be sustainable.brussels

Memento WAT

Waterkringloop

OKTOBER 2019

Be Sustainable is een initiatief van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, onder impuls van de de ministers van Ruimtelijke Ordening, Stedenbouw en Milieu. Het wordt ondersteund door vijf gewestelijke instellingen die actief zijn op het gebied van ruimtelijke ordening en stadsvernieuwing in Brussel.

Het platform besustainable.brussels wordt beheerd en gehost door de dienst Facilitator Duurzame Wijken van Leefmilieu Brussel

info@besustainable.brussels

www.besustainable.brussels

urban.brussels

bruxelles environnement .brussels

bma.brussels

sau-msi .brussels

perspective .brussels

Inhoud

07 WATERKRINGLOOP

UITDAGINGEN EN AMBITIES 4

DIAGNOSE: DE MOGELIJKHEDEN KENNEN 6
WAT 01 - Is de kennis van de natuurlijke omgeving wederzijds voordelig? 6

ONTWERP: DE VOORKEUR GEVEN AAN EEN LANDSCHAPSBENADERING 11
WAT 02 – Wordt de waterstrategie in een landschapsstrategie vertaald? 11
WAT 03 - Optimaliseert het wijkproject de waterkringloop? 18
WAT 03.01 - Wordt het regenwater duurzaam manier beheerd? 18
WAT 03.02 - Wordt het consumptiewater duurzaam manier beheerd? 26
WAT 04 - Valoriseert de wijkinrichting de aanwezigheid van het water bij de gebruikers? 28

BOUWPLAATS – HET WATER IN GEDACHTEN HOUDEN 32
WAT 05 - Is de bouwplaats duurzaam op het vlak van de waterkringloop? 32

BEHEER 35
WAT 06 - Is het waterbeheer gestructureerd? 35

REFERENTIES 37

Waterkringloop

De wijk geniet van een waterbeheerstrategie die water integreert als grondstof en als risico.

WAT

UITDAGINGEN EN AMBITIES

Het beheer van water in een stadsproject heeft twee cruciale dimensies:

- **Het is een hulpbron: het ondersteunt alles wat te maken heeft met het milieu, de natuur, het welzijn, het erfgoed, en maakt verplaatsingen mogelijk op of langs een waterloop ... Het is een hulpbron die in stand moet worden gehouden en gewaardeerd, zowel voor het gebruik van de bewoners, voor hun levenskwaliteit als voor de ondersteuning van de kwaliteit van de lokale ecosystemen.**

- **Het vormt een risico: vanwege zijn potentieel onbeheersbare hoeveelheden, zijn soms aangetaste kwaliteit ...**

Een strategie voor het waterbeheer moet dus zowel rekening houden met de hulpbron als met het risico. De hydrologie (de mechanismen van de waterkringloop) en de hydraulica (het gedrag van water in leidingen, in een kanaal of een rivier) hebben onveranderlijke en onvermijdelijke regels. Het negeren van die regels leidt tot een kunstmatige stad of is gevaarlijk lichtzinnig.

Direct of indirect worden via het waterbeheer diverse andere problemen aangepakt, zoals de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit, de matiging van de effecten van de klimaatverandering, de sociale, landschappelijke en recreatieve rol van het water en het behoud van de ecosystemen[1].

Leidingwater circuleert in een open kring, de zogenaamde “kleine waterkringloop”[2], via een antropogeen netwerk van openbare infrastructuren: een gestandaardiseerde infrastructuur met installaties voor de bemonstering en het drinkbaar maken van water, gevolgd door distributie- en rioleringsnetten en

---

1. Zie ook La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l’Occupation du territoire, in Québec.
2. Leidingwater circuleert in een open kringloop, de zogenaamde “kleine waterkringloop”, via een antropogeen netwerk van openbare infrastructuren: een gestandaardiseerde infrastructuur met installaties voor de bemonstering en het drinkbaar maken van water, gevolgd door distributie- en rioleringsnetten en tot slot waterzuiveringsinstallaties.

waterzuiveringsinstallaties. Al deze infrastructuren zijn gemeenschappelijk. De stedenbouwkundige ingenieurs beheersen deze antropogene watercyclus, die voor een kwalitatieve waterdistributie in voldoende hoeveelheden zorgt. De modaliteiten en technologie van deze cyclus zijn in de afgelopen decennia weinig veranderd. Men kan echter ook ander water dan drinkwater gebruiken voor verschillende toepassingen, zoals water van de natuurlijke kringloop (regenwater, grondwater, waterlopen) of van de huishoudelijke kringloop, door grijs water te hergebruiken . Evoluties van dit “klassieke” model zijn mogelijk en zelfs wenselijk.
Voor **het beheer van ander water**, d.w.z. regen-, rivier- en grondwater, is het scala aan mogelijke beheerstrategieën op lokaal niveau veel breder. De overheersende trend van de laatste 50 jaar was die van het zogenaamde “klassieke” beheer. Dat is gebaseerd op de 19e-eeuwse visie op hygiëne en bestaat uit het verbergen/overwelven van afvalwater, een vector van potentiële ziekten, om het zo snel mogelijk stroomafwaarts door een kunstmatig en gesloten drainagenetwerk af te voeren.
Een andere benadering is veeleer op natuurlijke processen gebaseerd, die verder worden ontwikkeld en bijgewerkt zodat ze steeds relevanter en eigentijdser worden. In plaats van het water in de stad te integreren, wordt de stad rond het water ontworpen. Met andere woorden: men geeft het stedelijke weefsel eigenschappen die vergelijkbaar zijn met die van de natuurlijke omgeving.

Van een duurzame wijk verwacht men dus:

- Dat ze een lokale waterkringloop onderhoudt (infiltratie, verdamping, afvloeiing, deelname aan het blauwe netwerk);
- Dat ze trajecten en ruimtes behoudt en herstelt om het water aanwezig te laten zijn;
- Dat ze ervoor zorgt dat het aanwezige water tijdelijk wordt vastgehouden, om stroomafwaarts gelegen gebieden te beschermen bij zware regenval;
- Dat ze een gunstige rol speelt in het microklimaat, met name om hitte-eilanden te voorkomen;
- Dat ze het water behandelt als een hulpbron die behouden en gewaardeerd moet worden, zowel voor het gebruik door de bewoners als voor de ondersteuning van de kwaliteit van de lokale ecosystemen en als ecologische corridor.

3. De term “grijs water” verwijst naar licht verontreinigd huishoudelijk afvalwater (bv. water uit een douche of wastafel) dat kan worden gebruikt voor taken die geen volledig schoon water vereisen, zoals de afvoer van uitwerpselen of de reiniging van voertuigen.

WAT

DIAGNOSE: DE MOGELIJKHEDEN KENNEN

WAT 01 - Is de kennis van de natuurlijke omgeving wederzijds voordelig?

Ambitie: Over alle informatie beschikken die nodig is om een integrale waterbeheerstrategie uit te werken.

De integratie van water houdt in dat men respect toont voor de natuurlijke omgeving van de stad. Dit vereist een goede kennis van zowel de natuurlijke als de stedelijke omgeving. Daarom is het belangrijk om een zo volledig mogelijke inventaris te maken. Aan de hand van een diagnose kan alle informatie worden verzameld die nodig is om een waterbeheerstrategie op wijkniveau vast te stellen in relatie tot de territoriale schaal van de wijk. Deze informatie heeft zowel een geografisch als een natuurlijk en stedelijk aspect. Men moet rekening houden met onder meer een geïntegreerd regenwaterbeheer, de overstromingsrisico's, de beschikbare hulpbronnen en de historische aspecten van de doorgang van het water. De identificatie van de actoren die verantwoordelijk zijn voor het waterbeheer vergemakkelijkt de evaluatie van het valorisatiepotentieel en de beschikbare middelen.

In die zin beïnvloeden alle in deze paragraaf vermelde dimensies het gedrag van het water in de stad.

