



PRAKTISCHE HANDLEIDING VOOR HET ONTWERP VAN OPENBARE RUIMTEN
IN DUURZAME WIJKEN

- AANBEVELING MAT03 - 13/07/11

NATUURSTEEN

De milieueffecten van de gekozen materialen beperken in functie van het gebruik en de kenmerken van de omgeving

PRINCIPES

Natuursteen heeft een historische betekenis bij de inrichting van de openbare ruimte wegens zijn talrijke voordelen (lokaal product, patrimonium, weerstand in de tijd, ...). Deze aspecten hebben hun belang in de plaats van natuursteen in de duurzame ontwikkeling. Natuursteen behoort tot ons bebouwd geheugen en neemt een vooraanstaande plaats in de duurzame inrichting van heden en in de toekomst.



Evere, Gemeentehuis - bestrating in blauwe steen

Het voordeel van natuursteen als lokaal product verhoogt het vooraanstaand belang van zijn talrijke keuzemogelijkheden en uitvoeringen. De levensduur ligt hoog (100 jaar en meer) en de vriesweerstand en gebruik (slijtage) is groter dan betonstraatstenen, waar ze dikwijls mee worden vergeleken. De overrompeling van de markt met goedkopere producten, afkomstig uit andere continenten, heeft een negatief milieu-impact door transport op lange afstanden en stelt eveneens de vraag van arbeidsomstandigheden. (www.indianet.nl/pdf/naturalstone.pdf)

De essentiële kwaliteiten zijn :

- de lage impact op het milieu als natuurproduct tijdens de hele levensduur (zie infofiche MAT01, NIBE, LCA of andere indicatoren over milieu-impact – vergelijkende gegevens).
- de mogelijkheden voor de opwaardering van het stedelijk gebouwde patrimonium
- een lange levenscyclus door de talrijke mogelijkheden voor hergebruik.



WERKWIJZE

Natuurstenen zijn gekend voor hun groot weerstandvermogen tegen klimatologische effecten en fysische krachten, (bvb. van transportvoertuigen). België heeft veel steengroeven, het is dus een lokaal product bij uitstek (grès, kalksteen, leisteen,...). De blauwe steen is een zacht kalkgesteente, waardoor talrijke realisaties in de openbare ruimte mogelijk zijn. De graniet- en porfiergesteenten zijn harder en weerstaan beter de chemische en mechanische invloeden. Gres is eveneens een ruim toegepast gesteente in ons land en bij de inrichting van de openbare ruimte. Andere, zachtere gesteenten zijn beter geschikt voor toepassingen in de bouw, zoals marmersoorten.

- Technische kenmerken van courant gebruikte Waalse natuursteen, veelvuldig toegepast in de Brusselse openbare ruimten

Steensoort	Massagewicht in kg/m ³	Porositeit in % vol	Drukweerstand in N/mm ²	Slijtweerstand in mm/1000 m	Toepassing
Blauwsteen	1500-2800	0,28	157,9	2,87	Druk gebruikte plaatsen, Bouw
Marmer	2600-2800	< 10	140	3,20	Druk gebruikte plaatsen, Bouw, meubilair
Gres	2000-2500	< 0,5	260 - 300	2,82	Druk gebruikte plaatsen,
Leisteen	2650-3000	< 3	150	4,03	Druk gebruikte plaatsen, Bouw
Basalt	2800-3000	Weinig poreus	+/- 320		Druk gebruikte plaatsen,
Porfier	2000-2800	Weinig poreus	+/- 280		Druk gebruikte plaatsen,
Graniet	2500-3000	Weinig poreus	+/- 150	0,7-1 mm / 1000 m	Druk gebruikte plaatsen,

De westerse landen hanteren een systeem van milieu- en sanitaire verklaringfiches die balansen geven in termen van levenscycli van producten. België bouwt een systeem op, gebaseerd op Life Cost Analysis (LCA), Nederland het systeem NIBE-classificatie, Frankrijk het FDES-systeem (Fiches de Déclaration environnementale et Sanitaire).





München (D.) - Legverband in natuursteenkassei



Brussel, Koninginnestraat - mozaïekkeien

INDICATOREN

De indicatoren, weergegeven in de vergelijkende infofiche MAT01 geven een handig en ruim overzicht van beschikbare gegevens bij een duurzame benadering. Een aantal aspecten heeft een impact in meerdere domeinen. De vergelijkende synthesetabel in de fiche MAT01 laat een vergelijk tussen de verschillende materialen toe.

