



GUIDE PRATIQUE POUR LA CONCEPTION DES ESPACES PUBLICS  
DES QUARTIERS DURABLES

RECOMMANDATION MAT02 - 29/06/11

## PAVES DE BETON

*Limiter l'impact environnemental des matériaux choisis en fonction de l'usage et des caractéristiques du lieu*

### PRINCIPES

Le béton appareillé existe dans de très nombreux formats, ce qui le rend si populaire dans l'aménagement de l'espace public (pavés de différentes formes et couleurs, éléments préfabriqués, modulables). Le béton appareillé est facile à poser et au cours de ces dernières années des techniques spécifiques de coloration et de perforation des matériaux (produits), ou de pose (produits, renforcements, fondations,...), ont accru son intérêt pour l'environnement et les applications durables. Le béton appareillé est économique mais est globalement moins avantageux que la pierre naturelle du point de vue de sa durabilité.



Jette, Les jardins de Jette – pavés de béton pour piétonnier

Ses qualités principales sont :

- la diminution progressive de l'impact sur l'environnement en tant que matériau. Mais sa faible pérennité désavantage le bilan environnemental global (voir fiche MAT01, NIBE, FDES, LCA ou autres indicateurs d'impacts environnementaux – comparatifs).
- les possibilités d'application nouvelle, adaptées aux caractéristiques des différents milieux dans l'espace public
- la possibilité de prendre en compte des besoins spécifiques d'usagers, et en particulier des cyclistes dans des voiries partagées.



## DEMARCHE

De nombreuses fiches de produits standardisées mentionnent des informations sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des revêtements de pavés en béton pour la voirie : consommation des ressources naturelles énergétiques et indicateurs énergétiques, consommation des ressources naturelles non énergétiques, consommation d'eau, consommation d'énergie récupérée, de matière récupérée, émissions dans l'air dans l'eau et dans le sol, déchets valorisés, déchets éliminés... Les pays occidentaux utilisent un système de fiches de déclaration environnementale et sanitaire qui donnent les bilans en termes de cycle de vie des produits. La Belgique met en place un système basé sur Life Cost Analysis (LCA), les Pays-Bas le système NIBE et la France le système Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES). Cela ne facilite pas la validation de l'information, une normalisation pour tous les pays se faisant encore attendre, même si l'Europe propose déjà la méthode « Ecolabel » qui reste cependant limitée au bilan écologique des produits de construction et ne comprend pas à ce jour d'évaluation de matériaux de voirie.

De nombreuses informations sont disponibles concernant la perméabilité des revêtements. Certaines d'entre elles offrent davantage que de simples exemples d'aménagements pavés perméables. Les problèmes liés aux surfaces imperméables ainsi que les limites pour les principes d'infiltration de l'eau (eaux polluées, perméabilité du sol en dessous du pavage, etc.) font partie de ces données et fournissent des outils qui justifient l'aménagement de surfaces permettant l'infiltration de l'eau. Des données sur les coefficients de perméabilité et sur les possibilités et les valeurs d'infiltration sont également disponibles dans ces fiches.

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

### Indicateurs environnementaux :

- Qualité acoustique : niveau du « bruit routier »
- Possibilité de réemploi et de recyclage du matériau et taux de matière recyclée dans le matériau initial
- Gestion de l'eau (perméabilité/drainage)
- Emission de CO<sub>2</sub> et consommation d'énergie
- ACV
- Pérennité du matériau

### Indicateurs économiques :

- Coût investissement
- Coût entretien
- LCC (life cycle cost)

### Indicateurs socioculturels :

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



## OBJECTIFS

Au-delà du respect de la législation en vigueur (notamment des réglementations en matière de qualité des matériaux, exigences élémentaires de bonne pratique, chantiers), les objectifs à atteindre sont les suivants :

