



GUIDE PRATIQUE POUR LA CONCEPTION DES ESPACES PUBLICS
DES QUARTIERS DURABLES

RECOMMANDATION MAT05 29/06/11

ASPHALTE

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

PRINCIPES :

Les revêtements bitumineux sont des éléments incontournables de l'aménagement urbain. Ils représentent une grande partie des revêtements mis en place sur les chaussées et ses qualités ne sont plus à démontrer. 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. Pour répondre aux enjeux environnementaux actuels, il est possible d'agir sur divers aspects de la filière. Des possibilités de recyclage des matériaux existants, des nouvelles techniques de pose (enrobé tiède, froid), des nouveaux procédés de fabrication à base de liants végétaux, permettent de diminuer les rejets de CO₂ dans l'atmosphère, de réduire les nuisances dues au bruit, à la pollution, et de favoriser la gestion du cycle de l'eau par infiltration.



Barcelone (Es.) : l'asphalte ne sert pas qu'aux voiries carrossables

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 auxquelles le revêtement devra répondre en fonction de son usage et des objectifs environnementaux visés. En effet, pour un type de revêtement précis, il est possible d'agir sur de nombreux paramètres afin d'optimiser la réponse à apporter. Choix des liants,



choix des textures, recyclage, utilisation de matériaux recyclés, structure de la route, procédé de fabrication et technique de pose entre autres.

La possibilité du recyclage dans la configuration actuelle de Bruxelles, est importante car la filière offre de belles perspectives. Des outils récents permettent d'analyser la structure des voiries existantes pour en déterminer les potentialités.

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 et potentiel d'utilisation de matériaux recyclés :
- Gestion de l'eau (perméabilité/drainabilité) :
- Emission de CO₂ et consommation d'énergie :
- ACV :
- Pérennité du matériau :

Indicateurs économiques :

- Coût investissement :
- Coût entretien :
- Life Cycle Cost (LCC)

Indicateurs socioculturels :

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

OBJECTIFS :



Minimum :

- Mettre en place des revêtements à plus faible température de mise en œuvre « warm » ou « semi-warm » que les revêtements traditionnels (hot-mix).
- 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 place des revêtements à basse température de mise en œuvre « cold-mixes ».
- Utiliser des matériaux qui comportent un minimum de 45% de matériaux recyclés
- Réaliser des revêtements drainants et placer des fondations à structure réservoir pour favoriser une meilleure gestion des eaux pluviales selon les principes dits « alternatifs » (voir fiche EAU02)
- Choisir des revêtements qui diminuent le niveau sonore lors du passage de véhicules motorisés



*** Optimum :

- Mettre en place des revêtements à basse de liant végétal
- 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 fiche EAU02)
- Choisir des revêtements qui diminuent le niveau sonore lors du passage de véhicules motorisés

ELEMENTS DU CHOIX :

ASPECTS TECHNIQUES

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

La nature bitumineuse du matériau, naturellement noir, n'offre pas un bon coefficient de réflexion de la lumière. Les revêtements bitumineux absorbent entre 85 et 95 % de l'énergie solaire.

Ils accroissent l'effet d' « île de chaleur ». En outre, ils n'assurent pas une bonne visibilité nocturne et nécessitent des besoins en éclairage public supérieurs à ceux d'autres revêtements par l'absence d'effet de luminosité « gratuit ».

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

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

Les revêtements bitumineux coulés entraînent une surconsommation de carburant de l'ordre de 2,5% par rapport aux routes en béton. 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 dans le cas des bétons coulés.

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, orniérage, fatigue, rigidité, rugosité, plumage, etc...) :

D'une manière globale, les bétons bitumineux présentent une bonne tenue dans le temps en ce qui concerne les déformations dues aux charges et à l'intensité du trafic. Des problèmes d'orniérage apparaissent surtout lorsque le trafic des poids lourds est important. Ils sont cependant assez sensibles aux sollicitations climatiques : vieillissement dû aux UV, déformation à la chaleur, désagrégation ou désenrobage dû à la stagnation de l'eau dans l'enrobé, gel, etc. 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 bitumineux lors de la conception ou de l'entretien des chaussées)

>Mise en oeuvre :

Les techniques et les temps de mise en œuvre des revêtements bitumineux sont multiples et variés. La grande rapidité de mise en œuvre est avantageuse même si un temps d'attente est nécessaire avant la remise en service de la chaussée. La pollution de l'air (fumée, odeur) est plus importante que pour les autres matériaux. Les possibilités de réparation sont assez simples et l'accès aux équipements d'utilité publique sous la chaussée est assez aisé.

