



PRAKTISCHE HANDLEIDING VOOR HET ONTWERP VAN OPENBARE RUIMTEN
IN DUURZAME WIJEN

- AANBEVELING MAT04 - 13/07/11

STORTBETON

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



Ganshoren : mechanisch aanbrengen van een gekleurd stortbeton

PRINCIPES

Het gebruik van stortbeton dateert van het historisch begin van de ontwikkeling van wegen, maar zijn industrieel gebruik in de huidige vorm is in ons land van het begin van de 20ste eeuw. De technische voordelen en de mechanische kenmerken van dit type verharding zijn talrijk en moeten niet meer aangetoond worden (stevigheid, weerstand aan moeheid, aan slijtage en spoorvorming, wegvastheid, enz. ...). De vraag die zich dus stelt : hoe tewerk gaan om de milieueffecten van dit materiaal te verminderen ? Deze fiche heeft als doel, zonder in te gaan op de bestaande varianten, om de algemene principes nader toe te lichten die ontwerpers en bouwheren kunnen helpen in hun keuze van dit type verharding in een benadering met meer respect voor het milieu.

WERKWIJZE

De voorgestelde werkwijze vraagt van de personen, betrokken bij de ontwerpen van inrichtingen, om voorafgaand diepgaande studies te verrichten om de kenmerken waaraan de verharding moet beantwoorden goed te omschrijven, in functie van zijn gebruik en de beoogde milieudoelstellingen. Voor een welomschreven type verharding, kan inderdaad op talrijke parameters ingegrepen worden om een optimaal antwoord te vinden. De bedrijfstaking biedt onder andere goede mogelijkheden voor recyclage.



Om deze doelstellingen te bereiken, is het bij elke fase, bij de uitvoerstudie en het onderhoud aangewezen, bijzondere aandacht te besteden bij de keuze van materialen, van de uitvoertechniek en het herstel.



Ganshoren : basis in asfalt + grijze onderlaag in beton



Ganshoren : toepassing van een oppervlakte vertrager

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 synthesesetabel 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 stortbeton samengesteld uit cement van hoogwaardige installaties op het niveau van energierendement en gebruik van lokale materialen die transport terugdringen
- Toepassing van materialen met minimum 20 % gerecycleerd materiaal
- Keuze van een bestrating die het geluid van de motorvoertuigen vermindert

**

Aanbevolen (keuze ten voordele van het milieu) :

- Aanbrengen van een stortbeton samengesteld uit cement van hoogwaardige installaties op het niveau van energierendement en gebruik van lokale materialen die transport terugdringen
- Toepassing van materialen met minimum 45 % gerecycleerd materiaal
- Keuze van een bestrating die het geluid van de motorvoertuigen vermindert

Optimum :

- Aanbrengen van een stortbeton samengesteld uit cement van hoogwaardige installaties op het niveau van energierendement en gebruik van lokale materialen die transport terugdringen
- Toepassing van materialen met minimum 45 % gerecycleerd materiaal
- Toepassing van waterdoorlatende verhardingen en plaatsen van drainerende funderingen ten voordele van het principe van "alternatief" regenwaterbeheer (zie fiche EAU02)
- Keuze van een bestrating die het geluid van de motorvoertuigen vermindert

KEUZECRITERIA

TECHNISCHE ASPECTEN

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

Beton weerkaatst van nature tussen 20 en 25% van de opgevangen energie, wat de effecten van de plaatselijke stadstemperatuur beperkt, vergeleken met donkere verhardingen zoals asfalt. Bovendien verzekert dit een goede nachtelijke zichtbaarheid en vereist het, voor een gelijk niveau verlichting, minder noodzakelijke energie en middelen als bij donkere materialen.

>Invloed van de verharding op het brandstofverbruik door wrijving :

De rijlagen die de minste verliezen hebben door wrijving, delen in het mindere energieverbruik van de rijdende voertuigen op de wegen.