- \* **Minimum :**
  - Mettre en œuvre un pavage adapté aux exigences de la circulation
  - Utiliser des matériaux récupérés ou réutilisables (diminuer l'emploi des matériaux source)
  - Concevoir un pavage qui diminue le niveau sonore lors du passage de véhicules motorisés
- \*\* **Conseillé (choix plus favorables pour l'environnement) :**
  - Utiliser des matériaux qui comportent un minimum de 20% de matériaux recyclés
  - Concevoir un pavage et des fondations drainants pour favoriser une meilleure gestion des eaux pluviales selon les principes dit « alternatif » (voir fiche EAU02)
- \*\*\* **Optimum (la solution la plus avancée praticable) :**
  - Réduire les déchets en augmentant le recyclage et la réutilisation des matériaux
  - Concevoir un pavage drainant et placer des fondations à structures réservoirs pour favoriser une meilleure gestion des eaux pluviales selon les principes dit « alternatif » (voir fiche EAU02)

## ELEMENTS DU CHOIX

### ASPECTS TECHNIQUES

#### >Effet « Albédo » (réfléchissement de l'énergie solaire) :

La nature et la couleur des matériaux influencent directement la quantité de lumière et de rayonnement solaire naturellement réfléchis par les revêtements de surface des voiries et espaces publics. Un revêtement clair donnera toujours des bonnes performances en matière d'effet albédo.

Les pavés de béton sont, comme les bétons coulés, plus favorables que les enrobés en ce qui concerne l'effet Albédo. Ils absorbent plus ou moins 75 à 80% d'énergie solaire.

#### >Influence du type de revêtement sur la consommation de carburant due au frottement :

La texture de la surface de roulement influence de manière importante la quantité d'énergie perdue par frottement lors des déplacements ; en effet, plus une surface est rugueuse plus les pertes d'énergie sont importantes.

Les irrégularités spécifiques aux pavages de béton, les rendent aussi moins attractifs en ce qui concerne le frottement.

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

Pour obtenir un projet durable dans le temps, il faut porter une attention particulière à la réalisation des couches formant l'assiette et les fondations de la chaussée pour garantir une bonne durabilité des complexes des chaussées. L'eau peut en effet déstabiliser les complexes et provoquer des déformations importantes. (cfr. CRR : code de bonne pratique pour le choix du revêtement lors de la conception ou de l'entretien des chaussées).

Les pavés de béton sont assez sensibles au poids et à l'intensité du trafic. Il faut faire attention aux fondations et à l'épaisseur des pavés. Ils conviennent mieux aux chaussées sans circulations, à trafic à vitesse modérée ou à un trafic de poids lourds faible.



**> Mise en œuvre :**

Les pavés de béton sont faciles à mettre en place et présentent le grand avantage de pouvoir être démontés partiellement et remontés sans laisser de trace. Au niveau de la vitesse de mise en œuvre, ils demandent une durée de travaux relativement longue mais leur mise en œuvre est rapide en cas de pose mécanisée. Par contre la voirie peut être ré-ouverte dès la fin des travaux.

**> Conditions d'adhérence:**

La variété des pavés de béton permet un choix approprié en matière d'adhérence. Il convient d'utiliser selon les besoins, des matériaux robustes aux finitions rugueuses ou lisses de la surface de roulement, et ceci en fonction des différents usages.

Dans tous les cas, les pavés de béton possèdent une bonne adhérence et limitent les risques d'aquaplanage

**> Importance et type de trafic :**

Le statut 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. De manière générale les bétons bitumineux et coulés sont plus favorables aux trafics lourds que les pavés en général. 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'

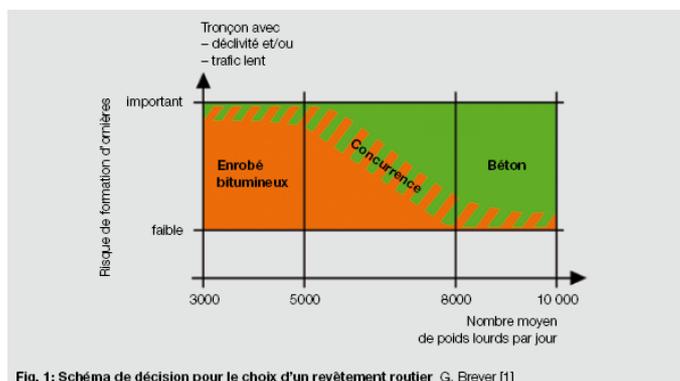


Fig. 1: Schéma de décision pour le choix d'un revêtement routier G. Breyer [1]