>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.

La rugosité des revêtements bitumineux offrent une bonne adhérence pour tous les utilisateurs. En outre, les effets d'aquaplanage peuvent être diminués par la mise en place des revêtements bitumineux drainants.



> Importance et type de trafic :

Le statut hiérarchique de la voirie (locale, inter-quartier,...) et la charge de trafic qu'il induit aura 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'.

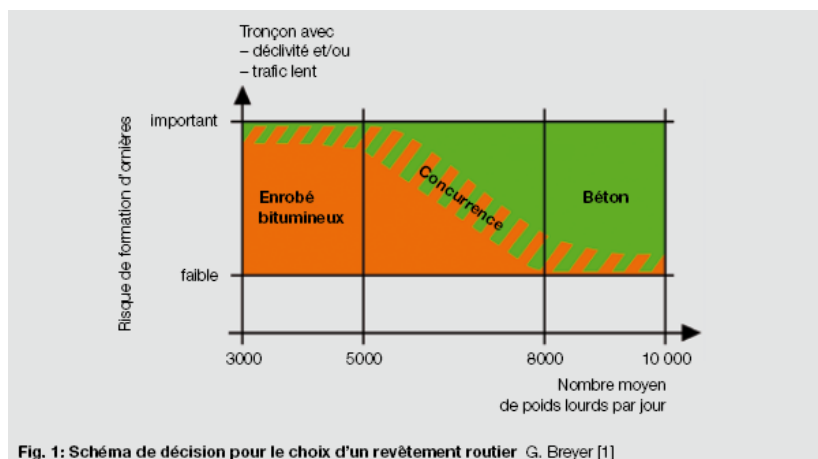


Fig. 1: Schéma de décision pour le choix d'un revêtement routier G. Breyer [1]

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

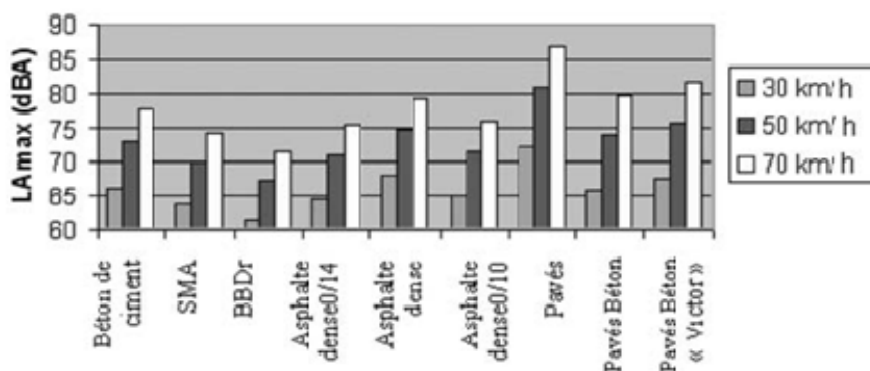
ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

> 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 mis 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, déchets de pneu, de verre, cendre).
- Matériaux d'anciens revêtements (béton, asphalte)

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).

Il existe 2 techniques : le recyclage en usine et le retraitement sur le site (ces procédés concernent à la fois la réalisation des couches de bases du revêtement, lié ou non à un liant hydraulique, et les couches de surface) :

• **Le recyclage en centrale :**

Selon les centrales, le pourcentage de matériaux à recycler varie, même si, techniquement, il est possible de travailler à 100 % de recyclats d'enrobés. On parlera d'un faible taux de recyclage en deçà de 20 %, d'un taux moyen jusqu'à 40 %. Au-delà, on parlera d'un fort taux et d'un très fort taux pour des pourcentages supérieurs à 60 %.