Natuurlijke omgeving

De natuurlijke omgeving bepaalt de primaire omstandigheden voor de afvloeiing van het water. Ze definieert bij voorbaat:

- De topografie en hydrografie, die de stromingsrichting en het gedrag van het oppervlaktewater bepalen;
- De geologie, d.w.z. de kenmerken van de ondergrond en de mogelijkheid van infiltratie (rekening houdend met eventuele vervuiling);
- De hydrogeologie, d.w.z. het gedrag van water in de bodem;
- De positie van het water in het groene netwerk en in de continuïteit van het landschap ...

Voor een goed begrip van de context moet men al deze natuurlijke componenten van de site in aanmerking nemen.

Stedelijke omgeving

Naast de natuurlijke componenten moet in stedelijke gebieden rekening worden gehouden met een aantal bepalende factoren. Het gaat onder meer om:

- De **voorzieningen** op het gebied van toevoer- en afvoersystemen;
- De ter beschikking gestelde **instrumenten** voor een goed begrip van het milieu;
- De **regelgeving inzake waterbeheer** en de inherente risico's;
- De **regelgeving inzake groene ruimtes**, met name met betrekking tot het beheer en de valorisatie van het regenwater en de ruimtelijke ordening;
- Mogelijkheden voor beschikbare **steun en subsidies**.

Risico's

De kennis en het begrip van de geografie waarin de stedelijke operatie plaatsvindt of vernieuwd wordt, maken het mogelijk om ze optimaal aan te pakken. Voor de volledigheid moeten echter ook de historische gegevens in aanmerking worden genomen. De natuurlijke omgeving is immers geen constant, vaststaand gegeven. Ze bestaat uit processen en dynamieken die eveneens in de reflectie moeten worden opgenomen: regenval, overstromingen, het tracé van een waterloop, de aanwezigheid van een waterloop, grondwater dat aan de oppervlakte komt, laaggelegen punten: al deze factoren zijn onderhevig aan onzekerheden, aan de locatie van een bron, aan de gevolgen van de klimaatopwarming ...

Het meest in het oog springende voorbeeld is dat van de overstromingen. Bouwen langs een waterloop of boven grondwater op geringe diepte maakt mensen en eigendommen kwetsbaar. Door de infrastructuur en de gebouwen aan mogelijke overstromingen aan te passen, vermijdt men risico's en beschermt men dus mensen en eigendommen. Door de risico's te kennen, kan men ze vermijden en zo de kwetsbaarheid van de wijk verminderen: de geografie maakt het mogelijk om het gevaar te lokaliseren; dankzij de overstromingsgeschiedenis kan men de waarschijnlijkheid van het fenomeen inschatten.
Men kan rekening houden met verschillende soorten bronnen:

- Documenten met vaststellingen, zoals **kaarten die deze onzekerheden beschrijven**, met of zonder voorschriften om hun risico's te beheersen. Hun raadpleging moet niet worden beschouwd als een lastige eis , maar als een bron van informatie[4]. Zo geeft de overstromingskaart aan waar overstromingen mogelijk zijn, ongeacht of ze al dan niet al hebben plaatsgevonden.
- Het kan interessant zijn om de bestaande **lokale bevolking** in de wijk en omgeving te raadplegen: ze herinneren zich eventuele gelukkige of ongelukkige episodes en hebben er bovendien conclusies uit getrokken. Ook **artikelen in de pers en oude verhalen** zijn getuigenissen om in overweging te nemen.
- De observatie van **stedelijke morfologieën, architecturen en praktijken** stelt ons in staat om rijke lessen te trekken in termen van preventie of voordelen. Men ziet soms oude gebouwen waarvan de leefruimtes werden verhoogd om niet te worden blootgesteld aan terugkerende overstromingen die de meer recente bewoners misschien vergeten zijn of niet hebben meegemaakt. De aanwezigheid van rioleringen, waterputten en vochtige gebieden wijst eveneens op een ondergrondse of tijdelijke aanwezigheid van water. Dankzij de kennis van deze realiteiten kan men de stedelijke morfologie aanpassen aan deze min of meer plotselinge veranderingen.

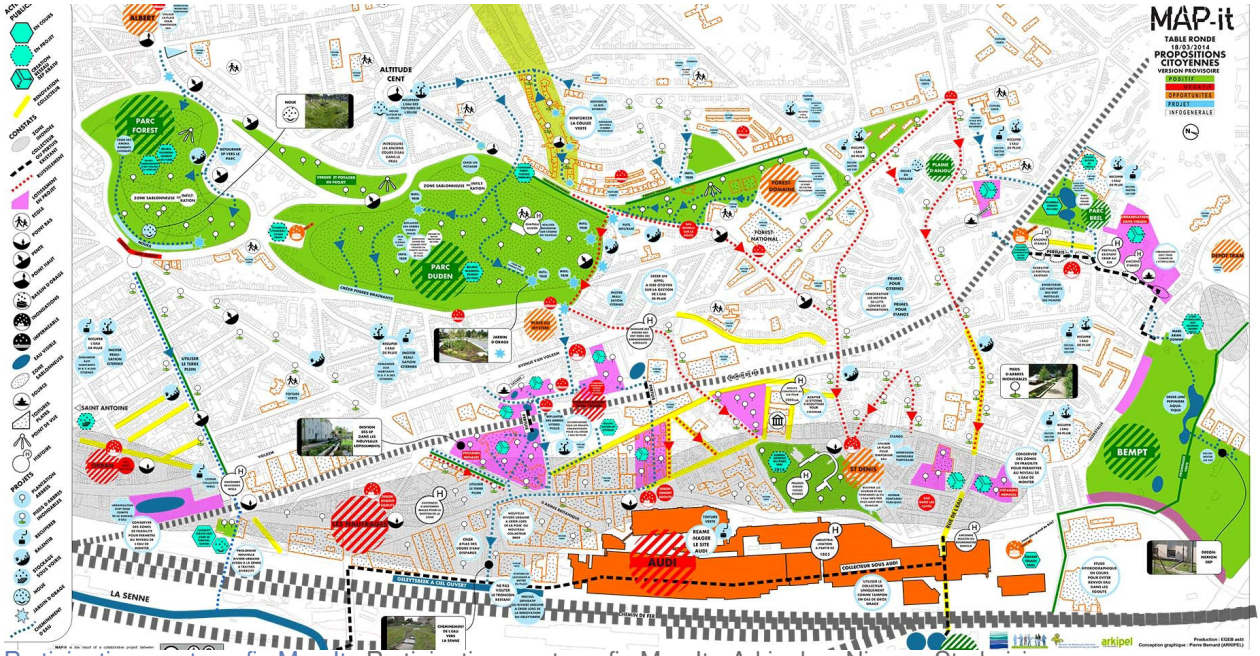
---

4. Zie ook: Overstromingskaarten voor het Brussels Gewest

WAT

Hulpbron en erfgoed

De verschillende facetten van het water worden in het ideale geval geïdentificeerd en in kaart gebracht, zowel in de natuurlijke omgeving als in het stedelijke weefsel, om een totaalbeeld te geven van de situatie. Dit geldt nog meer wanneer dat weefsel moet worden gerenoveerd of getransformeerd: permanente of tijdelijke waterlopen, zichtbaar of ondergronds, waterlichamen, bronnen van grijs water, bemaling, watermolens, aquaducten, waterzuiveringsinstallaties, waterpartijen, fonteinen, soms slechts hun overblijfselen in de toponymie. Deze lezing maakt het mogelijk om de logica van het gebied te reconstrueren, met zowel zijn geografische en historische kenmerken als zijn huidige bezetting[5].



Participatieve cartografie Map-It– Participatieve cartografie Map-It - Arkipel en Nieuwe Stadsrivieren
Deze kaart werd opgesteld in het kader van de verkennende wandelingen in de gemeente Vorst, die met veel overstromingsproblemen kampt. De kaart geeft een diagnose van de toestand van het water in verschillende wijken (overstromingsgebied, stormbekken, zichtbaar water, hooggelegen punten enz.) in samenwerking met de bewoners. Ze illustreert ook collectieve projecten in verband met water.

