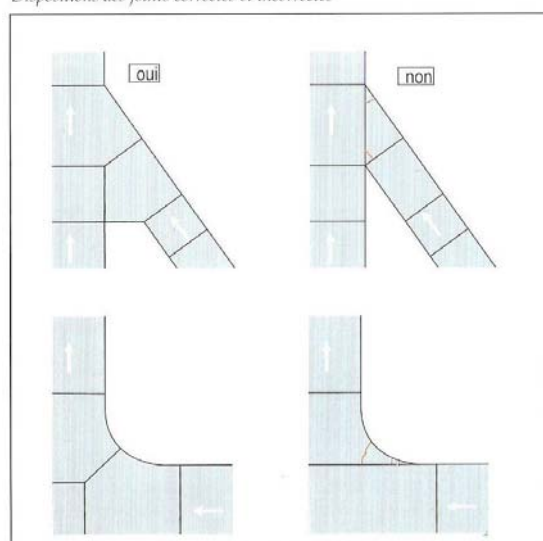


bonne pratique pour le choix du revêtement lors de la conception ou de l'entretien des chaussées)

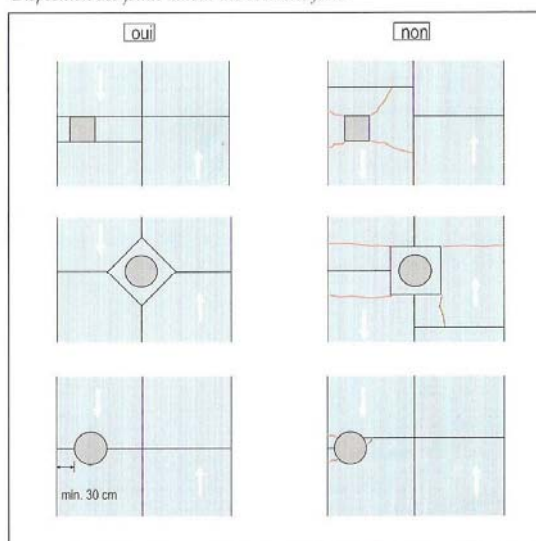
> Mise en œuvre :

Les techniques de mise en œuvre des bétons coulés sont complexes et demande beaucoup de soin de la part des ouvriers. La mise en œuvre n'est pas très rapide et demande un temps d'attente assez long avant la remise en service de la chaussée. La pollution de l'air par la fumée, les odeurs, les poussières, est moins importante que celle générée par les revêtements bitumineux. Enfin les possibilités de réparation sont assez compliquées et l'accès aux équipements d'utilité publique sous la chaussée est assez délicat. Une attention particulière devra être apportée à la réalisation des joints, condition de base pour garantir une bonne durabilité de ces revêtements

Dispositions des joints correctes et incorrectes



Disposition des joints autour des obstacles fixes



Réf. : Jasienski – dossier ciment, 20/septembre 1992, Febelcem- Belgique.

> Conditions d'adhérence :

Les usagers sont très sensibles à la texture des matériaux sur lesquels ils évoluent. Leur objectif principal est de « ne pas glisser » quelles que soient les conditions météorologiques et le mode de déplacement choisi.

Les bétons coulés présentent une bonne rugosité qui ce qui les rend bien adhérents, ils sont appréciés de tous les groupes d'utilisateurs. En outre, les effets d'aquaplanage peuvent être diminués par la mise en oeuvre des revêtements drainants.