Technische aspecten :

- « Albedo-effect »
- Invloed van het type verharding op het brandstofverbruik (wrijving wielen)
- Kenmerken van de fysische prestaties (robuustheid)
- De uitvoering
- Conditie wegvastheid
- Omvang en type verkeer

Milieuaspecten :

- Akoestische kwaliteit : niveau van het « verkeerslawaaï »
- Mogelijkheden voor hergebruik en recyclage van de materialen, recyclagegehalte in het initieel materiaal
- Waterbeheer (permeabiliteit / drainering)
- CO₂-emissies en energieverbruik
- LCA (levenscyclusanalyse) van de materialen
- Duurzaamheid van het materiaal

Economische aspecten :

- Investeringskosten
- Onderhoudskosten
- LCC (Life Cycle Cost)

Socioculturele aspecten :

- Stedelijke scenografie
- Patrimoniumwaarde
- Comfort en veiligheid van het verkeer

DOELSTELLINGEN

Naast de in voege zijnde wetten en reglementen (zoals verordeningen betreffende de kwaliteit van materialen, minimumeisen inzake goede praktijk, werven,...), dienen de volgende doelstellingen in acht genomen te worden :

- * **Minimum :**
 - Aanbrengen van een bestrating die aangepast is aan de verkeerseisen
 - Toepassing van gerecupereerde of herbruikbare materialen (terugdringen gebruik van oorsprongproducten)
 - Keuze van een bestrating die het geluid van de motorvoertuigen vermindert
- ** **Aanbevolen (keuze ten voordele van het milieu) :**
 - Toepassing van waterdoorlatende verhardingen en funderingen ten voordele van het principe van "alternatief" regenwaterbeheer (zie fiche EAU02)
- *** **Optimum (de hoogst haalbare toepassing) :**
 - Terugdringen van afval door meer hergebruikt en gerecycleerd materiaal
 - Toepassing van waterdoorlatende verhardingen en plaatsen van funderingen met waterberging ten voordele van het principe van "alternatief" regenwaterbeheer (zie fiche EAU02)

KEUZECRITERIA

TECHNISCHE ASPECTEN

>« Albedo-effect » (weerkaatsing zonne-energie) :

Naargelang de toepassingen (type natuursteen, kleur, afwerking oppervlak, ...), zal het albedo-effect variëren, natuursteen is namelijk in alle mogelijke uitvoeringen beschikbaar en afwerkingen. Als met deze aspecten rekening wordt gehouden, kunnen de meeste toepassingen goede prestaties leveren in hun albedo-effect.

Natuursteen zijn zoals beton, voordeliger als asfalt daar zij ongeveer 75 tot 80% zonne-energie absorberen.

>Invloed van de verharding op het brandstofverbruik door wrijving :

De grote diversiteit aan materialen, in het bijzonder de afwerking van het gefrijnd oppervlak, ruw, grof of « à l'ancienne » en de vormen (grote onregelmatige of afgeronde kasseien) zal de invloed op wrijving bepalen.

Grote, onregelmatige kasseien met belangrijke oneffenheden moeten vermeden worden op wegdelen met veel verkeer, om energieverbruik te voorkomen door hoge wrijving. Dit aspect heeft minder belang in verkeersluwe gebieden.

>Kenmerken van de fysische prestaties van de materialen (scheuren, putten, moeheid, hardheid en ruwheid, slijtage, enz. ...) :

Duurzame projecten zullen technisch van goede kwaliteit zijn als de volgende elementen kwaliteitsvol zijn : concept, uitvoering, materiaalkeuze, in functie van de specifieke inrichtingseisen, zodat de levensduur zo goed mogelijk verlengd wordt. Elke oorzaak van schade moet dus absoluut geweerd worden. Dit zal rechtstreeks invloed hebben op de duurzaamheid en de kosten op lange termijn en zal besparing toelaten op materialen en energie.

Verhardingen in natuursteen zijn nogal gevoelig voor verkeer als de funderingen waterdoorlatend of drainerend zijn. De kasseien hebben echter een goede duurzaamheid en stabiliteit tegen uitzonderlijke klimaatomstandigheden.