De aanwezigheid of afwezigheid van water in een gebied heeft immers altijd het bodemgebruik bepaald en de wijken vorm gegeven. Brussel ontwikkelde zich langs de rivieren de Zenne en de Kleine Zenne, met een wirwar van smalle straatjes die onderdak boden aan molens, brouwerijen, wasserijen, leerlooierijen, watergerelateerde activiteiten.... Deze zorgden voor de ontwikkeling van de stad en gaven haar tegelijkertijd haar unieke landschappen[6]...

Op een gegeven locatie kan de aanwezigheid van een waterloop in het verleden bijvoorbeeld bepalend zijn geweest voor de vestiging van molens. Die vestiging was het begin van een eeuwenlange industriële activiteit op deze plek, waar zich bedrijven met een hoog waterverbruik vestigden. Vandaag komen op deze

5. Zie ook:Historische kaarten en documenten en Kaart van waterlopen en vijvers in Brussel
6. Zie ook: Kaart van waterlopen en vijvers in Brussel

plaatsen als gevolg van industriële veranderingen mogelijk grote stedelijke ruimtes vrij die beschikbaar zijn voor de ontwikkeling van woonwijken. In dergelijke woonwijken zullen ondergrondse parkeergarages een permanente grondwaterverlaging vereisen, en zullen de nieuwe ontwerpers de groene structuren die bij de oorspronkelijke waterloop hoorden weer tot leven moeten brengen in het landschap. De waterloop zal opnieuw opduiken bij een uitzonderlijke regenval en de nieuwe verstedelijking zal daar rekening mee moeten houden ...

De ontwerper moet dus deze logica's identificeren en reconstrueren, ze volgen en ze in dienst van het project bestendigen.

Transversaliteit van de thema's rond het water

Het onderzoeksgebied voor het opstellen van de inventaris van de site en de diagnose is zeer ruim, aangezien veel domeinen verband houden met het water: voedsel, gezondheid, sanering, risicopreventie, goedkeuring, hygiëne, vervoer enz. Nog veel andere domeinen hebben er een min of meer direct verband mee.

Het meest voor de hand liggende verband is dat van de **natuur in de stad**. Het heeft, altijd met het water op de achtergrond, betrekking op groene ruimtes maar ook stadslandbouw, het groene en blauwe netwerk en koelte-/hitte-eilanden[7].

Minder evident is bijvoorbeeld de **thermische isolatie van gebouwen**, die de vorm kan aannemen van het vergroenen van daken, een praktijk die ook bijdraagt tot de opvang van beperkte regenval (zodat minder schoon water naar de zuiveringsinstallaties gaat) of het vertragen van de afvloeiing van uitzonderlijke regenval[8].

Het in aanmerking nemen van deze onderlinge verbanden tussen de verschillende onderdelen van een project heeft veel voordelen. Op de eerste plaats de **ecologische voordelen**, omdat ze een synergie genereren die bijdraagt aan de algemene verbetering van het milieu en het behoud van de planeet. Op de tweede plaats zijn er de **economische voordelen**. Enerzijds beantwoordt één en dezelfde investering immers aan meerdere behoeften, anderzijds kan zij het mogelijk maken om subsidies te ontvangen die in feite niet bestemd zijn voor waterbeheer, of omgekeerd kan het waterbeheer rechten opleveren die andere domeinen ten goede komen.

Met andere woorden, de waterproblematiek moet niet op zichzelf worden aangepakt, maar als onderdeel van een geheel. Meer prozaïsch gezegd: het kan nuttig zijn om de voorkeur te geven aan een techniek die enkel en alleen voor het waterbeheer duurder lijkt, maar die in een bredere context toch effectiever zal blijken. De aanleg van een stadspark kan dus louter vanuit het perspectief van aanplantingen of voorzieningen misschien te hoge kosten met zich meebrengen, maar als het park ook als tijdelijk overstroombaar gebied wordt gebruikt, kan het grotendeels worden gefinancierd met budgetten die in eerste instantie bestemd waren voor sanering of risicopreventie.

---

7. Zie ook de hoofdstukken "Fysieke omgeving" en "Ontwikkeling van de natuur" van het Memento
8. Zie ook het hoofdstuk "Energie" van het Memento

WAT

Identificatie van de beheerders

Elke aanwezigheid van water, in al zijn verschillende vormen, vereist beheer en onderhoud (waterlopen, infrastructuur, waterpartijen, fonteinen ...). Idealiter worden de verantwoordelijke diensten geraadpleegd en bij het project betrokken. Dit enerzijds om te profiteren van hun **kennis** en hun mogelijke voorstellen te horen en anderzijds om samen met hen na te denken over de middelen die beschikbaar zijn of moeten worden ingezet in het kader van de veranderingen die het project onvermijdelijk met zich mee zal brengen. Bovendien zal zelfs een gedeeltelijke overdracht van het waterbeheer van het domein sanering naar het domein landschappen de latere medewerking vereisen van diensten die niet de gewoonte, competenties en middelen hebben om er de lasten en de verantwoordelijkheid van op te nemen.

Identificatie van vaardigheden bij ontwerpers

Het regenwaterbeheer heeft niet tot doel het afvloeiingswater zo snel mogelijk in de riolering af te voeren. Het is niet langer de bedoeling het water te verwijderen, maar wel het ten dienste te stellen van de kwaliteit van het leefmilieu, het landschap en de levenskwaliteit in het algemeen (hygiëne, afval, gezondheid, onderwijs enz.). Deze principes, die nu door iedereen worden aanvaard, vereisen een herverdeling van de rollen bij de ontwerpers, maar ook bij de opdrachtgevers, de leidende diensten enz. Bovendien vereist dit een **multidisciplinair werk**: meer dan het delen van vaardigheden is het een kwestie van het delen van uitdagingen.

Het project moet de belangrijkste territoriale en milieu-uitdagingen, de te bereiken doelstellingen en de verwachte resultaten definiëren. Water is niet langer een bijkomstig onderwerp: wanneer het niet langer in buizen en leidingen verstopt zit, wordt het een structurerend element. Projectauteurs moeten daarom de actoren identificeren die gedurende het volledige project bij dit proces betrokken zijn.

Zo vereist de recuperatie van het regenwater voor schoonmaak- of irrigatiedoeleinden het begrip en de medewerking van de architect, zodat hij of zij de waterafvoer op de gevel en niet in het gebouw verwerkt, met een lozing op trottoirniveau. Het studiebureau dat verantwoordelijk is voor de wegen en netten bouwt goten die het water aan de voet van hellingen verzamelen en zo de aanzet geven voor een bovengronds waternet. Om in harmonie te zijn met de algemene organisatie van de site, vereist dit proces de feedback van de architect en de landschapsarchitect. Deze laatste ontwerpt ook in samenwerking met de groendienst de groene ruimtes en voorziet een inkuipingssysteem om overtollig water op te vangen, met integratie van een substraat om het te zuiveren (hier kunnen bijvoorbeeld een milieudeskundige en hydroloog tussenbeide komen), alvorens het op te slaan voor irrigatiedoeleinden. Bovendien zal de stedenbouwkundige, om dit proces gravitair te laten verlopen, geen gebouwen of andere obstakels dwars op de helling inplanten.

Een dergelijke aanpak is technisch eenvoudig en doet geen beroep op weinig gebruikte of slecht beheerste technieken. Samenwerking is echter essentieel. Dat moet vanaf het allereerste begin worden overwogen en opgelegd.

ONTWERP: DE VOORKEUR GEVEN AAN EEN LANDSCHAPSBENADERING

WAT 02 – Wordt de waterstrategie in een landschapsstrategie vertaald?

Ambitie: Ervoor zorgen dat de inrichting van de openbare ruimte en het landschap consistent is met het systeem dat het water infiltreert, verzamelt, vertraagt, behandelt en afvoert

De waterbeheerstrategie omvat de elementen voor de infiltratie, de verzameling, de vertraging, de behandeling en de afvoer van het regenwater, om de lozing in de riolering tot het minimum te beperken. Het aldus gecreëerde netwerk zal zo goed mogelijk aangepast zijn aan het bestaande blauwe netwerk, dankzij verschillende systemen zoals de integratie van overstromingsgebieden, het rekening houden met de doorlatendheid van de bodems, de aanwezigheid van beschermde waterlichamen ... Deze elementen vereisen ruimte en een adequate positionering in het stedelijke weefsel.

