



## PIERRE NATURELLE

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

### PRINCIPES

La pierre naturelle prend une place historique dans l'aménagement de l'espace public en raison de ses multiples avantages (proximité, patrimoine, résistance dans le temps,...). Ces aspects ont une signification importante quant à leur place dans le développement durable. La pierre naturelle fait partie de notre mémoire du bâti et se place en position avantageuse dans l'aménagement durable d'aujourd'hui et demain.



*Evere, Maison communale - revêtements en pierre bleue*

Son avantage en tant que matériau local augmente l'intérêt significatif de ses multiples possibilités de choix et de mise en œuvre. Leur longévité est à long terme (100 ans et plus) et la résistance au gel et à l'emploi (usure) est supérieure à celle des pavés en béton auxquels ils sont souvent comparés. L'envahissement du marché par des pierres moins chères en provenance d'autres continents produit un impact environnemental négatif important dû au transport sur des longues distances et pose également la question des conditions de travail. ([www.indianet.nl/pdf/naturalstone.pdf](http://www.indianet.nl/pdf/naturalstone.pdf))

Les qualités essentielles sont :



- Le faible impact sur l'environnement en tant qu'élément naturel tout au long du cycle de vie (voir fiche MAT01, NIBE, LCA ou autres indicateurs d'impacts environnementaux – comparatifs).
- Les possibilités de valorisation du patrimoine urbain bâti
- un long cycle de vie grâce aux possibilités de réemploi.

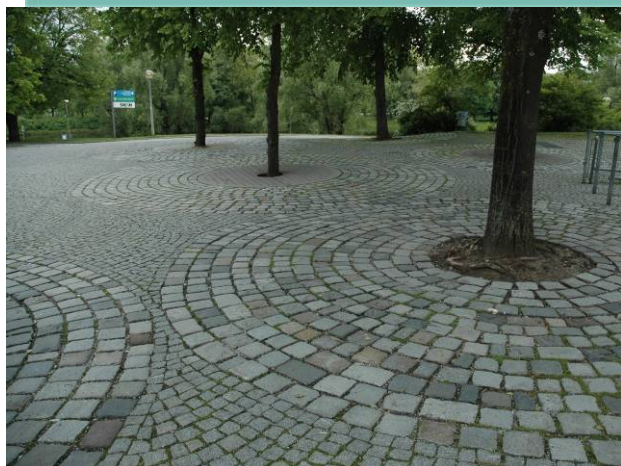
## DEMARCHE

Les pierres naturelles sont réputées pour leur grande résistance aux effets climatiques et aux charges physiques, (p. ex. des engins de transport). La Belgique compte de nombreuses carrières, ce qui en fait un produit local (grès, calcaires, schistes,...). La pierre bleue est une pierre tendre (calcaire), permettant de nombreuses réalisations dans l'espace public. Les granits et les porphyres sont plus durs et résistants aux agressions chimiques et mécaniques. Le grès est également un matériau répandu dans notre pays et dans le domaine de l'espace public. D'autres sortes de pierres plus tendres conviennent essentiellement aux applications de la construction de bâtiments comme les marbres.

- Caractéristiques techniques des pierres naturelles de Wallonie courantes, utilisées dans l'espace public Bruxellois

Type de pierre	Masse volumique apparente en kg/m³	Porosité en % vol	Résistance à la compression en N/mm²	Comportement à l'usure en mm/1000 m	Applications
Pierre bleue	1500-2800	0,28	157,9	2,87	Surfaces fort fréquentées, construction
Marbre	2600-2800	< 10	140	3,20	Surfaces fort fréquentées, construction, mobilier
Grès	2000-2500	< 0,5	260 - 300	2,82	Surfaces très fort fréquentées
Schiste	2650-3000	< 3	150	4,03	Surfaces fort fréquentées, construction
Basalte	2800-3000	Très peu poreux	+/- 320		Surfaces très fort fréquentées
Porphyre	2000-2800	Très peu poreux	+/- 280		Surfaces très fort fréquentées
Granite	2500-3000	Très peu poreux	+/- 150	0,7-1 mm / 1000 m	Surfaces très fort fréquentées

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), la France le système Fiches de Déclaration environnemental et Sanitaire (FDES).