> Uitvoering :

De geraffineerde en veelzijdige toepassingen voor de verhardingen laten een esthetische afwerking toe, aangepast aan de functies en veiligheidseisen tegelijk. Esthetisch, voor de talrijke decoratieve bestratingen van pleinen, aangepast aan de technische noden van de diverse ruimten (heldere kleuren, sterkte in functie van zwaar verkeer, duurzame keuze en afwerking in functie van materiaalsoort en uitvoer,...). Veilig, voor de PBM en slechtziende gebruikers door de afwerking die een goede tactiele oriëntatie toelaat (tactiele waarde van de oppervlakte) en tegelijk niet glijdt, voor een goede grip.

Kasseien vragen langere uitvoertijden en specialisten die de uitvoertechnieken goed beheersen, anders kunnen duurzame realisaties niet verzekerd worden. De natuursteen heeft het voordeel om in delen opgebroken te worden en ook weer hersteld, zonder sporen na te laten.

>Conditie: wegvastheid

De grip op natuursteen is middelmatig (watergladheid) ; het risico voor aquaplaning is groter bij effen afwerking van het oppervlak. Daarom worden deze best bewerkt met een oppervlakbehandeling zoals het boucharderen, frijnen, hameren, ...).

> Omvang en soorten verkeer :

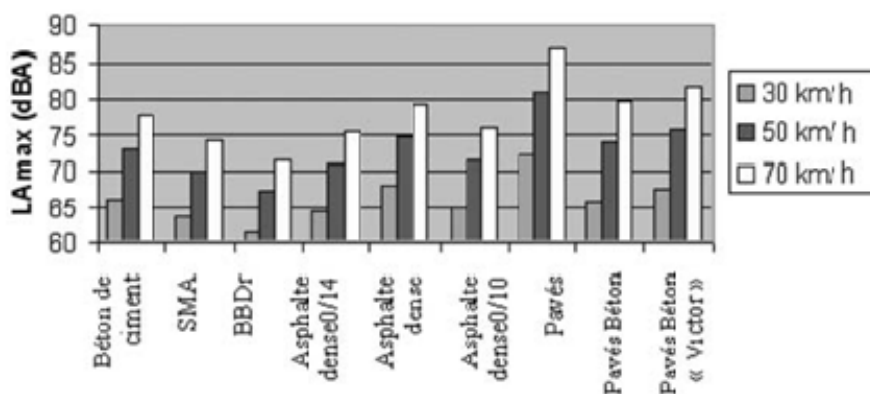
Het statuut van de weg (lokaal, interwijkenweg, ...) en de inherente verkeerslast, bepalen de keuze van de verhardingen en funderingen. In het algemeen is natuursteen beter voor pleinen en lokale wegen, waar minder verkeer of zwaar verkeer komt. Op voorwaarde uiteraard dat aan andere criteria voldaan wordt, zoals maatregelen tegen gladheid, of voor het comfort en de veiligheid van het langzaam verkeer.

Natuursteen voldoet voor zwaar verkeer als de funderingen zwaarder zijn en sterker (druk- en rijweerstand). Meer geluidsoverlast zal in dit geval het gevolg zijn. Hun gebruik wordt best beperkt tot de wegdelen waar geluid niet schaadt.

MILIEUASPECTEN

> Akoestische kwaliteit :

Er zijn talrijke factoren die het verkeerslawaai beïnvloeden, gaande van de hoeveelheid verkeer,... tot de gebruikte materialen. Het geluid van het contact banden-wegdek is omvangrijk in het geval van kasseien, voor alle snelheden. Bij 30km/h is de geluidssterkte al hoger dan 70 dB(A) wat meer is dan betonstraatstenen bij 90km/h. Het type afwerking van de oppervlakte van kasseien (gezaagd, gekloven,...) kan een invloed hebben op de geluidssterkte. Bron : Vademecum van het stedelijk verkeerslawaai, Leefmilieu Brussel-BIM- ref. (4).



Geluidsniveaus op 7,5m bij verschillende verhardingen.

Bron : Vademecum van het stedelijk verkeerslawaai, volume 1, deel 7, Leefmilieu Brussel-BIM

De realisatie van een natuursteenverharding met asfaltvoegen biedt het voordeel dat het geluidsimpact vermindert ten opzichte van open voegen of voegen met mortel.