Water kan zeer aanwezig zijn in onze omgeving, met een grote of kleine waterloop, natuurlijk zoals een rivier of kunstmatig zoals een kanaal. Toch is een belangrijk gedeelte van het water zo goed als onzichtbaar omdat het zich ondergronds bevindt (grondwater, netten), seizoensgebonden is (overstromingen) of voorbijgaand (regen).
Het zichtbaarder maken en valoriseren van dat water is een manier om de natuur opnieuw in de stad te integreren en de aanwezigheid van de natuurlijke omgeving te bevestigen. Het gebruik van planten verandert het gezicht van de stad als geheel en maakt ze groener, dynamischer en vriendelijker. Het lichaam van de stad, haar metabolisme, muteert en wordt efficiënter op het vlak van de waterproblematiek, zowel om diensten te verlenen als om op problemen te anticiperen.

Water integreren in de inrichting

Het “integreren” van water, van hydraulica in de stad, betekent dat het water zoveel mogelijk in zijn context – zijn geografische context, zijn landschapscontext, zijn hydrografische context, in dit geval het blauwe netwerk – moet worden gelaten. Met andere woorden, men moet ernaar streven de waterkringloop te behouden, op alle niveaus, om extreme situaties te vermijden.

Een stadsproject dat deze aanwezigheid van water integreert, zal zijn geografie, zijn hellingen, zijn bodem tonen, zal over een hulpbron voor zijn bomen[9] en zijn planten beschikken, en zal zich langs zijn waterloop structureren. Door de groene ruimtes in te delen volgens het traject van het water, zodat het lokale

9. Zie ook: Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – REGENBOMEN – Leefmilieu Brussel

blauwe netwerk de drager wordt voor een groen netwerk, worden ze steunpunten en corridors voor de biodiversiteit[10].

Deze aanpak vereist vaak “een schaalverkleining”: men moet denken op de schaal van een plein, een gebouw, een dak, een trottoir. En bekijken hoe enkele aanpassingen de afvloeiing of tijdelijke opslag van het water kunnen vergemakkelijken, of zelfs zijn hergebruik ten behoeve van een boom, een bloemenperk, een fonteintje ... [11-12]

De hydraulische strategie van de wijk zorgt zo voor een regennetwerk[13] dat in het bestaande blauwe netwerk past. Daarom is het aangewezen verbindingen te creëren tussen de verschillende aanwezigheden van het water. Met andere woorden, men moet nagaan hoe deze bestaande ruimtes al dan niet in contact kunnen komen met de natuurlijke omgeving. De continuïteiten tussen de verschillende aanwezigheden van het water ontbreken soms of zijn niet altijd zichtbaar. Het kan nuttig zijn om deze continuïteit te creëren of te benadrukken:

- Door een gebruikswijze: bv. door verkeersmogelijkheden voor actieve vervoerswijzen te creëren;
- Door een functie: bv. de aanleg van ecologische corridors;
- Door de inrichting van herkenningspunten: bv. de installatie van specifiek straatmeubilair of bewegwijzering.

Deze continuïteit kan worden gebruikt om een algemene samenhang van het landschap te creëren via de open ruimtes van de wijk. Dit schept een synergie tussen de verschillende ruimtes: op landschapsniveau zorgt de continuïteit voor een groot en structurerend project in plaats van een reeks geïsoleerde kleine ingrepen.

Zo kan men op oevers of zelfs in de bedding van waterlopen vegetatie te planten. Deze vegetatie zal met haar reliëf de aanwezigheid van het water in de verf zetten; denk bijvoorbeeld aan een rij populieren langs een beek of platanen langs een kanaal. De vegetatie zal met haar continuïteit een ecologische corridor vormen, met haar diversiteit het min of meer oorspronkelijke oeverwoud herstellen, met haar omvang de overstroombare delen bij hoog water markeren, met haar schoonheid de wandeling nog aangenamer maken.

---

10. Zie ook: Gids duurzame gebouwen, introductie waterbeheer
11. Zie ook, voor een overzicht van de regenwaterretentiesystemen in stedelijke gebieden, de Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen – HET REGENWATER OP HET PERCEEL BEHEREN – Leefmilieu Brussel
12. Zie ook: La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l’Occupation du territoire, Québec
13. Zie ook: De regennetwerk kaart, van Leefmiieu Brussel

Stadsvernieuwingsproject in Les Mureaux (ANRU) – SEM 92, Villes & Paysages, Richez & Associés, Infra Services

Het stadsvernieuwingsproject in Les Mureaux is een van de belangrijkste programma's in zijn soort in Frankrijk. Het is in 2006 van start gegaan en loopt nog steeds. Het heeft betrekking op 15.000 inwoners op een oppervlakte van 70 hectare. Na de voltooiing van het project zal een echt park de stad doorkruisen: een nieuwe ruggengraat tussen de verschillende wijken.

Het project creëert een nieuw groen en blauw netwerk. Het Molièrepark is aangelegd volgens het reliëf van de site, dat wil zeggen op een getrapte helling met mooie uitzichten op het landschap. Het idee is om de verstedelijkte vallei te verbinden met de beboste plateaus. De waterloop (de Orgevalbeek) stroomt weer bovengronds. Dit is de rode draad van het project, met zijtuinen als vertakkingen. De vegetatie werd gekozen voor haar lage waterverbruik.

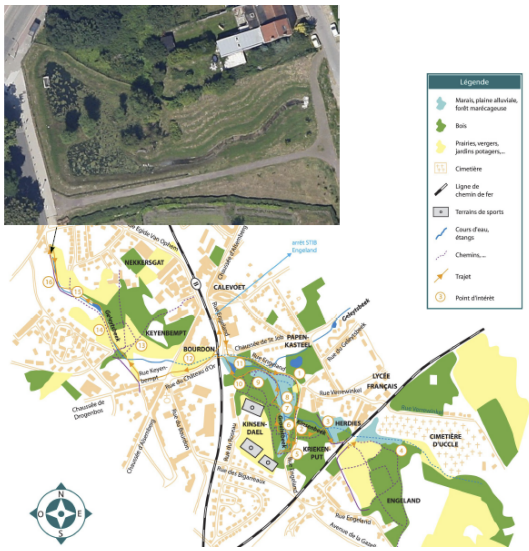
Er zijn ook educatieve en recreatieve elementen: volkstuinen, boomgaarden, rivieroevers, speeltuinen ...
Heel het principe van de regenwateropvang is gebaseerd op alternatieve technieken. Het is de bedoeling het water overal waar mogelijk te laten infiltreren. Het overstromingsrisico wordt beheerst door middel van retentiestructuren en de beperking van de lozingsdebieten. Het afvloeiingswater wordt bijvoorbeeld opgevangen en opgeslagen in drainerende wegen en geulen. De gekozen technieken werden aangepast aan de topografie van de site. Het landschapsaspect van de geulen werd uitgewerkt volgens de soorten wegen. De geselecteerde boomsoorten zijn aan elke omgeving aangepast (plateaus, hellingen, geulen, vlaktes enz.)

WAT

Het netwerk uitbreiden

De Brusselse agglomeratie is georganiseerd rond oorspronkelijke waterlopen. Tijdens de ontwikkeling van het Gewest werden die waterlopen soms gekanaliseerd, verborgen, omgeleid. Sinds enkele jaren worden er acties ondernomen om ze te herwaarderen. **De groene gordel**, een van de rijkdommen van de hoofdstad, is daar een voorbeeld van. Het groene en het blauwe netwerk, inclusief de groene wandeling, moeten worden versterkt door het vernieuwen of aanleggen van meerdere vertakkingen die in het stedelijke weefsel zullen doordringen. Deze strategie, die al wordt uitgevoerd, kan overal in het Brusselse grondgebied en op elke schaal worden toegepast.