> Importance et type de trafic :

Le statut hiérarchique de la voirie (locale, inter-quartier,...) et la charge de trafic qu'il induit a un impact sur le choix de revêtement et de fondation. Il existe de nombreuses études qui déterminent les résistances des matériaux par rapport au trafic moyen. A titre d'exemple nous présentons le schéma suivant pour un cas 'Choix d'un revêtement routier pour un tronçon avec déclivité et/ou trafic lent – poids lourds'

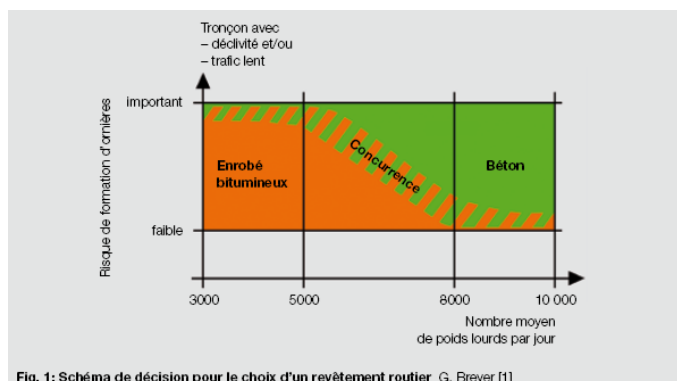


Fig. 1: Schéma de décision pour le choix d'un revêtement routier G. Breyer [1]

Réf. G. Breyer – Magazine Update, 3/2006, Industries du ciment - Suisse).

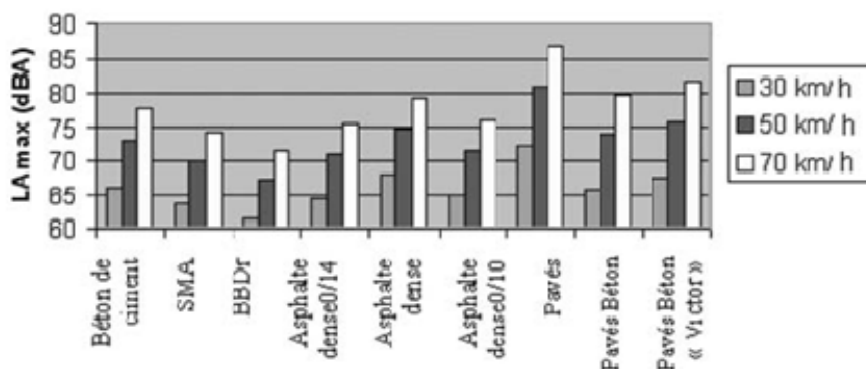
ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

> Qualité acoustique :

Les facteurs influant sur le bruit du trafic routier sont nombreux mais la diminution du bruit produit par le contact pneumatique-chaussée est celui sur lequel on peut agir facilement en choisissant des couches de roulement adaptées.

La taille des granulats et la porosité du revêtement sont les deux facteurs essentiels qui agissent sur la réduction du bruit de roulement.

La présence d'eau sur les chaussées accroît les niveaux de bruits en fonction de la quantité d'eau présente sur la route et de la vitesse de véhicules, la pose de revêtement drainant ou présentant une macro-texture suffisante permet de diminuer le phénomène. (Pour plus de détail, se reporter au vademecum du bruit routier urbain Bruxelles Environnement-IBGE)



Niveau de bruit maximums à 7,5m de différent type de revêtement. Source : Vademecum du bruit routier urbain, volume 1, tome 7, IBGE

> Possibilité de recyclage du matériau :

Le recyclage des couches des fondations des aménagements permettent d'économiser des quantités importantes d'agrégat naturel non renouvelables et diminuent fortement les quantités de déchets qui doivent être mises en décharge.

Cependant, cela demande des études plus complexes et approfondies sur les propriétés mécaniques des matériaux et sur la composition des revêtements. Il importe aussi d'évaluer que les matériaux recyclés n'entraînent pas de risques pour l'environnement et pour la santé de la population.

Plusieurs produits peuvent être recyclés pour être réutilisés dans les revêtements :

- Surplus d'excavation des travaux routiers
- Matériaux provenant d'autres filières (industrielle, démolition de béton de construction).
- Matériaux d'anciens revêtements (béton)

Attention cependant, les réglementations en vigueur en RBC ne permettent pas toujours de recycler ce type de revêtement. Voir tableau ci-dessous.