> Mogelijkheden voor hergebruik en recyclage van materialen

Het hergebruik van bestaande materialen op een locatie moet ter plaatse nagestreefd worden. Zo kunnen materialen, indien zij ter plaatse beschikbaar zijn (opbreken van oude natuursteen bvb.), meteen hergebruikt worden.

De diverse materialen die hier vergeleken worden, zijn bijna allen recycleerbaar of te hergebruiken, zowel na ontmanteling en selectie (kassei, dallen in natuursteen) als na herbehandeling van de toplaat (boucharderen bvb.).

De levensduur van natuursteen moet eveneens in rekening gebracht worden en de voorkeur gaat naar materiaal dat gemakkelijk hergebruikt kan worden, zoals de hardste steensoorten. Indien de materialen ter plaatse aanwezig zijn , in goede staat en in overeenstemming met de eisen van het project (bvb. oude natuurstenen), dan zal de voorkeur naar deze laatste gaan.

Het hergebruik van bestaande straatstenen is gemakkelijk door eenvoudig opbreken en reinigen ervan. Het selectief inzamelen van funderingen is in de meeste gevallen ook mogelijk. Onbruikbaar materiaal kan gebroken worden en hergebruikt als steenslag. Herstel van wegdelen is eveneens goed mogelijk.

> Gehalte aan gerecycleerd materiaal :

Gezien de oriëntatie op direct gebruik van het materiaal (natuurlijke delfstof) en het hergebruik / recuperatie, bedraagt het gehalte hergebruik en recyclage bij het levendeinde 90 % voor kassei (10 % verlies). Bron : CTMNC, - FDES Pavé de voirie en pierre naturelle, augustus 2008 – Ref. (24).

> Regenwaterbeheer (waterdoorlaatbaarheid / drainering)

Het gediversifieerd gebruik van natuursteen in relatie tot het beheer van bodem en watermilieus is aangewezen. De funderingen moeten aangepast worden aan het type en de afmetingen van de materialen, maar ook de bodems (stabiliteit, mechanische kenmerken, vochtigheidsgraad (plateaus, valleien), waterafloop, doorlaatbaarheid van bodems, evaporatie,...). Bijvoorbeeld geperforeerde materialen, steenslagtoepassingen, doorlaatbare voegen,

Ten opzichte van beton zijn structurelementen (grastegels, kliksystemen) minder gemakkelijk te produceren en zeker kostelijker.

De openbare ruimte is dikwijls beperkt in omvang en moet tegelijk een intensief gebruik opvangen, zeker in centrumdelen van de stad. De systemen voor het beheer van de waterafloop zoals watergreppels, reservoirs of zelfs bekkens, moeten de nodige plaats krijgen, deels onder de grond bij plaatsgebrek in smalle straten en druk gebruikte ruimten.

Natuurstenen voor drainerende oppervlakken (geperforeerd, open voegen) zijn bruikbaar op alle plaatsen met weinig of geen verkeer zoals parkeerterreinen, voetgangersgebied, plaatsen voor ontmoeting en tijdelijke manifestaties. Op plaatsen met veel verkeer hebben opvangsystemen met aangepaste funderingen de voorkeur (betere drainering) en/of met reservoirs boven- of ondergronds waardoor een selectieve vertraging van de waterafloop (berging) mogelijk is.

> CO2 -uitstoot en energieverbruik :

Natuursteen maakt een korte weg af van de steengroeve tot de plaats van aanleg (ter plaatse gezaagd en gebroken voor eindgebruik). Voor de aanmaak van het eindproduct wordt meestal weinig energie verbruikt.

Ook zijn geen hulpproducten of toeslagstoffen nodig bij de aanmaak, enkel water (recupereerbaar) voor het splitsen en zagen. 100% van de grondstof wordt gebruikt, de resten en de slechte stenen worden als steenslag gebruikt, als ophogingsmateriaal,

Gebruik van natuursteen, die op korte afstand tussen de steengroeve en aanlegplaats ligt, vergt weinig transport en beperkt dus de CO2-uitstoot in de lucht.

Hier hebben materialen van bvb. Aziatische oorsprong een negatieve balans t.o.v. de lokale natuursteenproducten.

Het gebruik van materialen voor hergebruik, uit de gemeentelijke opslagplaats is dan weer heel voordelig (recyclage, lokale stenen, patrimonium, ...).