• **Le retraitement sur place :**

Le retraitement de chaussée en place à froid consiste à retraiter tout ou partie d'une chaussée avec de l'émulsion de bitume, régénérante ou non, avec ou sans apport complémentaire de granulats. L'opération est menée au moyen d'ateliers mobiles qui assurent un ensemble de fonctions : fraisage, concassage, criblage et malaxage en présence d'une émulsion de bitume additivée ou non, puis remise en place de l'enrobé à température ambiante. Le retraitement en place à chaud, quant à lui, implique en outre l'utilisation d'un train de rampes chauffantes pour ramollir l'enrobé à retraiter et fait appel à des produits régénérants pour redonner au bitume vieillissant ses qualités d'origine.

Les avantages sont considérables : rapidité d'exécution, élimination du transport des matériaux, réduction des coûts en carburants, de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, diminution de la gêne aux usagers de la route et aux riverains...

Les économies en matériaux sont significatives, puisque la totalité des granulats et du liant est réutilisée. Enfin, la mise en décharge est supprimée. Le bilan énergétique le plus favorable est évidemment celui du retraitement à froid.

> **Gestion de l'eau par l'utilisation des bétons bitumineux drainants (BBDr):**

L'asphalte drainant est un conglomerat bitumineux dans lequel sont présents des vides qui facilitent l'écoulement de l'eau et minimise les volumes d'eau de ruissellement. Cela permet de s'inscrire dans une vision de gestion de l'eau plus durable (voir fiche EAU02). De plus l'enrobé



drainant permet de limiter le problème de formation d'une fine couche d'eau qui favorise l'aquaplaning et les projections d'eau ce qui améliore les conditions de conduites et la sécurité. Une autre qualité de l'asphalte drainant est sa capacité d'absorption du bruit : la présence des vides réduit le niveau des émissions sonores au passage des véhicules. Il permet une diminution du bruit de l'ordre de 4 à 8 décibels.

Les eaux de ruissellement se chargent de pollution en fonction, notamment, des espaces sur lesquels elles ruissellent. Il y a lieu de prévoir des systèmes de dépollution adéquat. La fiche EAU02 du guide explique plus en détail ce phénomène.

Dans le réseau urbain, le BBDr est surtout adapté aux voies principales.

> Emission de CO2 et consommation d'énergie :

La conclusion de l'étude de ECRPD (18) sur l'analyse du coût énergétique lors de la construction, maintenance et le recyclage de différentes types de routes asphaltiques de type « hot asphalt mix » conclut que d'une manière générale, la construction de nouvelles voiries est un processus qui demande beaucoup d'énergie. On arrive à un chiffre compris entre 3166,2 et 3357,0 GJ/km (Gigajoules par km) pour la construction d'une large chaussée à simple sens de circulation. La production de l'asphalte représente environ 92% de la consommation totale d'énergie, le transport des matériaux plus ou moins 6% et la mise en œuvre seulement 1 à 2%.

Il existe une multitude de combinaisons possibles pour la fabrication et la mise en œuvre des différents types de revêtements bitumineux. Ils peuvent cependant être classés en 3 grandes familles suivant la température nécessaire lors de la fabrication et la température de mise en œuvre. Des économies d'énergie et donc d'émission de GES peuvent être réalisées en fonction du type de matériau utilisé. Sans entrer dans les détails, en prenant comme élément de comparaison le matériau « historique » (hot mix asphalte) il en ressort les enseignements suivants:

- « hot mix » asphalte est le procédé traditionnel développé dans les années 30 et le plus couramment utilisé, il sert de référence pour la comparaison des autres procédés de fabrication.
Température de production : 150 à 180°C
Température de mise en œuvre : 140 à 170°C
On considère qu'il faut 175 MJ d'énergie pour produire 1 tonne de ce matériau et cela représente l'émission de 16Kg CO2 équivalent.
- « warm » ou « semi-warm » asphalte : Sous cette appellation, on retrouve une grande variété de procédés de mélanges produit entre 80°C et 130°C. Ils ont les mêmes propriétés que les « hot mix » asphalte dès leur mise en place et les mêmes caractéristiques mécaniques. Il n'y a donc pas de période d'attente avant la remise en service de la voirie, comme c'est le cas avec les procédés dit « cold-mixes ».
Son utilisation est actuellement limitée aux routes secondaires car le processus est encore jeune, pourtant aucune raison technique ne justifie cette situation.
Ce procédé permet une économie d'énergie de l'ordre de 30 à 50% par rapport aux « hot mix ».
- Les « cold-mixes » : Ces procédés permettent une température de fabrication inférieure à 60°C. Comme pour les « warm » ou « semi-warm » asphaltes les conditions de travail sont nettement améliorées. Les avantages environnementaux sont plus important du fait de la basse température de fabrication et de mise en œuvre. Actuellement, ils sont surtout utilisés pour la « maintenance » sur des routes à faible trafic. Cependant, le procédé étant encore jeune, les fabricants continuent d'améliorer le procédé pour augmenter les performances de ces asphaltes.
Une économie d'énergie de l'ordre de 60 à 75% par rapport au « hot-mix » est possible.
- A coté de ces matériaux « classiques » (dérivé du pétrole), il existe un nouveau type d'asphalte qui diffère radicalement des asphaltes bitumineux de par la nature du liant utilisé. Il s'agit des asphaltes utilisant un liant « écologique » produit à partir de ressources renouvelables. Le liant, est alors un mélange de résines et d'huiles d'origines végétales du type huile de lin, de ricin, de bois, de colza, de soja, etc...
Ces liants présentent les caractéristiques suivantes :



- Réduction de l'énergie nécessaire lors de la fabrication
- Température de mise en œuvre inférieure aux revêtements de type « hot mix »
- Possibilité d'obtenir une grande variété de teintes, grâce à la couleur naturelle du liant, beaucoup plus transparente que les liants bitumineux, qui met en valeur la couleur naturelle des granulats

Ces caractéristiques physiques et mécaniques sont supérieures à celles des liants « bitumineux » de même catégorie mais ils demandent un temps de durcissement de une à deux semaines avant de pouvoir utiliser la voirie et Ils sont actuellement plus chers que les liants bitumineux « classique ».

Attention cependant aux effets potentiellement négatifs que l'utilisation généralisée de produits issus des ressources agricoles pourraient engendrer au niveau du marché (problématique semblable à l'utilisation de biodiesel).

Bruxelles environnement teste actuellement un revêtement écologique dans le parc de la Porte de Hal et à Evere dans le parc du bon Pasteur.



Revêtement « bio » testé par Bruxelles Environnement à la porte de Hal.
Source : energethique.be

> Analyse du cycle de vie :

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.

- La fiche de déclaration environnementale et sanitaire « Asphalte de voirie - chaussée » et « Asphalte de voirie – trottoir » :
Ces fiches peuvent être téléchargées sur le site : <http://www.inies.fr/>
Le produit étudié est un revêtement d'étanchéité à base d'asphalte, pour une application en voirie de type chaussée et trottoir.
- Classification NIBE :
Cette source, à la différence des divers ACV réalisés par des acteurs différents sur des bases pas toujours identiques, permet de comparer les différents revêtements suivant les mêmes critères. C'est cette classification qui sert de base pour la classification des différents revêtements dans le tableau de la fiche MAT01.

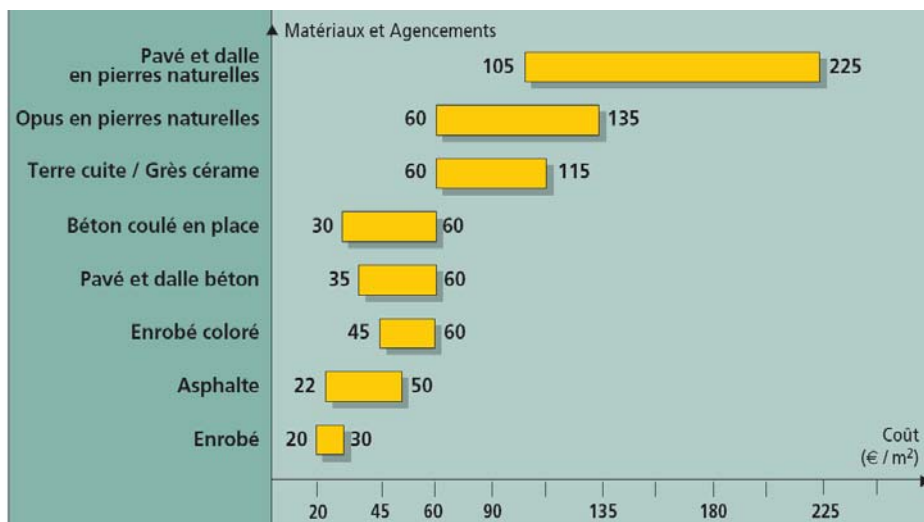
> Pérennité du matériau :