Talrijke studies, gebaseerd op testen op ware grootte, duiden op het lager brandstofverbruik van voertuigen op betonwegen, vergeleken met bitumineuze wegverhardingen (verschil van ongeveer 2,5%). Inderdaad, asfalt absorbeert meer energie door rijdende voertuigen, rekening houdend met de vervorming van het wegcomplex, dat soepeler is dan stortbeton.

Deze verschillen, op het eerste zicht miniem, hebben echter een significant impact op de uitgestoten broeikasgassen, op de hele levenscyclus van een weg.

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

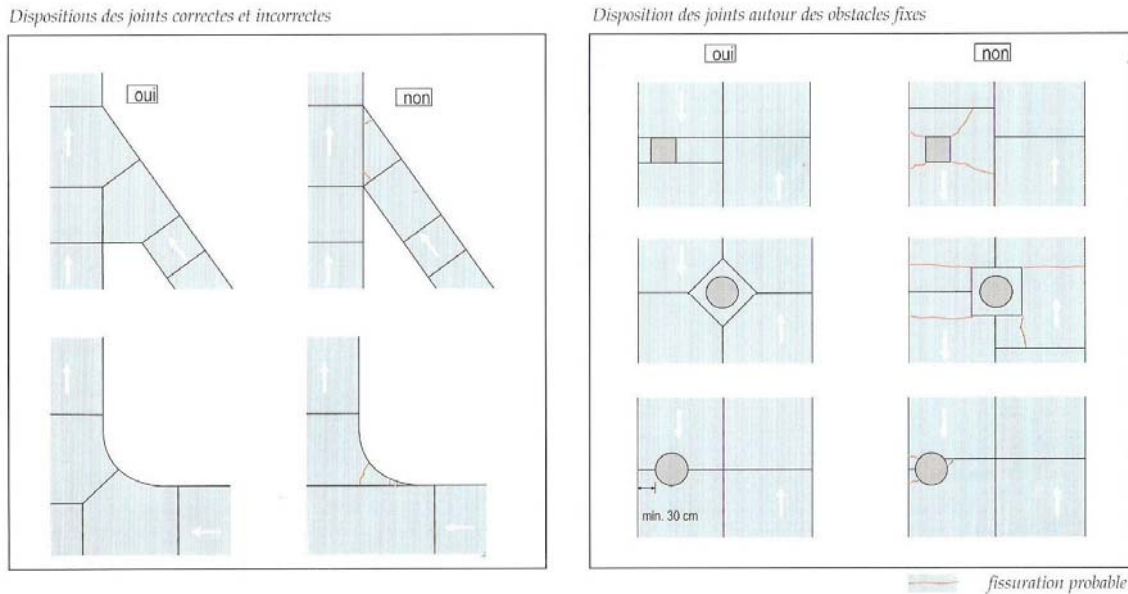
Algemeen heeft stortbeton op lange termijn een goede weerstand tegen vervormingen die te wijten zijn aan de hoge lasten en intensiteiten van het verkeer. Problemen betreffende de dilatatievoegen, zijn de zwakke punten van stortbeton. Deze zijn echter weinig gevoelig voor klimaatinvloeden: verouderen door UV, vervorming door warmte, ontbinding of oppervlakteschade door stagnerend water. Voor deze verschillende aspecten, is het aangewezen om de code van goede praktijk van het OCW te raadplegen (code van goede praktijk bij de keuze van verhardingen bij het concept of onderhoud van wegen).



> Uitvoering :

De technieken voor uitvoer van stortbetonwegen zijn complex en vragen veel zorgen van de arbeiders. De uitvoer neemt tijd in beslag en vraagt een lange wachttijd vóór de heropening van de weg. De luchtvervuiling door dampen, geuren en stof, is minder nadelig dan bij asfaltverhardingen. Ook zijn de mogelijkheden voor herstellingswerken nogal complex, de toegang tot ondergrondse nutsvoorzieningen is delicaat. Een bijzondere aandacht wordt vereist bij de realisatie van de voegen, dé basisconditie voor degelijkheid en een goede duurzaamheid van de verhardingen.