	Agréats d'enrobés homogènes			Agréats d'enrobés non homogènes	
	Wallonie	Bruxelles	Flandre	Wallonie et Bruxelles	Flandre
Couches de liaison en béton bitumineux	Max. 50%			Max. 50%	
Couches de roulement en béton bitumineux	Max. 25%	Pas autorisé	Max. 50%	Pas autorisé	Max. 20%
SMA + ED	Pas autorisé			Pas autorisé	

Proportion autorisée de liant provenant d'agrégats d'enrobés recyclés en cas d'ajout à chaud, SMA : split mastic asphalt ; ED : enrobé drainant (Source:2).

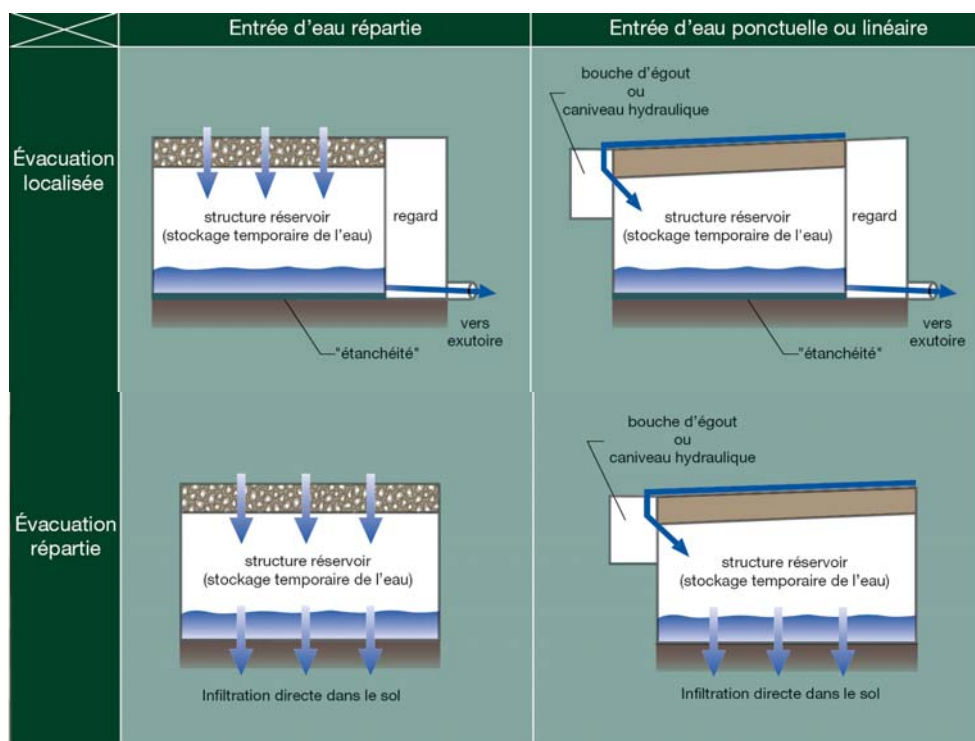
> Gestion de l'eau par les chaussées à structures réservoirs :

Une chaussée à structure réservoir est une chaussée dont au moins une couche du corps de chaussée est constituée d'un matériau poreux ou drainant dont le taux de vides communicants (porosité utile) est supérieur à 15 %, l'épaisseur de cette couche étant supérieure à 10 cm.

Il est possible de classer les différentes familles de chaussées à structures réservoirs en fonction :

- des conditions de l'entrée des eaux dans la structure, celle-ci pouvant être soit répartie à travers un revêtement drainant, soit ponctuelle et/ou linéaire à partir de caniveaux ou de puits d'infiltration.
- des conditions de l'évacuation de la structure, celle-ci pouvant s'effectuer soit par infiltration lente et directe dans le sol de la plate-forme, soit par renvoi dans le réseau collecteur via un système régulateur.

Ci-dessous différents concepts de chaussées à structures réservoirs.