Dans le cas des trafics faibles à moyens, l'enduit a une durée de service importante (supérieure à 20-25 ans). Pour les trafics élevés et lourds sa durée de service est plus limitée. C'est généralement la diminution de la rugosité 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, les enrobés et asphaltes sont les types de revêtements les plus économiques en ce qui concerne la fourniture et la pose des revêtements.



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

> **Coût entretien :**

L'entretien de revêtements bitumineux peut être assez conséquent, par exemple lors de la pose d'une nouvelle couche de roulement ou du recyclage/retraitement de celle-ci.

> **LCC (life cycle cost) :**

Le life cycle cost des revêtements bitumineux est, d'une manière générale et par rapport aux autres revêtements, assez compétitif. Les coûts d'investissement sont faibles, mais ceux d'entretien sont par contre plus élevés que pour le béton coulé. S'ils sont correctement mis en œuvre ils ont une durée de vie assez longue et sont facilement recyclables.

ASPECTS SOCIAUX ET CULTURELS

> **Scénographie urbaine :**

Les bétons bitumineux colorés permettent de disposer d'une solution intéressante pour l'élaboration d'un langage urbain qui favorise l'intégration architecturale.

Les fabricants d'enrobé coloré font appel pour leur formulation à des liants clairs qui permettent de mettre à profit la couleur naturelle des granulats employés dans l'enrobé : porphyre rose, quartzite gris clair, silico-calcaire brun, calcaire dur blanc.... Pour obtenir des couleurs plus franches ou plus variées, des pigments sont ajoutés.

A noter, qu'il soit noir ou coloré, l'enrobé fini toujours par prendre la teinte du granulat utilisé.

> **Valeur patrimoniale :**

Les revêtements bitumineux ne présentent pas de valeur patrimoniale. Par leur effet de « neutralité », les revêtements colorés offrent cependant l'avantage de pouvoir mettre en évidence des éléments patrimoniaux.



Anderlecht : l'asphalte pour le confort du roulement



Cognac : jeux graphiques entre matières et couleurs

> Praticabilité modes actifs:

La planéité, la régularité et l'adhérence des revêtements bitumineux favorisent le confort et la sécurité des modes actifs : piétons, PMR, vélo, skateboard, roller, poussette,...

Ces qualités dépendent du choix des liants et des granulats.

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.
- (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.
- (5)VEGAU[2007] – **Ecologie même pour les voiries en enrobés**, Article, legirama.com, 17/04/2007.
- (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.
- (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.
- (13)OFFICEASPHALTES[2009] – **Fiche de déclaration environnementale et sanitaire, Asphalte de voirie-chaussée**, Offices des asphaltes, 25p, Octobre 2009.
- (14)BINFO[2009] – **Recyclage et retraitement des chaussées bitumineuses**, Article p°30-33, Bitume.info spécial 2, bitume.info, Octobre 2009.
- (15)BINFO[2009] – **Un matériau durable pour la construction et l'entretien des chaussées**, Article p°23-23, Bitume.info spécial 2, bitume.info, Octobre 2009.
- (16)BINFO[2009] – **Enrobés à températures réduite**, Article p°26-27, Bitume.info spécial 2, bitume.info, Octobre 2009.
- (17)BINFO[2009] – **Emulsions et techniques à froid**, Article p°28-29, Bitume.info spécial 2, bitume.info, Octobre 2009.



- (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>