> LCA (levenscyclusanalyse) :

LCA -fiches van de diverse verhardingsmaterialen moeten prioritair geraadpleegd worden, indien beschikbaar, zodat de milieu-impact van de materialen nauwgezet kan bepaald worden. De levenscyclus van natuursteenkeien worden altijd benadeeld door de vriesweerstand en deze voor zwaar verkeer. De hardste materialen verdragen beter zwaar en dens verkeer. Poreuze materialen eisen een goede waterafloop.

De milieuverklaringfiche van de «Pavé Patrimoine in Belgische blauwsteen» bevat twee typen (verschillende afmetingen). Deze fiche kan gedownload worden op de website : <http://www.pierrebleuebelge.be/> - Bron : ref (20). Het bestudeerde product is een verharding van 1000 m² blauwsteenkeien voor een toepassing van het type wegenis en voetpad (volgens de norm ISO 14040).

NIBE-classificatie :

In tegenstelling tot diverse LCA-fiches, geeft de NIBE-classificatie een vergelijking van verschillende materialen op basis van identieke criteria. Het is deze classificatie die als basis dient voor de verhardingsmaterialen in de synthesesetabel van de infofiche MAT01.

> Duurzaamheid van het materiaal :

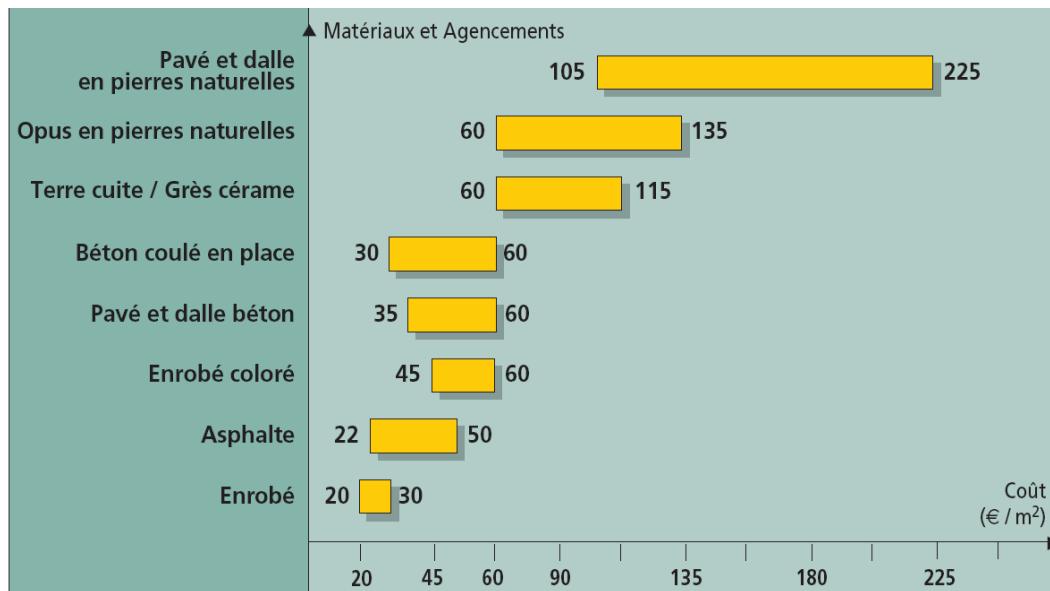
De duurzaamheid van de natuursteenkei (van 150 - 200 jaar, tegen 30 - 75 jaar voor beton), doet de milieueffecten fors dalen.

ECONOMISCHE ASPECTEN

> Investeringskosten :

Elke berekening van de materiaalkosten moet over de gehele levenscyclus gebeuren en moet beantwoorden aan de principes van milieu-, sociale en economische duurzaamheid.

Natuursteen is duurder bij de aankoop en het plaatsen, maar de langere levensduur en de lagere onderhoudskosten maken natuursteen economisch voordelig.



Grootteorde van de kosten, in Frankrijk, per m² verharding. (Bron - Ref:(9))

Bij het opbreken, wordt hergebruik systematisch toegepast, wat de kosten voor nieuwe producten drukt. Materialen met asfaltbedekking (opbraak van sites) worden weinig hergebruikt door de reinigingsnoodzaak. Het is althans best aangewezen, want mogelijk, zelfs ter plaatse, hierdoor wordt overconsumptie van natuurlijke delfstoffen tegengegaan.