Munich (D.) - dessin de pavés en pierre naturelle



Bruxelles, Rue de la Reine - pavés mosaïques

## INDICATEURS

Les indicateurs, repris dans la fiche d'introduction 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 CO2 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 place des pierres adaptées aux exigences de la circulation
- Utiliser des pierres récupérées ou réutilisables (diminuer l'emploi des matériaux source)



- Choisir des revêtements qui diminuent le niveau sonore lors du passage de véhicules motorisés

**\*\* Conseillé (choix plus favorables pour l'environnement) :**

- Egalement réaliser des revêtements 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) :**

- Egalement réduire les déchets en augmentant le réemploi et le recyclage des matériaux
- Egalement réaliser des revêtements drainants 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) :**

Suivant les applications (type de pierre naturelle, couleurs, finitions des surfaces, ...), l'effet albédo sera très variable, car les pierres naturelles sont disponibles sous toutes les apparences et finitions imaginables. En prêtant attention à cet aspect, la plupart des applications permettent des bonnes performances en matière d'effet albédo.

Les pavés naturels absorbent plus ou moins la même quantité d'énergie solaire que les bétons, soit 75 à 80%.

**> Influence du type de revêtement sur la consommation de carburant (frottement) :**

La grande diversité de matériaux, particulièrement les finitions des surfaces striées, rugueuses, brutes ou « à l'ancienne » et les formes (gros pavés irréguliers ou arrondis) déterminera l'influence sur le frottement.

Les pavés naturels à grandes irrégularités doivent être évités dans les portions de grande circulation pour diminuer la consommation d'énergie due au frottement. Cet aspect a moins d'importance dans les zones à vitesse réduite.

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

Les projets durables seront techniquement de bonne qualité : conception, réalisation, matériaux appropriés aux exigences spécifiques de l'aménagement pour prolonger au mieux la durée de vie. Il faut donc éviter impérativement toute cause de détérioration. Cela aura un impact direct sur la durabilité et le coût financier à long terme et permettra de réaliser des économies de matière et d'énergie.

Les revêtements en pavés naturels sont assez sensibles aux conditions de circulation quand les fondations sont percolant ou drainantes. Les pavés présentent par contre une durabilité et une stabilité aux sollicitations climatiques exceptionnelles.

**> Mise en œuvre :**

Les finitions raffinées et multiples des surfaces permettent une mise en œuvre esthétique, adaptée aux fonctions et sécuritaire à la fois. Esthétique pour les pavages décoratifs multiples de places, adaptée pour les besoins techniques des différents espaces (tons clairs, robustesse en fonction du charroi, choix et finitions durables en matière de types de matériaux et de pose,...) et sécuritaire pour les PMR et malvoyants par les aspects de finition, permettant le repérage tactile (valeur tactile des surfaces) et en même temps peu de glissance.

Les pavés imposent une durée de travaux assez longue et demandent de recourir à des spécialistes qui maîtrisent les techniques de pose sous peine d'hypothéquer la durabilité des ouvrages. Les pavés naturels présentent l'avantage de pouvoir être démontés partiellement et d'être remontés sans laisser de trace. .





**> Conditions d'adhérence :**

L'adhérence des pavés naturels est moyenne surtout en cas de pluie ; le risque d'aquaplanage est plus important, pour les pavés lisses, d'où l'intérêt de traiter les surfaces pour les rendre non glissantes (bouchardage, rainurage,...).

**> Importance et type de trafic :**

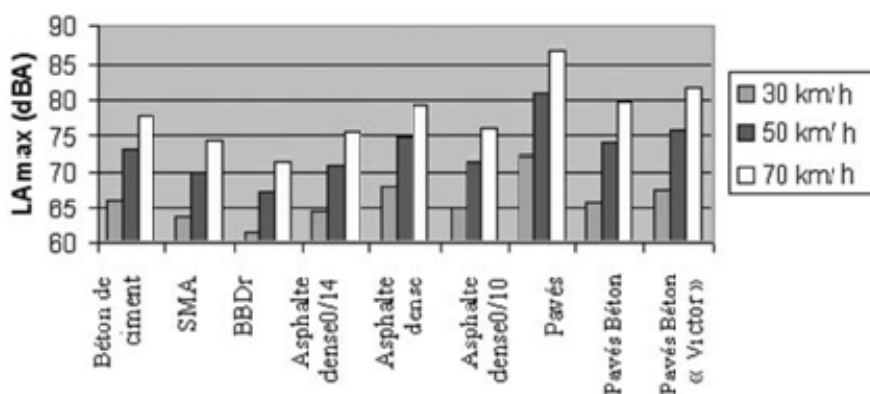
Le statut de la voirie (local, inter-quartier,...) et la charge de trafic qu'il induit ont un impact sur le choix de revêtement et de fondation. Les pavés naturels sont généralement réservés aux places et voiries locales où le trafic est moins lourd et plus lent. A condition évidemment de satisfaire aux autres critères comme les mesures d'anti-glissance, confort et sécurité des usagers lents.