Exemple de concepts de chaussées à structures réservoirs (Source:12)

Un projet de chaussée à structure réservoir permet de répondre aux différents besoins en milieu urbain ou périurbain. L'infiltration est la solution à privilégier pour son efficacité

hydraulique et épuratoire, mais les revêtements et chaussées à structures réservoirs assurent également d'autres fonctions (voir fiche EAU02) :

- Une fonction hydraulique : Il s'agit en fait d'une fonction de régulation qui consiste à absorber rapidement le flux des eaux atmosphériques lors d'un événement pluvial, à les stocker temporairement et à les restituer à un débit suffisamment faible pour être absorbé soit directement par le sol en place lorsque ses caractéristiques de perméabilité et de stabilité le permettent, soit par un collecteur existant et/ou par le sol.
- Une fonction écologique : L'intégration des critères liés à l'environnement peut aussi orienter les choix du concepteur pour réalimenter les nappes phréatiques dans le cas d'une évacuation par infiltration dans le sol, pour piéger une partie de la pollution dans des endroits prédéterminés, rendant ainsi possible un traitement ultérieur ou pour évacuer les eaux à faible débit vers le milieu récepteur après une sédimentation préalable.

> Emission de CO2 et consommation d'énergie :

Le béton est un matériau composé. La fabrication du ciment représente une grande partie de l'énergie grise.

La fabrication du ciment, émet pour 1 tonne de ciment plus ou moins 750 kg CO2 voir 500 kg en construction routière belge si le ciment vient de haut fourneau. Un effort important de la filière est fourni actuellement pour améliorer l'impact environnemental lors du processus de fabrication.

La pollution engendrée par le transport des matériaux peut être limitée s'ils sont produits localement.

Le béton est un matériau constitué d'éléments disponibles localement (sable, granulats, ciment, eau) et contrairement au bitume, s'accommode bien des différents types de granulats et de sables. Il est disponible partout : des centrales de béton prêts à l'emploi quadrillent le territoire, aucun chantier n'est donc jamais très loin d'une centrale.

> ACV :

Les ACV donnent de manière très précise l'impact environnemental des matériaux suivant de nombreux paramètres. Il faut néanmoins être attentif à ce qui est pris en compte dans les calculs (emballage, matériaux complémentaire de mise en œuvre, transport, etc. ...) et aux possibilités de comparaison.

- Un bilan par analyse de cycle de vie a été effectué par « infociments ». Il peut être téléchargé sur le site : <http://www.infociments.fr/publications/route/collection-technique-cimbeton/ct-t89>.
- Classification NIBE :
Contrairement aux diverses ACV, la classification NIBE permet de comparer les différents revêtements suivant les mêmes critères. C'est cette classification qui sert de base pour la classification des différents matériaux de revêtement dans le tableau de la fiche MAT01.

> Pérennité du matériau :

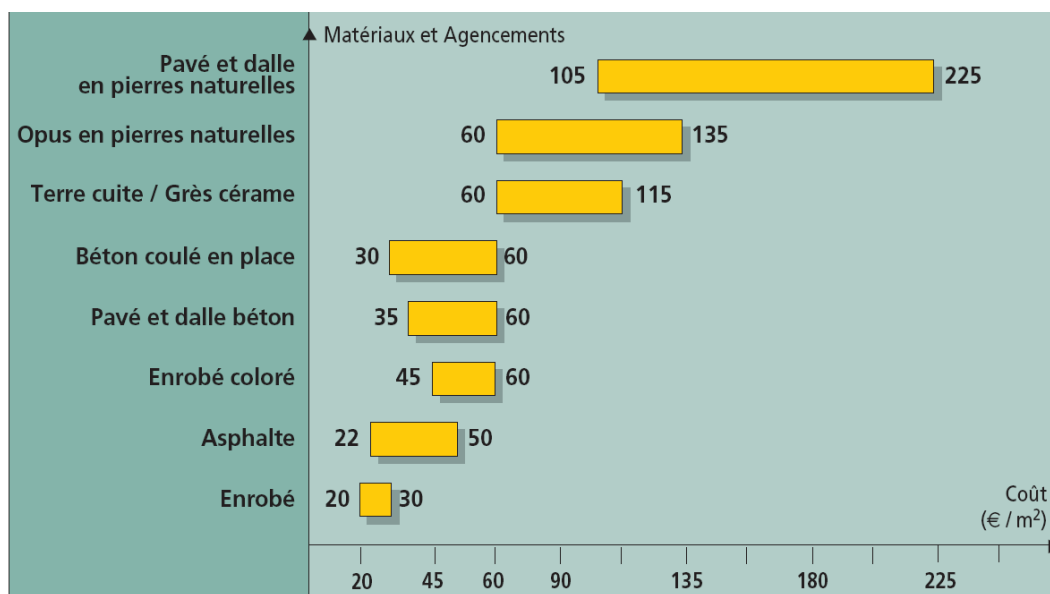
Dans tous les cas de trafic faibles, moyens, lourd les bétons coulés ont une durée de vie importante (supérieure à 30 ans). C'est généralement la diminution de la rugosité à un niveau insuffisant pour la sécurité des véhicules qui conduit à un entretien des caractéristiques de surface, avant que ne surviennent des dégradations de la couche proprement dite.