Voegen in resp. wegen en bij obstakels in de weg
(telkens links goed, rechts slecht)



Ref. : Jasienski – Dossier cement, 20/september 1992, Febelcem- België.

>Conditie wegvastheid

De weggebruikers zijn heel gevoelig voor de textuur van de materialen waarop moet gereden worden. Hun voornaamste bekommernis, is het voorkomen van slippen, onafhankelijk van de weersomstandigheden en het gekozen vervoermiddel.

Stortbeton heeft een voldoende ruwe structuur en is daardoor een wegvast materiaal, wat alle gebruikers appreciëren. Bovendien kunnen de effecten van aquaplaning goed teruggedrongen worden door toepassing van drainerende verhardingen.

> Omvang en soorten verkeer :

Het statuut van de weg (lokaal, interwijkenweg, ...) en de inherente verkeerslast, bepalen de keuze van de verhardingen en funderingen. Veel studies zijn gewijd aan de weerstand van de materialen voor een doorsnee verkeer. Als voorbeeld kan het schema hierna gelden voor de 'Keuze van een verharding voor een traject in helling en/of traag verkeer – zwaar verkeer':

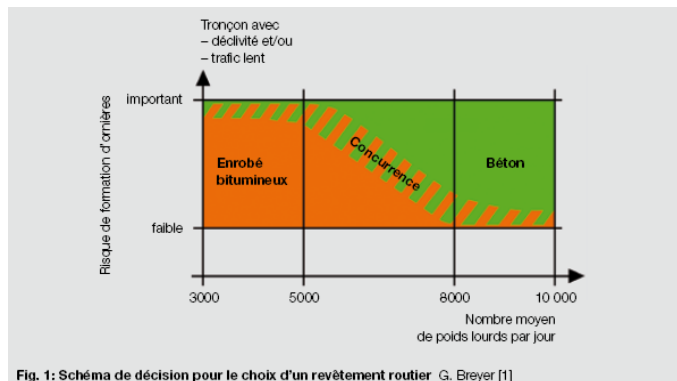


Fig. 1: Schéma de décision pour le choix d'un revêtement routier G. Breyer [1]

Ref. G. Breyer – Magazine Update, 3/2006, Industries du ciment - Zwitserland).

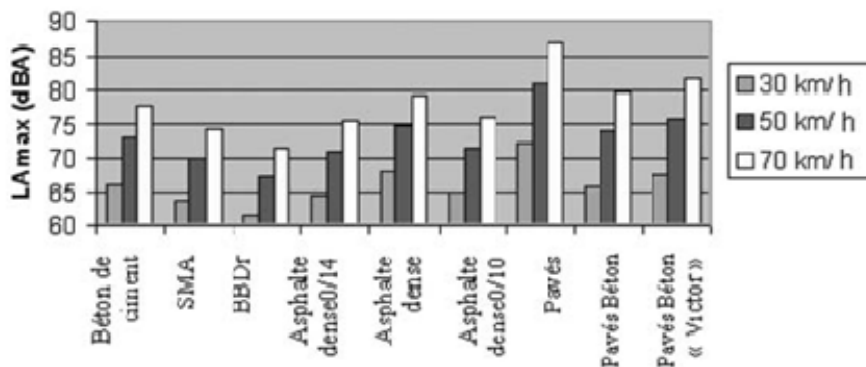
MILIEUASPECTEN

> Akoestische kwaliteit :

Er zijn talrijke factoren die het verkeerslawaai beïnvloeden, gaande van de hoeveelheid verkeer,... tot de gebruikte materialen. Op het geluid van het contact banden-wegdek kan gemakkelijk ingegrepen worden met toplagen die aangepast zijn aan de noden.

De afmeting van het granulaat en de porositeit van het wegdek, zijn de belangrijkste factoren die invloed hebben op het terugdringen van de rolgeluiden.