Les pavés en pierre naturelle peuvent satisfaire au trafic lourd si les fondations sont lourdes et résistantes. Ceci ira de pair avec une augmentation considérable du bruit de roulement. Il faut donc réduire leur emploi aux sections où le bruit est secondaire.

**ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX**

**> Qualité acoustique**

Les facteurs influant sur le bruit du trafic routier sont nombreux, allant de la quantité de trafic,... aux matériaux utilisés. Le bruit produit par le contact pneumatique-chaussée est important dans le cas de revêtements en pavés naturels, et ce pour toutes les vitesses de passages. A 30km/h le niveau sonore est déjà supérieur à 70 dB(A) soit plus que certains pavés de béton à 90km/h. Le type de finition de la surface des pavés (sciés, clivés,...) peut avoir une influence sur les résultats des niveaux sonores. (Source : Vadémécum du bruit routier urbain IBGE- réf. (4).



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

La réalisation d'une surface en pavés naturels avec joints recouverts d'asphalte offre l'avantage de diminuer l'impact sonore par rapport à un rejointoiement ouvert ou simplement au mortier.

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

La réutilisation des matériaux existants sur un site doit être privilégiée. Ainsi, si les matériaux sont disponibles sur place (pavages naturels anciens par exemple), le choix se dirigera vers leur réutilisation.

Les différentes pierres comparées ici sont presque toutes réutilisables ou recyclables, que ce soit après simple démontage et tri (pavés et dalles de pierre naturelle) ou après retraitement de la surface de finition (bouchardage par exemple).

La durée de vie de la pierre doit également être prise en compte et l'on favorisera, à cet égard, les pierres qui pourront facilement être réutilisées, comme les pavés les plus durs. Si les pierres sont disponibles sur place en bonne état et en concordance avec les exigences du projet (p.ex. pavages naturels anciens), le choix se dirigera vers leur réutilisation.

La réutilisation des pierres naturelles est simple et la récupération aisée moyennant nettoyage. La récupération sélective des fondations est également possible. Les éléments inutilisables (abîmés, en fin de cycle de vie,...) seront broyés et réutilisés comme concassés. Les réparations des surfaces sont également possibles.

**> Taux de matière recyclée :**

Etant orienté essentiellement sur l'utilisation directe de la matière première naturelle et la réutilisation / récupération, le taux de réemploi et de recyclage en fin de vie est de 90 % pour les pavés (10 % de pertes en tout), Source : CTMNC, - FDES Pavé de voirie en pierre naturelle, août 2008 – Réf. (24).

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

Il convient de bien diversifier l'emploi de la pierre naturelle en rapport avec la gestion des sols et des milieux humides. Les fondations doivent être adaptées aux types et dimensions des matériaux mais aussi aux types de sols (stabilité, caractéristiques mécaniques, degré d'humidité (plateaux, vallées), écoulement des eaux, perméabilité des sols, évaporation,... Par exemple les éléments perforés, les concassés, les joints perméables... .

Par rapport au béton, les éléments de structure (dalles gazon, systèmes à emboîtement) sont moins faciles à fabriquer et en tout cas plus chers.

L'espace public est généralement restreint et doit de surcroît répondre à une occupation dense, surtout dans les parties centrales des villes. Dans les surfaces à revêtir, seuls les systèmes ponctuels et linéaires de récupération des eaux peuvent être utilisés dans les rues étroites et les lieux densément occupés. Pour les mêmes raisons, les systèmes pour gérer l'eau de ruissellement, par exemple les réservoirs ou les bassins, devront trouver une place en surface ou en sous-sol.

Des pavés naturels perforés sont utilisables aux sections subissant peu de contraintes de la circulation comme les parkings, les aires piétonnes, les surfaces de rencontres et de manifestations à usage temporaires. Aux endroits de circulation dense il convient d'utiliser les techniques de récolte des eaux pluviales moyennant les fondations bien drainés et/ou en installant des réservoirs en surface ou sous sol permettant la retenue sélective des eaux.