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

**ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX**

**> Qualité acoustique :**

Les qualités acoustiques des différents types de revêtements varient fortement en fonction de la texture, et donc, de la nature des revêtements. (Source : Vadémécum du bruit routier urbain IBGE- réf. (4))

Les pavés de béton sont acoustiquement plus avantageux que les pavés naturels, et ce indépendamment de la vitesse de passages. Les niveaux sonores mesurés sont toutefois supérieurs aux revêtements en asphalte.

**> Possibilité de réemploi et de recyclage du matériau**

Une gestion structurée du réemploi, du recyclage et du traitement des déchets est globalement nécessaire. Trop de matières sont encore sous-exploitées, restent sur place comme fondation pour l'asphaltage ou quittent la chaîne des produits réutilisables pour se retrouver dans les concasseurs.

La réutilisation des matériaux existants sur un site doit être privilégiée. Les différents matériaux comparés ici sont presque tous recyclables, que ce soit après simple démontage et tri ou après broyage pour d'autres applications.

La récupération des pavés et dalles de béton 30x30 est aisée moyennant leur nettoyage. La récupération sélective des fondations est aussi la plupart du temps possible. Les éléments inutilisables peuvent être broyés et réutilisés comme débris de béton routier recyclé dans du nouveau béton.

- Vu la faible pérennité du béton (en comparaison avec les pierres naturelles par exemple) la réutilisation et la transformation des matériaux sont moins favorables au béton, du moins pour un même rendement. Ceci n'empêche cependant pas son recyclage, mais par rapport aux exigences diverses de réemploi, seules les matières recyclées les plus performantes peuvent servir pour des nouvelles voiries, l'autre part recyclée servant de matière pour les remblais, les concassés de fondations, ...

#### > Taux de matière recyclée :

Le taux de matière recyclée des matériaux en béton a augmenté ces dernières années, au même titre que beaucoup d'autres déchets. Le principe est mis en évidence par l'exemple du projet de bâtiment-témoin « Recyhouse » du Centre scientifique et technique de la construction (CSTC) à Limelette. Il s'agit de matériaux nouveaux, réalisés à partir d'un processus industriel de traitement de déchets de construction et de démolition de bâtiments et du génie civil, et non pas de matériaux de récupération (tels que poutres en bois, tuiles, ... de réemploi). Source : RECYhouse, Possibilités d'utilisation des matériaux recyclés-(CSTC)- réf. (5).

Comme matériaux recyclés nous retrouvons du béton et des briques (débris, granulats), des maçonneries, des concassés, des ciments, des bétons avec fines, dont le taux de recyclage se situe entre 20 et 50 % du matériau appliqué. Le matériau recyclé doit répondre à des normes et des règles strictes suivant les emplois en matière de résistance, durabilité ou origine. Les normes, certificats ou ACV permettent les comparaisons entre matériaux répondant aux exigences techniques, de durabilité ou de préférence aux bons bilans ACV.

#### > Gestion de l'eau (perméabilité / drainage)

Les éléments en béton poreux ou perforés sont de plus en plus utilisés pour réduire les surfaces de revêtements durs et imperméables. Les zones à circulation réduite, résidentielles ou encore à usagers lents (jeux, rencontres) sont souvent propices à une gestion durable de l'eau. Par la création de nouveaux produits aux facultés spécifiques tels les éléments poreux, perforés ou drainants, le béton peut réduire considérablement l'impact des revêtements sur l'environnement.

Mieux diversifier l'emploi du béton (pavés ou éléments sous toutes les formes, consistances et couleurs possibles) en rapport avec la gestion de l'eau dans sa signification large (écoulement, perméabilité des sols, évaporation,...), tout en gardant une bonne stabilité, peut être un atout majeur du béton.