Het water op de wegen verhoogt het geluidsniveau in functie van de hoeveelheid aanwezig water op de weg en de verkeerssnelheden, drainerende verhardingen of deze met een macrottextuur die het fenomeen voldoende kan terugdringen. (Voor meer gegevens, raadpleeg het Vademecum van het stedelijk verkeerslawaai , Leefmilieu Brussel-BIM)



Geluidsniveaus op 7,5m bij verschillende verhardingen.

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

> Mogelijkheden voor recyclage van materialen

De recyclage van funderingslagen in inrichtingen laten belangrijke besparingen toe van niet-vernieuwbare, natuurlijke agregaten en reduceren sterk de afval die gestapeld moet worden op de stortplaats.

Dit vergt echter bijkomende, complexe en diepgaande studies over de mechanische kenmerken van materialen en over de samenstelling ervan. Ook moet controle gebeuren op het gerecycleerde materiaal, m.n. de milieu-impact en de gezondheid van de bevolking.

Verschiede materialen kunnen gerecycleerd worden voor een hergebruik in nieuwe verhardingen :

- Overschot van uitgravingen bij wegenwerken
- Materialen uit andere productiebranches (industrie, sloop van beton uit bouw).
- Materialen van oude verhardingen (beton)

Opgelet, de in voege verordeningen te Brussel laten niet altijd recyclage toe van stortbeton. Zie onderstaande tabel.

| | Agregaten in homogene asfalt | | | Agregaten in niet-homogene asfalt | |
|--------------------------------|------------------------------|----------|----------------|-----------------------------------|------------|
| | Walloni e | Brussel | Vlaander en | Wallonie en Brussel | Vlaanderen |
| Bindlagen in bitumineuze beton | Max. 50% | | | Max. 50% | |
| Rijlagen in bitumineuze beton | Max. 25% | Verboden | Max. 50% | Verboden | Max. 20% |
| SMA + DA | Verboden | | | Verboden | |

Toegelaten verhoudingen van bindmiddelen (toeslagstoffen), afkomstig van gerecycleerde toeslagstoffen uit gerecycleerd asfalt door warme toevoeging, SMA : split mastic asphalt ; DA : drainerend asfalt (Bron:2).



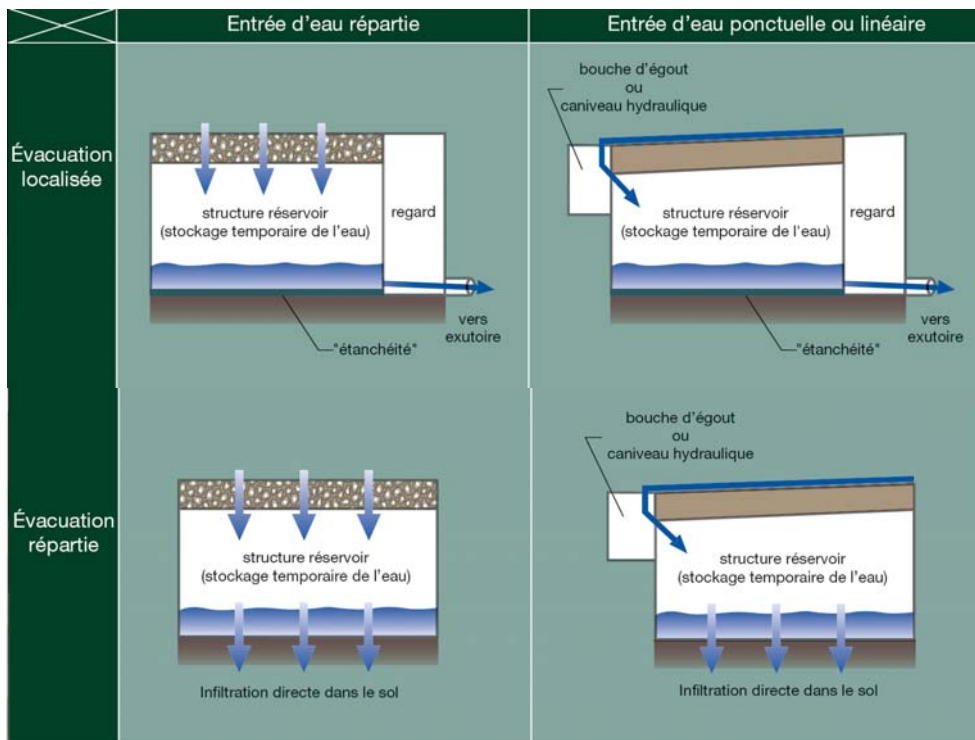
> Regenwaterbeheer (waterdoorlaatbaarheid / drainering)