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

La pierre naturelle au moment de son extraction dans les carrières est directement prête à être transformée et découpée pour son usage final. Elle nécessite donc très peu d'énergie pour sa transformation.

Sa transformation n'utilise aucun produit ou adjuvant et nécessite seulement de l'eau (récupérable) pour le sciage et le débitage. 100% de la matière première extraite est utilisée, les chutes et les mauvaises pierres étant utilisées pour le concassage, les remblais... .

L'utilisation de pierres naturelles dont la proximité géographique entre les lieux d'extraction et les chantiers de construction est importante permet de limiter les transports et donc de limiter les rejets de CO2 dans l'air.

Les pierres asiatiques ont à ce titre un bilan négatif en comparaison avec les pierres locales.

L'utilisation de pavés de récupération disponibles dans la commune présenterait par contre de gros avantages (recyclage, pierres locales, patrimoine...).

**> Analyse du cycle de vie :**

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

Les cycles de vie des pavés en pierre naturelle sont toujours affectés par la résistance au gel et aux charrois. Les matériaux les plus durs supportent mieux le charroi lourd et dense. Les matériaux poreux exigent une bonne évacuation de l'eau.

La fiche de déclaration environnementale «Pavé Patrimoine en pierre bleue belge» contient deux types de pavés (divers dimensions). Cette fiche peut être téléchargée sur le site : <http://www.pierrebleuebelge.be/> - Source : réf (20) Le produit étudié est un revêtement de 1000 m<sup>2</sup> de pavés en pierre bleue pour une application de type voirie et trottoir (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 :**

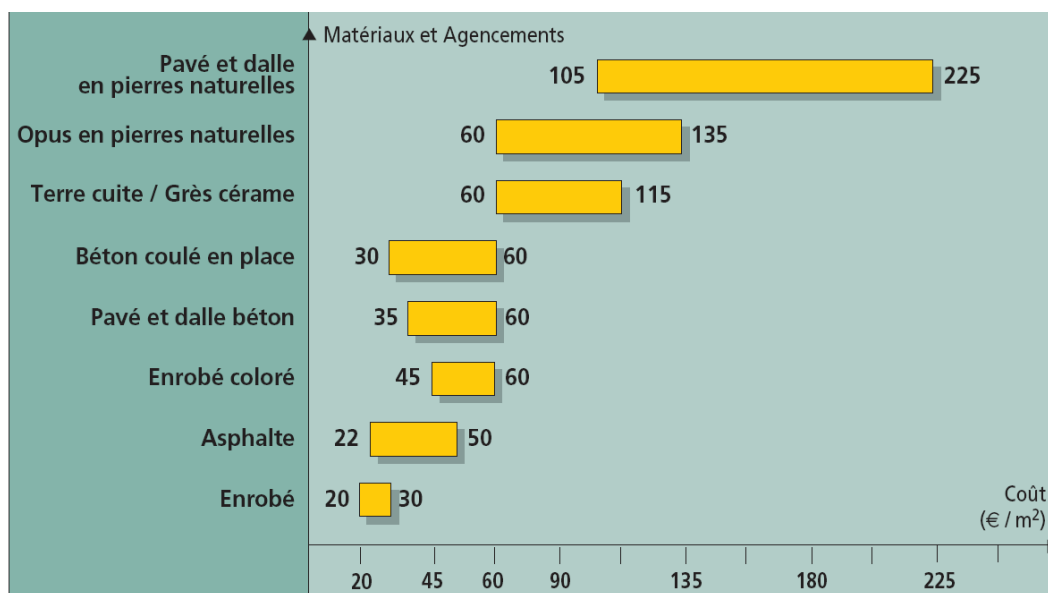
La pérennité du pavé en pierre naturelle est de 150 à 200 ans contre 40 à 75 ans pour le béton. Cela contribue à réduire fortement son impact environnemental.

**ASPECTS ECONOMIQUES**

**> Coût investissement**

Tout calcul des coûts en matière de matériaux doit être réalisé sur l'ensemble du cycle de vie et répondra aux principes de durabilité environnementale, sociale et économique.

La pierre naturelle coûte plus cher à l'achat et à la pose mais son cycle de vie plus long et la faiblesse des coûts d'entretien la rendent économiquement avantageuse.