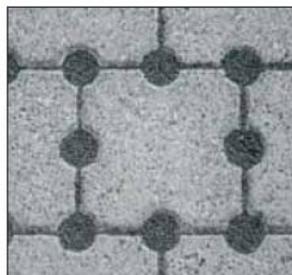
L'espace public est généralement restreint et doit de surcroît répondre à une occupation dense. Les systèmes pour gérer l'eau de ruissellement, par exemple les filets d'eau, réservoirs ou même bassins, devront trouver une place, partiellement en sous-sol si la place manque. A cet égard, le béton offre des possibilités de construction des plus variées.

Les exemples suivants donnent une vue d'ensemble sur les divers revêtements appropriés  
(Source : Routes en béton respectueuses de l'environnement- (CRR)- Réf. (3)

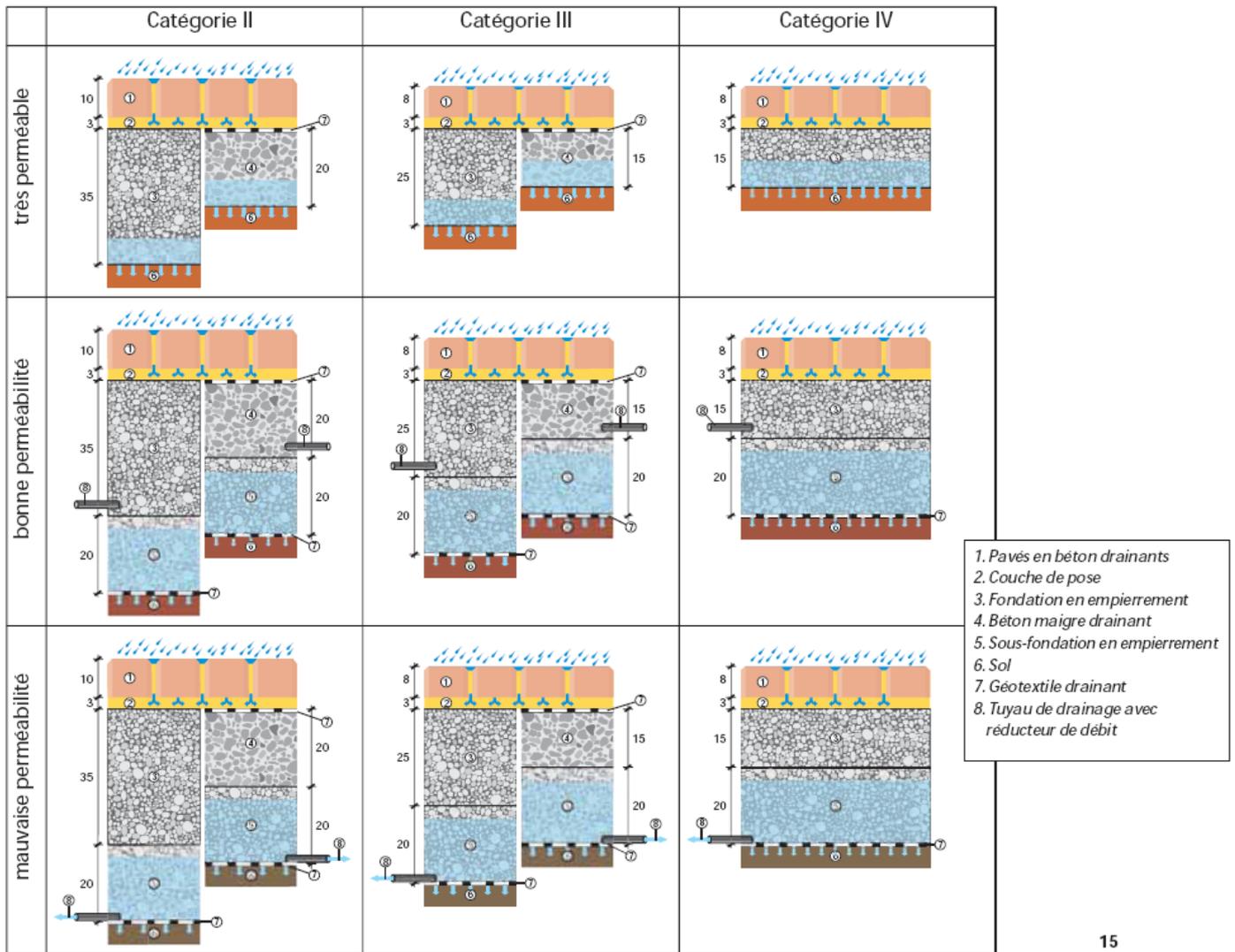
- Pavés de béton drainants – dalles gazon