Het zichtbaar maken van de aanwezigheid van water in een wijk helpt om ze aan dit immense stadspark te koppelen. Hierdoor kan het park worden uitgebreid en de wijk erin worden opgenomen. Het zichtbaar maken van het water maakt het dus mogelijk om de as die het tekent te gebruiken om er paden en toepassingen rond te concentreren die anders te weinig context en rechtvaardiging zouden hebben voor hun realisatie, onderhoud en gebruik.
Langs dit regenwaternet wordt het water een ingrediënt van het landschapsproject: het weerspiegelt de natuur, het leven, de animatie ...



Openlegging van de Geleytsbeek, Ukkel - Brussels Instituut voor Milieubeheer, Atelier 50, GEI (bron: Studie van Leefmilieu Brussel “Regenwater, een troef voor de openbare ruimte”)

Hier werd de Geleytsbeek verlengd van de Keyenbemptstraat tot aan de parking van Stalle, in het kader van het gewestelijke blauwe netwerk. De werkzaamheden waren gericht op een vermindering van het overstromingsrisico en het ontlasten van de waterzuiveringsinstallatie. De waterloop werd verlengd, met een open gedeelte en een doorgang naar de parkeerplaats via een koker onder de weg. Bron- en regenwater worden opgevangen om naar de Zenne te leiden in plaats van naar de riolering. Langs deze bedding werd een uitbreidingszone gecreëerd.

Geschikte verhardingen

De voorgestelde filosofie integreert water als onderdeel van het landschapsproject. Het geoptimaliseerde beheer dat hand in hand gaat met deze filosofie bepaalt verschillende projectelementen, zoals de keuze van de verhardingen.
Op bebouwde oppervlakken kan de poreusheid slechts oppervlakkig zijn, bijvoorbeeld met de aanleg van groendaken[14], tuinen op enkele centimeters teelaarde, poreuze substraten, groene gevels[15]. Dit zal volstaan om kleine regenbuien op te vangen en de grote afvloeiingsvolumes te vertragen. Het zal vooral helpen om het stedelijk weefsel af te koelen. Een stad met een poreuze architectuur, die water opneemt zoals een spons, zal op indirecte maar effectieve wijze weer aansluiten met de natuurlijke omgeving en al haar voordelen.
In open ruimtes zullen de samenstelling van het netwerk en de eigenschappen van de bodem bepalen op welke plaatsen men met poreuze materialen de afvloeiing zal beperken. Het is echter belangrijk op te merken dat er veel keuzes mogelijk zijn tussen doorlatende, semi-doorlatende en met een stroomafwaarts gelegen infiltratienet verbonden ondoorlatende materialen ... De bestemming en het gebruik van de site zijn uiteraard bepalend voor deze keuzes.

Multifunctionaliteit van de ruimtes

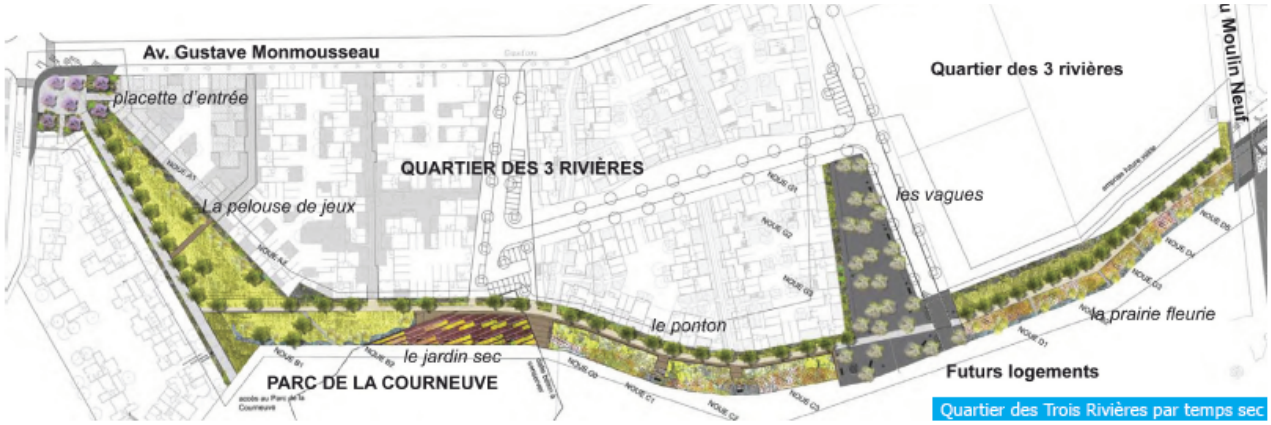
Een efficiënt waterbeheer omvat een vrij directe vergroening van de stedelijke omgeving, wat in verschillende opzichten wenselijk is. Het kan echter ook tot uiting komen in de multifunctionaliteit van de stedelijke ruimtes. In plaats van ondergrondse of omheinde bufferbekkens aan te leggen, kan het soms interessant zijn om pleinen, binnenplaatsen, parkeerplaatsen, parken enz. uitzonderlijk overstroombaar te maken.

Het multifunctionele karakter van stedelijke ruimtes is een relevante en passende oplossing voor de beheersing van het regenwater.

---

14. Zie ook: Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen – EEN GROENDAK AANLEGGEN– Leefmilieu Brussel
15. Zie ook: Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen – EEN GROENE GEVEL REALISEREN – Leefmilieu Brussel

WAT



Quartier des Trois Rivières par temps sec

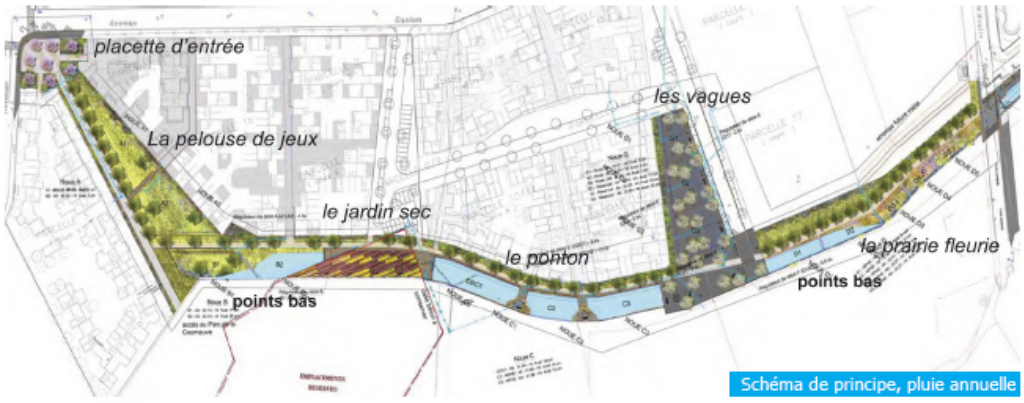


Schéma de principe, pluie annuelle

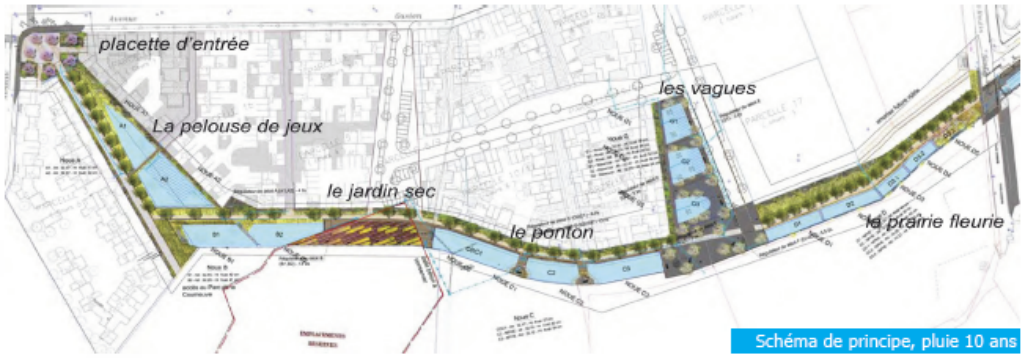


Schéma de principe, pluie 10 ans

Promenades des Trois Rivières, Stains – Séquano Aménagement, Atelier de l'ile, B. Cavalié
Het project omvat de inrichting van een groene promenade in het kader van de bouw van een nieuwe woonwijk, die de verschillende wijken van Stains met elkaar verbindt. De groene openbare ruimtes werden ontworpen voor verschillende toepassingen, afhankelijk van het weer: vrijetijdsruimte bij droog weer, waterretentieplaatsen bij regenval. Het is de bedoeling het regenwater te valoriseren voordat het in de riolering wordt geloosd, en het zichtbaar te maken langs een parcours. De verschillende gemeenschappelijke ruimten van de wijk zijn zo aangelegd dat de regen ze kan transformeren. De promenade is niet hoger dan 40 cm en kan bij hevige regenval volledig overstromen.