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

En cas de démontage, la réutilisation est une solution systématiquement envisageable, réduisant ainsi les coûts de facture de nouveaux produits. Les matériaux couverts d'asphalte (démontage des sites) ne sont pas souvent réutilisés du fait des nettoyages à faire. Pourtant il convient parfaitement de le faire, car le travail est possible, peut être réalisé sur place et participe à la diminution d'une surconsommation de la matière première.

Comme les pierres naturelles de teinte claire présentent un albédo élevé et donc une capacité à réfléchir la lumière importante, les frais d'éclairage peuvent être réduits.

Les moindres coûts de réalisation et parfois d'entretien de certains dispositifs s'ajoutent généralement aux plus-values environnementales (biodiversité en milieu urbain), économiques et sociales (bien-être des usagers, qualité de vie (déchets, entretien, recyclage, ...) qui peuvent être mises en place. C'est à long terme que ces coûts seront justifiés au constat des plus-values environnementales.

**> Coût entretien**

La pierre naturelle est exceptionnellement résistante dans le temps. Elle est facile à entretenir, peu coûteuse d'entretien et prend une patine qui accroît bien souvent sa beauté. En cas d'usure, les qualités de stabilité ou de patrimoine ne sont pas altérées. Cependant, les pierres tendres (calcaires p.ex.) nécessitent un retraitement de surface (bouchardage) mais qui peut être réalisé sur place sans démontage grâce à l'épaisseur des pierres.

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

La pierre naturelle possède un rapport coûts/durée de vie supérieure au béton du fait d'une durée de vie plus longue. A court terme ce rapport est défavorable à la pierre naturelle.

(Source - réf. 19 et 20).



ASPECTS SOCIOCULTURELS

> **Scénographie urbaine :**

Les pierres locales sont indispensables à la politique d'intégration dans les paysages et sites patrimoniaux (restaurations et mises en valeur durables) et offrent des possibilités aussi attractives pour les nouvelles constructions et l'architecture contemporain. Elles contribuent à aménager des lieux dont la cohérence entre le sol et les façades est généralement appréciée par les usagers.



*Bruxelles, Grand Place - espace historique*



*Sheffield Wintergarden (UK), espace contemporain*

> **Valeur patrimoniale :**

Les revêtements en pierre naturelle constituent en soi un bien de valeur patrimoniale. Certains espaces publics sont reconnus comme sites remarquables par la qualité du dessin et de la mise en œuvre de leur revêtement de sol.

Bien que leur nombre ait fortement diminué, les tailleurs de pierre existent toujours et sont porteurs de la tradition et de la valeur de chaque pierre naturelle.

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

Le grand inconvénient de la pierre naturelle est souvent l'inconfort pour les usagers lents en cas de pavés bruts (surface inégale, joints marqués) ou la glissance importante des matériaux lisses. L'un et l'autre peuvent être traités par le choix de pierres taillées et traitées en surface (bouchardage, rainurage,...).

Les finitions raffinées et multiples des surfaces permettent une mise en œuvre esthétique, adaptée aux fonctions et sécuritaire à la fois. Esthétiques pour les pavages décoratifs de places, adaptée pour les besoins techniques des différents espaces et fonctions du lieu ou encore pour les cyclistes et sécuritaire pour les PMR et malvoyants, la finition permettant le repérage tactile.

**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
- **MAT02** : Pavés de béton
- **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.
- (4)RBC – BUXELLES ENVIRONNEMENT [2005] – **Vadémécum 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.
- (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.
- (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
- (20)PIERRE BLEUE BELGE(2007) - **Fiche de déclaration environnementale, Pavé Patrimoine**, RDC Environnement, février 2007.
- (22)MRW, **La pierre et la rue**, éd. Ministère de la Région Wallonne, Namur, 1998
- (23)CERTU, **Sols urbains : pour une approche sensible**, Ministère de l'Equipement, des Transports, de l'Aménagement du Territoire, du Tourisme et de la Mer, , Lyon, 2004
- (24)INIES 2008), - **Fiche de déclaration environnementale, Pavé de voirie en pierre naturelle**, CTMNC, août 2008,

##### 2. Sites internet :

- <http://www.bruxellesenvironnement.be>
- <http://www.pierrebleuebelge.be>
- <http://www.indianet.nl>
- <http://www.inies.fr>
- <http://www.certu.fr>
- <http://www.bre.co.uk>
- <http://www.nibe.org>