- Pavés perforés et drainants



- Applications drainantes posées sur différentes fondations perméables



15

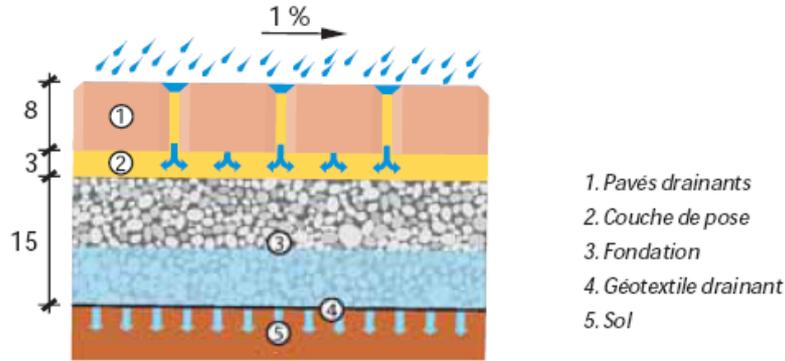
Exemples de structures drainantes et à réservoir

Source : Routes en béton respectueuses de l'environnement- (CRR)- Réf. (3)

Les différentes fondations permettent la création de multiples structures drainantes, pour ralentir, voir stocker les eaux de pluie en vue de gérer l'écoulement des eaux. En fonction des besoins, les applications permettent soit un simple drainage qui ralentit suffisamment l'écoulement des eaux de pluie avant leur déversement dans les cours d'eau, soit un drainage plus lent ou même à réservoir (rétention des eaux) si nécessaire.

La méthode est appliquée pour les revêtements drainants en pavés de béton ou en bétons coulés. Pour les sections à trafic dense, les aménagements alternatifs à égouttage latéral sont préférés, soit l'association des applications.

Pose de pavés béton drainants (pose sur sable, granulats,...)  
 Source : Routes en béton respectueuses de l'environnement- (CRR)- Réf. (3)



o Structures réservoirs

Capacité stockage / Revêtement	Béton dense	Béton drainant	Pavé béton
<b>Forte capacité de stockage d'eau</b>			
<b>Capacité de stockage d'eau moyenne</b>		 <i>Mise en œuvre en 2 couches pour obtenir un uni correct</i>	

\*Configuration non exhaustives

Lit de pose géotextile    
 Béton drainant    
 Béton poreux  
 Grave non traité poreuse    
 Pavés ou Dalles béton    
 Béton classe 5

Exemples de structures réservoir pour voies de lotissement  
 Source : Routes en béton respectueuses de l'environnement- (CRR)- Réf. (3)



**> Emission de CO2 et consommation d'énergie :**

La composition des pavés de béton aura un impact non négligeable en termes d'énergie et de conditions d'exploitation et de production. L'utilisation de pavés à l'écobilan favorable ou les pavés de récupération disponibles dans la commune présente par contre de sérieux avantages. La fabrication du béton émet plus de CO2 que la production des pierres naturelles. Par contre, l'application de substances photo-catalytiques à la surface des pavés purifie l'air pollué par les véhicules en transformant les oxydes d'azote (NOx) en particules semi-conducteurs. Des expériences ont prouvé l'intérêt de ces applications pour l'environnement.

**> Analyse du cycle de vie :**

Les ACV des différents revêtements doivent être, s'ils existent, consultés en priorité car ils donnent de manière très précise l'impact environnemental des matériaux.