Water Square Benthemplein, De Urbanisten, Rotterdam

Dit project combineert de functies van wateropslag en de verbetering van de kwaliteit van de stedelijke ruimte. Het plein is meestal droog en doet dienst als recreatiegebied. Er zijn drie bekkens: een pleintje, een dansveld en een sportveld (basketbal, volleybal en voetbal). Alles wat overstroombaar is, is blauw geschilderd en alles wat water bevat, is van roestvrij staal gemaakt. Wanneer het regent, vangen de twee ondiepste bekkens als eerste het water op; het diepste bekken dient als overloop. Het water uit de twee eerste bekkens wordt geloosd in een ondergronds infiltratiesysteem en sijpelt door naar het grondwater. De grondwaterbalans blijft zo op peil en is bestand tegen droge periodes.

WAT

WAT 03 - Optimaliseert het wijkproject de waterkringloop

Water lijkt misschien een oneindig hernieuwbare hulpbron. Dit is echter slechts gedeeltelijk waar, zelfs in België: de waterkringloop wordt voortdurend vernieuwd, gedurende een groot deel van het jaar, maar niet altijd. Vaak regent het in de zomer niet genoeg, daalt het grondwaterpeil, verdorren de grasvelden verdorren, stijgt de temperatuur en wordt de lucht droger, vooral in het hart van de stad. De hulpbron is ontoereikend. De planten in parken en tuinen moeten in dergelijke periodes echter wel water krijgen ... In dat geval wordt de hulpbron overbelast terwijl ze op haar laagste niveau staat, zodat het risico bestaat dat sommige planten geen water meer krijgen, andere prioritaire gebruikswijzen verhinderd worden en er een tekort ontstaat.

Om dit risico te beperken, vormen de valorisatie van het beschikbare water en de beperking van de lozing aanvullende benaderingen om de waterkringloop te optimaliseren.

WAT 03.01 - Wordt het regenwater duurzaam manier beheerd?

Ambitie: Meerdere ambities samenbrengen, om de infiltratiemogelijkheden, de kwaliteit van het afvloeiingswater en de stabilisatie van het grondwaterpeil te optimaliseren

De infiltratie van regenwater en zijn terugkeer naar het bestaande hydrografische net vormt een interessant uitgangspunt. Dit wordt bevorderd door zoveel mogelijk doorlaatbare oppervlakken te voorzien en zo weinig mogelijk in de riolering te lozen. Daarnaast moet de dimensionering van de inrichtingen het beheer van overvloedig regenwater (onweer, langdurige regenval) optimaliseren (terugkeer naar de natuurlijke omgeving, terugwinning en zuivering dragen hiertoe bij).

De strategie houdt ook rekening met het behoud van het waterpeil, zowel ondergronds als in vochtige gebieden.

De inrichtingen kunnen de kwaliteit van het regenwater optimaliseren. Verschillende factoren dragen hiertoe bij, zoals de keuze van de materialen die in contact komen met afvloeiingswater (bij voorkeur inerte materialen), het onderhoud en de behandeling van chronische en accidentele vervuiling (stroken met zuiverende planten, aanwezigheid van goten enz.).

Een verstedelijkingsproject dat de aanwezigheid van water niet op een tijdelijke, seizoensgebonden of permanente manier integreert, zal een hele reeks technische voorzieningen vereisen om zijn impact op de natuurlijke omgeving te compenseren: complexe rioleringsnetten, met elkaar verbonden en

op afstand beheerd, om het water zo snel mogelijk af te voeren, dammen om overtollig water vast te houden, ondergrondse retentie om overstromingen van de straten na regen te voorkomen, waterdichte behandelingen om te voorkomen dat kelders onder water komen te staan, permanente bemaling, fonteinen om het water zichtbaar te maken, enz.

De actieve oppervlakte minimaliseren

Het voornaamste doel op wijkniveau is het beperken van ondoorlatende bodems en van de afvloeiing, door het actieve oppervlak zo klein mogelijk te houden. Om dit te bereiken zijn, kiest men niet alleen de juiste verhardingen maar kan men ook diverse mechanismen in de aanleg integreren. De nodige infrastructuur voor het waterbeheer bestaat niet langer alleen uit regenpijpen, goten, rioleringen en diverse netten, bufferbekkens en waterzuiveringsstations. Elk gebouw of stedelijke ruimte kan en moet een hydrologische en zuiverende functie krijgen.

De zogenaamde techniek van de “plant engineering” kan in het ontwerp worden gebruikt . Men gebruikt ze om:

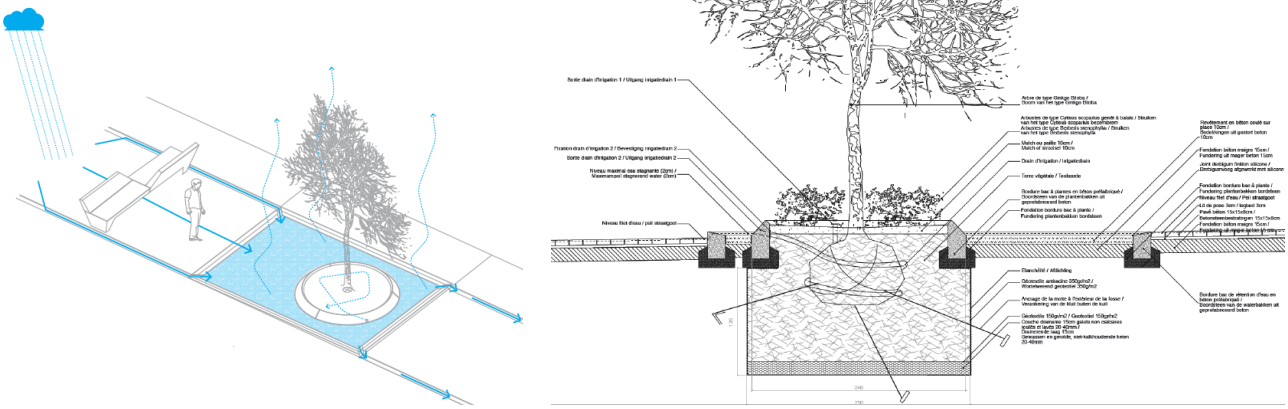
- De mogelijkheden voor bodeminfiltratie en evapotranspiratie door de planten te benutten om regenwater af te voeren;
- Te voorkomen dat de verstedelijking van een perceel zijn afvloeiingsdebiet verhoogt, door de ondoorlatendheid te beperken en retentievoorzieningen te integreren;
- Paden, stadsbeken en potentieel overstroombare gebieden te behouden of opnieuw in te richten om het water te laten afvloeien en tijdelijk bij te houden zonder schade te veroorzaken;
- Ruimte te geven aan het water, zodat het met min of meer variabele snelheden en hoogtes kan stromen en zich eventueel tijdelijk kan verspreiden;
- De verbinding met de grond te behouden, zodat het water in de bodem kan infiltreren, de vegetatie kan voeden, kan worden opgeslagen en geleidelijk weer naar de waterloop kan terugkeren.