Een weg met reservoirstructuur is een weg waarin minstens één laag poreus is of drainerend en waarin het gehalte aan communicerende holten (nuttige porositeit) meer dan 15 % bedraagt, de dikte van deze laag bedraagt meer dan 10 cm.

Men kan de wegen met reservoirstructuur klasseren in functie van :

- de wijze van indringend water in de structuur, deze kan verdeeld worden over een drainerende verharding of punctueel en/of lijnvormig met greppels of infiltratieputten.
- de wijze van leegloop van de structuur, deze kan gebeuren door vertraagd infiltreren in de ondergrond of door afvoer in de collector via een regulatiesysteem.

Hierna enkele concepten van wegen met reservoirstructuur.



Voorbeeldconcepten van wegen met reservoirstructuur (Bron:12)

Een realisatie met een reservoirstructuur kan antwoord bieden op de diverse noden in het stedelijk of voorstedelijk milieu. De infiltratie geniet de voorkeur wegens de hydraulische en zuiverende efficiëntie, maar de verhardingen en wegen met reservoirstructuren verzekeren ook andere functies (zie fiche EAU02) :

- Een hydraulische functie : Het is een regulerende functie die de hemelwaterstromen snel absorbeert bij zware regen, deze tijdelijk stockeert en terug traag laat aflopen (om te kunnen absorberen) of naar de bodem, of een collector. Direct in de bodem ter plaatse wanneer de kenmerken van doorlaatbaarheid en stabiliteit het toelaten, via collector als die aanwezig is en/of via de bodem.
- Een ecologische functie : De integratie van de criteria in relatie tot het milieu, kan de keuze van de ontwerper oriënteren, naar het opnieuw voeden van het grondwater via bodeminfiltratie, om een deel van de vervuiling vooraf op te vangen op welomlijnde plaatsen, waardoor ook zuivering mogelijk wordt of om het water traag af te leiden naar het waterloppennetwerk, na voorafgaande sedimentatie.

> CO₂-uitstoot en energieverbruik :

Beton is een samengesteld product. De aanmaak van cement neemt een groot deel van de grijze energie voor zijn rekening.

De cementproductie, stoot per ton ongeveer 750 kg CO₂ uit, en 500 kg voor de Belgische wegenbouw als het cement van hoogovens komt. Momenteel levert de sector belangrijke inspanningen om de milieueffecten tijdens de productiefase terug te dringen.

De vervuiling door transport van materialen kan verminderen door lokale productie aan te spreken.

Beton is samengesteld uit elementen die lokaal beschikbaar zijn (zand, granulaten, cement, water) en in tegenstelling tot bitumineuze materialen zijn de verschillende soorten granulaten en zand gemakkelijker toepasbaar in stortbeton. Hij is overal beschikbaar : betoncentrales overal in het land en dus dicht bij de bouwplaatsen, de transportafstanden zijn dus kort.

> LCA (levenscyclusanalyse) :

De LCA-fiches geven precieze informatie over de milieueffecten van de materialen volgens talrijke parameters. Men moet echter attent zijn voor wat in rekening gebracht wordt (verpakking, hulpmaterialen voor uitvoer van werken, transport, enz. ...) en de mogelijkheden van vergelijk.

- Een balans werd opgemaakt door levenscyclusanalyse door « Infociments ». Deze kan gedownload worden op de website : <http://www.infociments.fr/publications/route/collection-technique-cimbeton/ct-t89>.
- 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.