Il faut vérifier si la base méthodologique est la même pour les différents matériaux à comparer. Attention cependant, la comparaison des différents résultats n'est pas évidente, ne fut ce que par le choix de l'unité fonctionnelle (ACV pavé béton : 1m<sup>2</sup> de structure de chaussées et pavé de voirie en béton : 1m<sup>2</sup>). Il faut aussi faire attention à ce qui est pris en compte dans les calculs (emballage, matériau complémentaire de mise en œuvre, transport, etc. ...), ainsi que la durée de vie totale du matériau.

La fiche de déclaration environnementale «Pavé de voirie en béton» concerne des pavés de dimensions 20x10x6cm. Cette fiche peut être téléchargée sur le site : <http://www.pierrebleuebelge.be/> - Source : réf (8) Le produit étudié est un revêtement de 1 m<sup>2</sup> de pavés en béton pour une application de type voirie ou d'espace public (charges piétonnes et trafic de classe t5 (selon la norme ISO 14040).

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 de sol dans le tableau de la fiche MAT01.

**> Pérennité du matériau :**

La faible pérennité du béton (de 30 à 75 ans contre 150 à 200 ans pour la pierre naturelle), accroît globalement son impact environnemental. Le remplacement des surfaces (pavés et sable de pose) étant nécessaire après 30-40 ans, celui de l'ensemble surfaces et fondations après 50-75 ans. (Source : Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten - Deel 4, (NIBE)- Réf. (19)).

**ASPECTS ECONOMIQUES**

**> Coût investissement :**

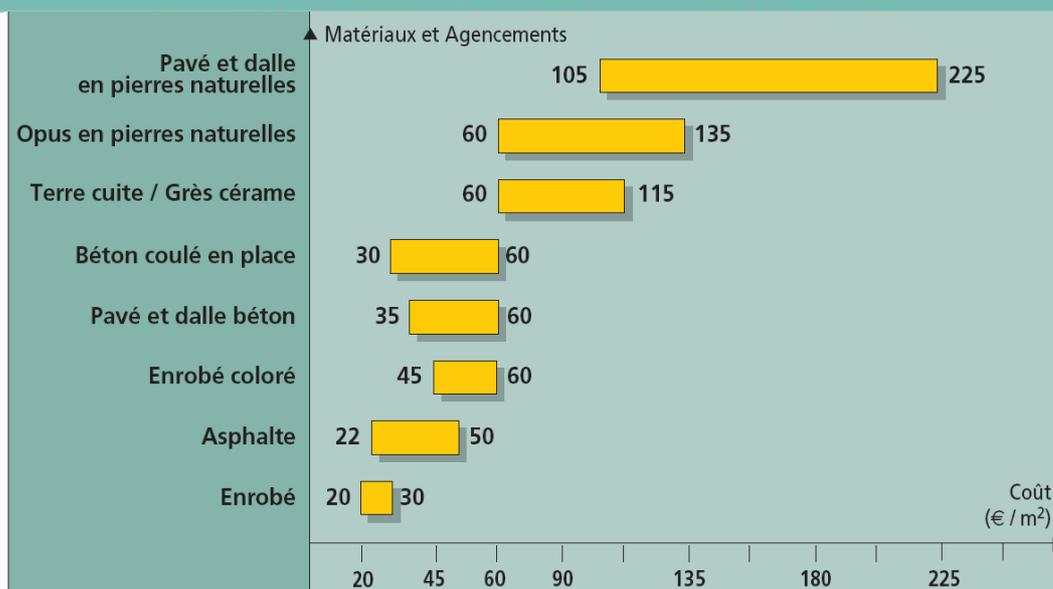
Le prix des pavés de béton dépend de la forme, de la couleur et de la mise en oeuvre. Le faible coût d'investissement de ces revêtements reste généralement un des principaux attraits des pavés de béton.

Le béton est souvent un matériau de construction économique et concurrentiel sur l'ensemble de son cycle de vie.