De hydraulische efficiëntie moet tijdens de ontwerpfase worden geoptimaliseerd. Met QUADEAU , de tool voor het beheer van het regenwater op het niveau van een nieuwe of bestaande wijk, kan de hydrologische efficiëntie van elk project voor ruimtelijke ordening op wijkniveau worden beoordeeld.

---

16. Zie ook: L’ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques : études de cas, ASTEE France
17. Zie “QUADEAU”, DE BEHEERTOOL VOOR REGENWATER OP WIJKNIVEAU van Leefmilieu Brussel, bestemd voor de actoren van de stedenbouw. Dit is een tool voor het regenwaterbeheer op wijkniveau. Een hoofdstuk van de tool is gewijd aan het stellen van een gedetailleerde en relevante “waterdiagnose”, op drie niveaus:
Op de schaal van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, zodat men de wijk begrijpt in termen van de ruimere fenomenen: topografie, geologie, biodiversiteit ...
Op het niveau van de wijk, om de mogelijkheden tot verbetering van de levenskwaliteit in kaart te brengen en te benadrukken.
Op detailniveau, om de technische werken en hun opeenvolging te benaderen.

WAT



Kleine Zenne, MSA – Brussel

Het project “Kleine Zenne” betreft een stedelijke ruimte die de regenwatercyclus in beschouwing neemt. De site is gelegen op de bodem van de vallei, met een gering infiltratiepotentieel. Het project bestaat uit twee grote vlakke oppervlakken van twee centimeter diep, die regenwater opvangen om het te laten verdampen. Bij hevige regenval worden de bekkens bijgestaan door een afwateringssysteem.

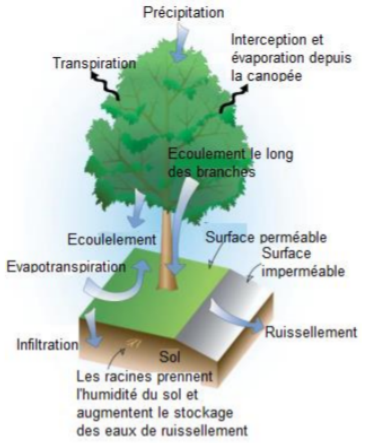


Figure 2 : principes hydrologique des arbres de pluie
(source : EPA, Stormwater to street trees)

Principeschema van een regenboom - Infofiches Duurzame Wijken, Leefmilieu Brussel

De opslagruimtes optimaliseren

De elementen van de waterbouwkundige strategie worden gedimensioneerd om uitzonderlijke onweders op te vangen. Dit vereist de integratie van een voldoende groot retentievolume langs het volledige parcours. Deze werken kunnen meerdere delen hebben, ze hoeven niet noodzakelijkerwijs uit één monumentaal

volume te bestaan (waarvoor het moeilijker is de nodige ruimte te vinden). Het globale lekdebiet wordt beperkt na de temporisatie in de verschillende retentievoorzieningen[18].

In droge periodes kan men het waterbeheer optimaliseren met behulp van opslagtanks, door regenwater op te vangen in de winter en het in warme periodes te gebruiken om planten water te geven, om te poetsen, of zelfs om de toiletten door te spoelen ...

In de praktijk blijkt echter dat het retentiepotentieel van wateropslagtanks over het algemeen zeer laag is en moeilijk te optimaliseren omdat ze in privéruimtes moeten worden geplaatst. Zodra de tanks vol zijn, zijn ze niet langer bruikbaar voor retentiedoeleinden. Ze zijn wel nuttig in periodes van droogte ... Een optimalisatie van de rol van deze tanks is daarom wenselijk.

Tijdelijke overstromingsgebieden

Wanneer het lekdebiet niet nul is en afhankelijk van de capaciteit van het afvoerpunt, kan het afvloeiingswater in de natuurlijke omgeving worden geloosd, d.w.z. in het bestaande blauwe netwerk/regennet.

Tijdelijke overstromingsgebieden liggen dus ideaal buiten gebieden met een hoge sociale of technische waarde[19], om elk risico voor de infrastructuur, woningen, voorzieningen en productielocaties te vermijden. Groene ruimtes kunnen deze rol vervullen, maar er zijn nog meer mogelijkheden. Om ervoor te zorgen dat de retentie zo dicht mogelijk bij “de plek waar de regendruppel is gevallen” plaatsvindt, kunnen verschillende soorten voorzieningen worden ingericht om dit concept compatibel te maken met de stedelijke omgeving:

- Geulen[20];
- Daken;
- Parkeerplaatsen;
- Sportvelden[21];
- …
-

Om dit te bereiken, worden de installaties zo ontworpen dat het overtollige water door ondiepe niveauverschillen worden gekanaliseerd, dat de drempels van woningen worden beschermd, de keldermuren waterdicht zijn, de elektriciteitsnetten hoog liggen, enz.

Omgekeerd houdt dit ook in dat woningen of gevoelige voorzieningen zoals kinderdagverblijven, elektrische transformatoren, autotunnels enz. niet op beddingen of langs de oevers van beken of rivieren worden gebouwd.

---

18. Zie ook: European Natural Water Retention Measures
19. Zie ook: La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l’Occupation du territoire, Québec
20. Zie ook: Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – GEULEN - Leefmilieu Brussel
21. Zie ook: Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen – HET REGENWATER OP HET PERCEEL BEHEREN - Leefmilieu Brussel

WAT

Louis Moricharplein, Brussel - Gemeente Sint-Gillis, Atelier Collectif Architecture (bron: Studie van Leefmilieu Brussel “Regenwater, een troef voor de openbare ruimte”).
Het Louis Moricharplein bevindt zich in een dicht stedelijk weefsel. Het afvloeiingswater van de zuidelijke kant van het plein stroomt naar beplante decoratieve kanalen. Bij hevige regenval wordt de overloop van de kanalen via een watergeul afgevoerd naar draineerbedden aan de noordzijde van het plein. De werking gebeurt volledig gravitair. Een deel van de opslag gebeurt stroomopwaarts in de twee beplante goten aan de zuidzijde van het plein. De rest wordt verder stroomafwaarts opgeslagen in celstructuren onder de grond, onder de poreuze verharding.

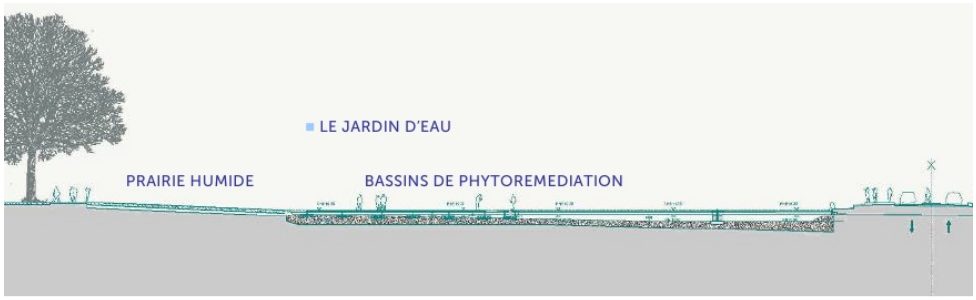
Waken over de kwaliteit van het afvloeiingswater

Het regenwater wordt vervuild door de stedelijke atmosfeer, maar ook door het afspoelen van daken en wegen. Het is aangewezen om dit water zo veel mogelijk stroomopwaarts te reinigen, om de verspreiding van verontreinigende stoffen te voorkomen. In het ideale geval neemt men dus maatregelen om de kwaliteit van het afvloeiingswater tijdens het volledige parcours over de site te garanderen. Deze maatregelen zijn des te belangrijker in de buurt van natuurbeschermingsgebieden:

- **Inerte materialen**[22] die in contact komen met afvloeiingswater vormen geen enkel risico van vervuiling[23] ;
- Er worden voorzieningen geïmplementeerd om **chronische vervuiling** tegen te houden en te behandelen. Het is bijvoorbeeld nuttig om gebruik te maken van biochemische eigenschappen – fytoremediatie – die in stedelijke gebieden hun waarde hebben bewezen[24], om bepaalde soorten vervuiling te behandelen;
- Onopzettelijke vervuiling wordt tegenhouden en behandeld.