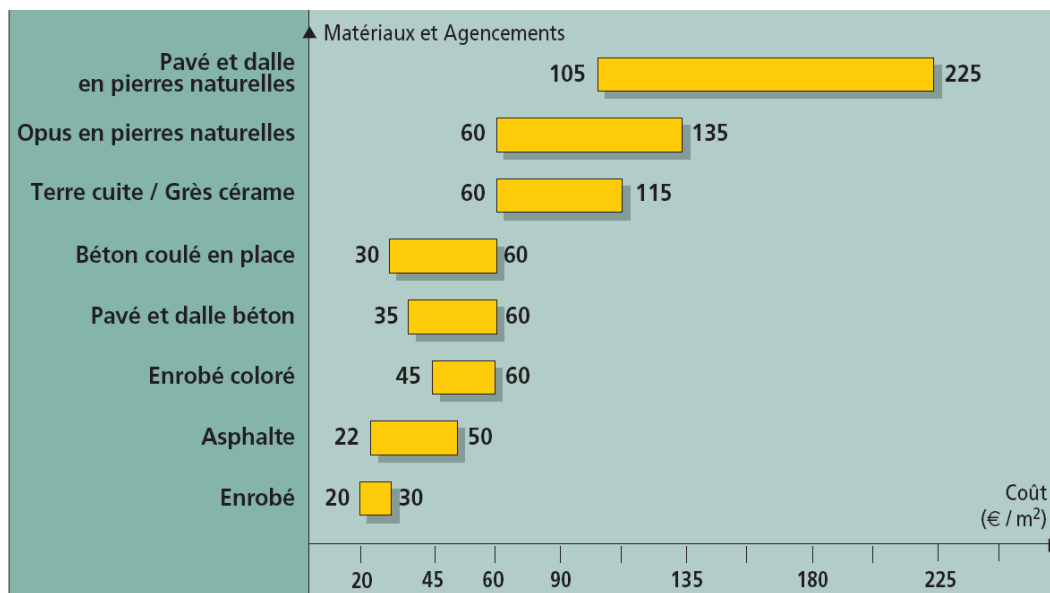
> Duurzaamheid van het materiaal :

In alle gevallen van verkeer (traag, snel of zwaar) heeft stortbeton een goede levensduur (meer dan 30 jaar). In het algemeen is het verdwijnen van de ruwheid ten nadele van de verkeersveiligheid, waardoor onderhoud van het wegoppervlak frequent vereist is, om schade aan de rijlagen te voorkomen.

ECONOMISCHE ASPECTEN

> Investeringskosten :

In het algemeen, liggen de bouwkosten voor een weg in stortbeton hoger dan deze voor bitumineuze verhardingen, o.a. in functie van de wegencategorie, de kwaliteit van de ondergrond en de parameters in verband met de lokale technisch-economische context, maar de kosten liggen lager dan verhardingen in natuursteen.



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

> Onderhoudskosten :

Verhardingen in stortbeton vragen, indien zij goed gerealiseerd zijn, weinig onderhoud. Ze zijn robuust, hard en stabiel in de tijd. Het onderhoud beperkt zich tot :

- Behoud van aansluitende voegen (uitkuisen en heropvullen,).
- Herstellen van de ruwheid aan de oppervlakte door stralen, boucharderen of frijnen.
- Opkuisen van vuilsporen ; problematiek van materialen inheldere kleuren.



> LCC (life cycle cost) :

De levenscycluskost voor stortbeton is in het algemeen en in verhouding tot andere materialen, behoorlijk gunstig. De investeringskosten liggen hoog, maar het onderhoud is gemakkelijker dan voor bitumineuze materialen. Indien zij correct uitgevoerd zijn, zal de levensduur lang zijn en ook zijn ze recycleerbaar; ze kunnen gebroken worden tot toeslagstoffen die op hun beurt voor de constructie van nieuwe wegen kunnen gebruikt worden.