Les frais de transport sont réduits puisque les éléments en béton préfabriqué sont généralement produits près du chantier (nombreux fabricants).

Comme le béton peut présenter un albédo élevé et donc une capacité importante à réfléchir la lumière, les frais d'éclairage peuvent être réduits.





Ordre de grandeur des coûts, en France, au m<sup>2</sup> des principaux revêtements. (Source:9)

**> Coût entretien :**

La résistance à l'usure et aux intempéries et la faiblesse des coûts d'entretien font du béton appareillé un produit économique dans le temps. Néanmoins ce coût reste supérieur à celui de la pierre naturelle à long terme (moyenne de 50 ans contre 175 ans pour le matériau lui-même).

**> Lyfe cycle cost :**

La pierre naturelle présente un rapport coûts/durée de vie supérieur au béton du fait d'une durée de vie plus longue. A court terme cependant, ce rapport est favorable au béton.

**ASPECTS SOCIAUX ET CULTURELS**

**> Scénographie urbaine :**

Pendant longtemps les pavés en béton ont été mal perçus par le grand public. Cependant, la variété des produits proposés aujourd'hui (formes et couleurs) a fait progressivement disparaître ces préjugés. Outre leur capacité à répondre aux exigences constructives de certains aménagements, il faut souligner leur 'performance' architecturale et scénographique croissante et, par conséquent, son appréciation sociale.

**> Valeur patrimoniale :**

La valeur patrimoniale du béton appareillé est inférieure à celle des pavés et dalles en pierre naturelle. La diversité des composants, notamment les formes et les couleurs, ainsi que le raffinement atteint en matière d'imitation des pierres naturelles ne peuvent pallier la faiblesse relative de la valeur intrinsèque du matériau.

**> Confort et sécurité pour les modes actifs :**

Le confort d'usage et la sécurité, offerts par la régularité des éléments de béton appareillés jouent en faveur de leur perception dans l'espace public, notamment pour les personnes à mobilité réduite et les cyclistes.

**INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES**

**AUTRES FICHES A CONSULTER**

- TER01 : Mettre en place un processus de projet durable
- ENE01 : Réduire l'impact environnemental de l'éclairage public
- EAU01 : Réconcilier l'eau et la ville
- MAT01 : Choisir les matériaux de revêtement de sol en fonction de leur impact environnemental
- MAT03 : Pierre naturelle



- MAT07 : Choisir les matériaux de revêtement de sol en fonction de leur impact environnemental
- MAT08 : Privilégier la possibilité de récupérer et de recycler des matériaux

## 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)GRAND LYON[2008] – **Aménagement et eaux pluviales, guide à l'usage des professionnels, Fiches techniques**, GRAND LYON (Communauté urbaine – Direction de l'eau), juin 2008.
- (3)CRR[2009] – **Routes en béton respectueuses de l'environnement**, Cycle de formation du CRR (Centre de Recherches Routières), 19 février 2009.
- (4)RBC-BRUXELLES ENVIRONNEMENT [2005] – **Vadémécum du bruit routier urbain, les revêtements routiers**, Volume 1- Fiche 7, IBGE (Institut Bruxellois pour la Gestion de L'Environnement), 2005.
- (5)CSTC[2002] – **RECYhouse, Possibilités d'utilisation des matériaux recyclés**, Présentation du projet et classement numérique des produits (CSTC), mai 2002.
- (6)ECRPD[2007] – **Existing and new road pavement materials**, Deliverable D1 ECRPD (Energy Conservation in Road Pavement Design, Maintenance and utilisation), november 2007.
- (7)BRRRC[2008] – **Air purification by pavement blocks: final results of the research at the BRRRC**, TRA Europe 2008 Ljubljana A. Beeldens, 2008.
- (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.shared-space.org>
- <http://www.creabeton-materiaux.ch>
- <http://www.cerib.com>
- <http://www.brrc.be>
- <http://www.paving.org>
- <http://www.inies.fr>
- <http://www.infociments.fr>
- <http://www.cstc.be>
- <http://www.grandlyon.com>