Daar natuursteen met heldere kleuren een hoog "albedo-effect" heeft en dus een goede factor lichtweerkaatsing, kunnen kosten voor openbare verlichting gedrukt worden.



De lagere aanlegkosten en soms voor onderhoudskosten bij sommige systemen komen bovenop de meerwaarde voor het milieu (biodiversiteit en stedelijk milieu), de economische en sociale waarden (welzijn van de gebruiker, levenskwaliteit (afval, onderhoud, recyclage, ...) die kunnen voorzien worden. Op lange termijn zijn deze kosten verantwoord door de meerwaarden voor het milieu.

> Onderhoudskosten :

Natuursteen is uitzonderlijk resistent in de tijd. Onderhoud is gemakkelijk en goedkoop, de steen krijgt een slijtlaag die esthetisch wordt met de tijd. Bij slijtage worden de stabiliteit en patrimoniale kwaliteiten niet geschaad. Wel is bij zachtere kalkstenen bijvoorbeeld, een oppervlaktebehandeling nodig (boucharderen) die echter ter plaatse mogelijk is zonder opbreken, dankzij de dikte van de stenen.

> LCC (life cycle cost) :

Natuursteen heeft een betere verhouding kosten/levensduur als betonstraatstenen. Op korte termijn is dit ten nadele van natuursteen.
(Bron - ref. 19 et 20).

SOCIOCULTURELE ASPECTEN

> Stedelijke scenografie :

Lokale bouwstenen zijn onmisbaar voor een integratie in onze landschappen en patrimoniale sites (restauraties en duurzame opwaarderingen), zij bieden zeer attractieve mogelijkheden voor nieuwe bouwwerken en hedendaagse architectuur. Zij leveren een belangrijke bijdrage voor de inrichtingen die plaatsen opnieuw coherentie geven tussen bodem en gevel, wat door de gebruikers algemeen geapprecieerd wordt.



Brussel, Grote Markt - historische ruimte



Sheffield Wintergarden (UK), hedendaagse ruimte

> Patrimoniumwaarde :

Verhardingen in natuursteen hebben een intrinsieke patrimoniale waarde. Sommige openbare ruimten zijn erkend als merkwaardige site door de kwaliteit van de gebruikte verhardingen, de compositie en de uitvoer ervan.

Hun aantal is sterk afgenomen, maar steenkappers bestaan nog altijd en zijn dragers van een traditie en de waarde van elke natuursteen.

> Comfort en veiligheid voor verkeer :

Het gebruikscomfort en de veiligheid die geboden worden door het regelmatige en effen oppervlak van betonstraatstenen, accentueren de onderlinge overzichtelijkheid en perceptie van de gebruiker in de openbare ruimten, in het bijzonder de personen met beperkte mobiliteit en de fietsers.

Het grote nadeel van natuursteen is dikwijls het lage comfort voor het langzaam verkeer bij ruwe stenen (oneffen oppervlak, grove voegen) of het slipgevaar bij gladde toplagen. Elk aspect kan verbeterd worden door gebruik van gekapte stenen en ruwe oppervlaktebehandeling (boucharderen, frijnen,...).

De geraffineerde en veelvuldige afwerkingsmogelijkheden van de toplaag laten esthetische realisaties toe, aangepast aan de functies en veilig tegelijk. Esthetisch door decoratieve uitvoeringen van pleinen, aangepast aan de technische noden van de verschillende ruimten en functies van de plaats of ook voor fietsers en veilig voor de PBM en slechtienden, de afwerkingen maken een tactiele oriëntatie mogelijk.

AANVULLENDE INFORMATIE

TE RAADSPLEGEN FICHES

- TER01 : Toepassing van een proces voor duurzame projecten
- ENE01 : Beperking van de milieueffecten van openbare verlichting
- EAU00 : Problematiek en belangen rond regenwaterbeheer
- MAT01 : Keuze van verhardingen in functie van hun milieueffecten
- MAT02 : Betonstraatstenen
- MAT03 : Natuursteen
- MAT06 : Promotie voor het hergebruik en het recycleren van materialen

BIBLIOGRAFIE EN REFERENTIES

1. Algemeen naslagwerk :

- (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), december 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**, Ministerie van het Waals Gewest, Namur, 1998
- (23)CERTU, **Sols urbains : pour une approche sensible**, Ministère de l'Équipement, 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, augustus 2008,

2. Websites :

- <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>