SOCIOCULTURELE ASPECTEN

> Stedelijke scenografie :

De esthetische troeven van stortbeton zijn essentieel de mogelijkheden in de variatie van vormen, kleuren en texturen.

Voor wat betreft de vormen, is de moduleerbaarheid voordelig, waardoor alle mogelijke vormen mogelijk zijn. Aldus kan de stortbeton in de drie dimensies gerealiseerd worden (terugsprongen, inkepingen, inkepingen, reliëf, afrondingen, enz. ...).

Betreffende de kleuren in grijs of wit cement, gemengd met de fijnste elementen geeft zand aan de naakte beton de basistint die kan variëren door toevoeging van kleurstoffen. In het geval van gedeactiveerde beton, is het de granulaatkleur die het beton kleurt, een ruim palet kleuren is beschikbaar.

Voor de textuur zijn effen vlakken tot ruwe mogelijk (gewassen, gedeactiveerd, korrelig, gebouchardeerd, indruk, enz. ...). De aard van de bewerking bepaalt ook het reliëf aan het oppervlak waardoor het beton meer of minder geaccentueerd is. Esthetisch is het oppervlak rechtstreeks afhankelijk zijn van de minerale textuurkwaliteit van het beton.



*Artenay (Fr.) –materialen en kleurspel
Gewassen beton met ronde granulaten en
natuursteen kasseien*



*San Just Desvern (Esp) : gladbeton en Corten staal
in woonverkeveling*

> Patrimoniumwaarde :

Het combineren, in samenspel met de uitvoermogelijkheden voor grote oppervlakken en complexe vormen, laat toe om aan alle eisen voor integratie en waardering van merkwaardige, patrimoniale sites te beantwoorden.

> Comfort en veiligheid voor verkeer :

Stortbeton heeft zeer verschillende kenmerken aan textuur en ruwheid, voor wat betreft de keuze aan oppervlaktebehandelingen en granulaten. Toch is het algemeen een gebruiksvriendelijke verharding, aangepast voor alle langzame verkeerssoorten, zowel voetganger, fietser en PBM.

Deze heeft inderdaad goede kwaliteiten in effenheid en wegvastheid. Dit verhoogt het comfort in de verplaatsingen en benadrukt het veiligheidsgevoel.

Een goede nachtelijke zichtbaarheid en lagere verlichtingskosten door de heldere kleuren verhogen het comfort en de veiligheid.

AANVULLENDE INFORMATIE

TE RAADSPLEGEN FICHES

- EAU02 : Promotie voor alternatieve systemen voor regenwaterbeheer
- MAT01 : Keuze van verhardingen in functie van hun milieueffecten

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.
- (2)OCW[2009] – **De weg en duurzame ontwikkeling, keuze en concepten voor duurzame, bitumineuze verhardingen**, Opleidingscyclus van het OCW (Opzoekingscentrum voor de wegenbouw), 5 maart 2009.
- (3)OCW[2009] – **Betonwegen met respect voor het milieu**, Opleidingscyclus van het OCW (Opzoekingscentrum voor de wegenbouw), 19 februari 2009.
- (4)BHG-BRUSSEL LEEFMILIEU [2005] – **Vademecum van het stedelijk verkeerslawaaï, de wegverhardingen**, Volume 1- Fiche 7, BIM (Brussels Instituut voor Milieubeheer), 2005.
- (6)ECRPD[2007] – **Existing and new road pavement materials**, Deliverable D1 ECRPD (Energy Conservation in Road Pavement Design, Maintenance and utilisation), november 2007.
- (7)PIARC[2007] – **Vers des routes à bilan carbone neutre**, Article p°64-71, Routes-Roads n°341 PIARC, 2007.
- (8)CERIB[2007] – **Fiche de déclaration environnementale et sanitaire, Pavé de voirie en béton**, CERIB (Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie du Béton), januari 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. Websites :

- <http://www.leefmilieubrussel.be/>
- <http://www.brcc.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>