ASPECTS ECONOMIQUES

> Coût investissement :

D'une manière générale, le coût de construction d'une voirie en béton coulé est supérieur, au coût de construction des revêtements bitumineux, en fonction notamment de la catégorie de la voirie, de la qualité du sol support et des paramètres liés au contexte technico-économique local, mais ils restent néanmoins bien moins coûteux que les revêtements en pierre naturelle.





Ordre de grandeur des coûts, en France, au m² des principaux revêtements. (Source:9)

> Coût entretien :

Les revêtements en béton coulé demandent s'ils sont bien mis en œuvre, très peu d'entretien. Ils sont très solides, rigide et stable dans le temps. L'entretien se limite à :

- Maintenir l'étanchéité des joints (dégarnissage, regarnissage).
- Régénérer la rugosité de surface par grenailage, bouchardage ou striage.
- Nettoyer les salissures ; problème propre au matériau clair.

> LCC (life cycle cost) :

Le life cycle cost des revêtements en béton coulé est, d'une manière générale et par rapport aux autres revêtements, assez bon. Les coûts d'investissement sont élevés, mais l'entretien est par contre plus facile que pour les revêtements bitumineux. S'ils sont correctement mis en œuvre, ils ont une durée de vie assez longue et ils sont recyclables ; ils peuvent être cassés et broyés pour fournir des agrégats qui pourront être utilisés pour la fabrication de nouvelle structure routière.

ASPECTS SOCIAUX ET CULTURELS

> Scénographie urbaine :

Les atouts esthétiques des bétons coulés sont dus essentiellement aux possibilités, qu'ils offrent de varier les formes, les couleurs et les textures.

Aux niveaux des formes, étant un matériau modulable, le béton peut adopter toutes les formes possibles. Dès lors, les surfaces bétonnées peuvent être conçues en trois dimensions (retraits, saillies, creux, reliefs, arrondis, etc.).

Aux niveaux des couleurs, Gris ou blanc, le ciment, mélangé aux éléments les plus fins du sable donne au béton brut sa teinte de fond qui peut être modifiée par l'ajout de colorants. Dans le cas des bétons désactivés, c'est la couleur des granulats qui influencera la teinte du béton, ce qui offre une vaste palette de coloris.

Enfin aux niveaux des textures, Elles vont des surfaces lisses aux surfaces rugueuses (lavées, désactivées, grenillées, bouchardées, imprimées, etc.). Suivant la nature du traitement choisi, le relief obtenu à la surface du béton sera plus ou moins accentué et l'esthétique de surface dépendra directement de la qualité de la texture minérale du béton.



Artenay (Fr.) – jeu de matières et de couleurs
Béton lavé à granulats ronds et pavés de pierre naturelle



San Just Desvern (Esp.) : béton lissé et acier Corten
en zone résidentielle

> Valeur patrimoniale :

Leur combinaison, associée à la possibilité de réaliser de grandes superficies et des formes complexes, permet de répondre à toutes les exigences d'intégration et de valorisation des sites patrimoniaux remarquables.

> Confort et sécurité pour les modes actifs :

Les bétons coulés présentent des caractéristiques très différentes de texture et de rugosité, en fonction des choix des traitements de surfaces et des granulats. Cependant, de manière générale, ce type de revêtement est adapté à tous les types de déplacement vélo, piéton et PMR. Il possède en effet de bonnes qualités de planéité et d'adhérence, qui favorise le confort des déplacements et crée un sentiment de sécurité. Ils assurent de plus une meilleure visibilité de nuit et peuvent diminuer les coûts d'éclairage grâce à leur aspect naturel clair.

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

AUTRES FICHES A CONSULTER :

MAT01, EAU02

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Ouvrages généraux :

- (1)CERTU[2001] – **Structures et revêtements des espaces publics, guide technique**, CERTU (Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques), décembre 2001.
- (2)CRR[2009] – **La route et le développement durable, Choix et conception de revêtements bitumineux durables**, Cycle de formation du CRR (Centre de Recherches Routières), 5 mars 2009.
- (3)CRR[2009] – **Routes en béton respectueuses de l'environnement**, Cycle de formation du CRR (Centre de Recherches Routières), 19 février 2009.
- (4)IBGE[2005] – **Vademecum du bruit routier urbain, les revêtements routiers**, Volume 1- Fiche 7, IBGE (Institut Bruxellois pour la Gestion de L'Environnement), 2005.
- (6)ECRPD[2007] – **Existing and new road pavement materials**, Deliverable D1 ECRPD (Energy Conservation in Road Pavement Design, Maintenance and utilisation), november 2007.
- (7)PIARC[2007] – **Vers des routes à bilan carbone neutre**, Article p°64-71, Routes-Roads n°341 PIARC, 2007.
- (8)CERIB[2007] – **Fiche de déclaration environnementale et sanitaire, Pavé de voirie en béton**, CERIB (Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie du Béton), janvier 2007.



- (9)CIM[2009] – **T50 Voiries et aménagements urbains en béton, Tome 1 conception et dimensionnement**, Collection Technique CIM béton (Centre d'information sur le ciment et ses applications), 2009.
- (10)CIM[2005] – **T88 Analyse du cycle de vie de structures routières**, Document synthétique, Collection Technique CIM béton (Centre d'information sur le ciment et ses applications), 11p, 2005.
- (11)CIM[2005] – **T89 Analyse du cycle de vie de structures routières**, Collection Technique CIM béton (Centre d'information sur le ciment et ses applications), 61p, 2005.
- (12)CIM[2007] – **T57 Revêtements et structures réservoirs**, Collection Technique CIM béton (Centre d'information sur le ciment et ses applications), 171p, 2007.
- (18)ECRPD[2009] – **WP6 – Life cycles evaluation**, Deliverable WP6 ECRPD (Energy Conservation in Road Pavement Design, Maintenance and utilisation), november 2009.
- (19)NIBE[2009] – **NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten - Deel 4**, NIBE, 2009.

2. Sites internet :

- <http://www.bruxellesenvironnement.be/Templates/Professionnels/Informer.aspx?id=2360&langtype=2060&detail=tab3>
- <http://www.brrc.be/>
- <http://www.inies.fr/>
- <http://www.cerib.com>
- <http://samaris.zag.si/>
- <http://www.fehrl.org/>
- <http://www.certu.fr/>
- <http://nr2c.fehrl.org/>
- <http://www.piarc.org/fr/>
- <http://www.bitume.info/index.php>
- <http://www.enrobe.fr/>
- <http://www.infociments.fr/route>
- <http://www.bre.co.uk/greenguide/ggelement.jsp?buildingType=Offices&category=32&parent=0&elementType=10112>
- <http://www.roadtechnology.se/ecrpd.eu/index.asp?mainID=50>
- <http://www.nibe.org>