---

22. Inert materiaal: materiaal bestaande uit minerale verbindingen die geen gevaarlijke chemische wijzigingen ondergaan (steen, beton, dakpannen, baksteen ...).
23. Zie ook: Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen – HET REGENWATER OP HET PERCEEL BEHEREN - Leefmilieu Brussel
24. Zie ook: Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines : Document d’orientation pour une meilleure maîtrise des pollutions dès l’origine du ruissellement, Agence de l’Eau Seine Normandie

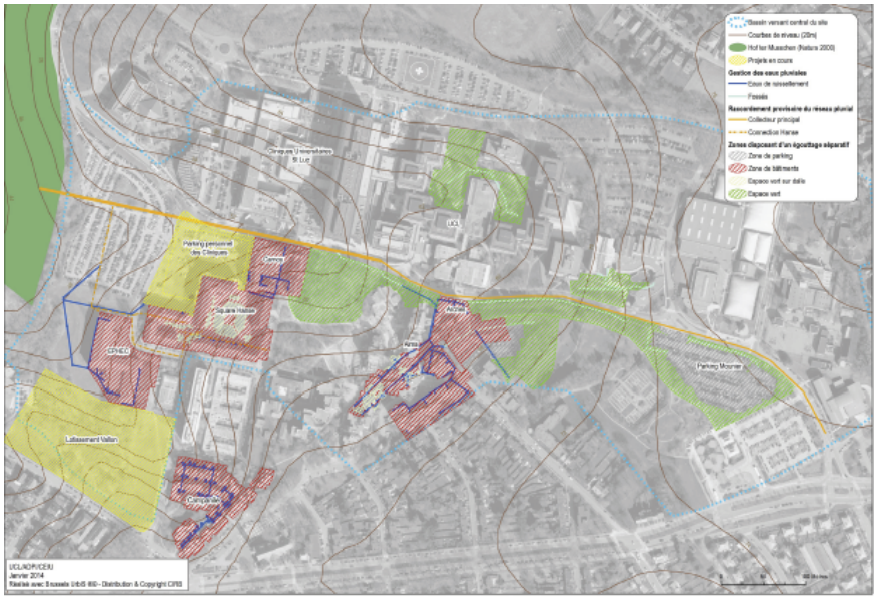


Rives de la Haute Deûle, Lille – Soreli, Atelier de Paysage Bruel-Delmar (bron : Studie van Leefmilieu Brussel "Regenwater, een troef voor de openbare ruimte")
Dit project bestaat uit de omvorming van 110 ha industrieel braakliggend terrein tot een site voor nieuwe technologieën. Het is een gemengde wijk met kantoren, woningen, voorzieningen en diensten. Het industriële erfgoed en het water vormen de structurerende elementen van de wijk. Het regenwater van de site wordt in open lucht gravitair opgevangen en afgevoerd door geulen die uitmonden in een siertuin die ook als opslagbassin fungeert.
Het water op de locatie wordt behandeld in een zuiveringsinstallatie. Het wordt in twee fasen behandeld. De opslag in de kanalen leidt tot bezinking: de koolwaterstofdeeltjes hechten zich vast aan stoffen in suspensie die in de kanalen bezinken. Vervolgens wordt de zuivering in de tuin voortgezet door middel van fytoremediatie. Voor de planten in de watertuin heeft men lokale soorten gekozen die aangepast zijn aan vochtige gebieden. De waterverversingsgraad en de diepte van de kanalen zijn gedimensioneerd om bederf en opwarming te voorkomen.

WAT

Gescheiden netten plannen

De beperking van de afvoer van regenwater naar het rioleringssysteem draagt bij tot het behoud van de kwaliteit van de ontvangende systemen. Het regenwater in de riolering vermengt zich namelijk met het afvalwater voor het de waterzuiveringsinstallaties bereikt. Dit verdunt het afvalwater, wat de behandeling ervan duurder en minder efficiënt maakt. Dit heeft bij een zeer hoog waterpeil een grotere impact op de natuurlijke omgeving.
In andere gevallen, als de netten over te weinig capaciteit beschikken om de hoeveelheid water te slikken, stromen afvalwater en regenwater samen rechtstreeks in de natuurlijke omgeving, zonder enige zuivering, zodat de natuurlijke omgeving nog meer wordt aangetast en opgewarmd. De combinatie van deze twee verschijnselen leidt tot vissterfte en een meer blijvende aantasting van de verschillende betrokken biotopen. In peri-urbane gebieden wordt de voorkeur gegeven aan een autonome afvalwaterzuivering, maar dat is niet het geval in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, waar de aansluiting op het openbare net verplicht is.
De stedenbouwkundigen, architecten en landschapsarchitecten moeten dus steden ontwerpen die voldoende poreus en groen zijn, zodat het regenwater op de sites wordt ingesloten, infiltreert, verdampt ... en niet in het rioleringsnet terechtkomt.[25-26-27-28]



Site van de UCL, Sint-Lambrechts-Woluwe - UCL (bron: Studie van Leefmilieu Brussel “Regenwater, een troef voor de openbare ruimte”).

---

25. Zie ook: Un zonage pluvial pour Paris : réintégrer les eaux pluviales dans le grand cycle de l’eau
26. Zie ook: Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – LEEGLOOPTIJD VAN EEN RETENTIEVOORZIENING – Leefmilieu Brussel
27. Zie ook: Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – EEN LOKAAL PROJECT MODELLEREN – Leefmilieu Brussel
28. Zie ook: Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – HYDROLOGISCHE DOELSTELLINGEN, DOELSTELLINGEN VOOR DE AFMETINGEN – Leefmilieu Brussel

Dit project bestaat uit de omvorming van 110 ha industrieel braakliggend terrein tot een site voor nieuwe technologieën. Het is een gemengde wijk met kantoren, woningen, voorzieningen en diensten. Het industriële erfgoed en het water vormen de structurerende elementen van de wijk. Het regenwater van de site wordt in open lucht gravitair opgevangen en afgevoerd door geulen die uitmonden in een siertuin die ook als opslagbassin fungeert.

Het water op de locatie wordt behandeld in een zuiveringsinstallatie. Het wordt in twee fasen behandeld. De opslag in de kanalen leidt tot bezinking: de koolwaterstofdeeltjes hechten zich vast aan stoffen in suspensie die in de kanalen bezinken. Vervolgens wordt de zuivering in de tuin voortgezet door middel van fytoremediatie. Voor de planten in de watertuin heeft men lokale soorten gekozen die aangepast zijn aan vochtige gebieden. De waterverversingsgraad en de diepte van de kanalen zijn gedimensioneerd om bederf en opwarming te voorkomen.

Limiter le rabattement de la nappe

Le rabattement de nappe s'avère parfois nécessaire pour éviter que de l'eau ne remonte dans les infrastructures enterrées – parkings souterrains, métro, etc… - par pression de la nappe. Dans ce cas un dispositif de pompage permanent des eaux de nappes est placé pour rejeter ces eaux vers un exutoire. Les rejets d'eau claire vers les réseaux d'égouttage viennent se mêler aux eaux usées et réduisent les performances des stations d'épuration (de la même façon que pour l'eau de pluie rejetées à l'égout). Pour pallier ce problème, il est judicieux de limiter les constructions en sous-sol lorsque la nappe est affleurante…

Si le rabattage ne peut pas être évité, il est alors indiqué de considérer les moyens d'exploiter ces eaux claires directement sur place. Elles peuvent par exemple participer à la constitution de trames bleues permanentes, servir pour arroser les espaces verts (même en plein été), avant d'être retournées directement au milieu naturel sans transiter par les égouts.

WAT

WAT 03.02 - Wordt het consumptiewater duurzaam manier beheerd?

Ambitie: De hoeveelheid en de aard van het verbruikte water in zowel open ruimtes als gebouwen optimaliseren.

De ambitie is om onnodig verbruik te vermijden, zeker als het om drinkwater gaat. Dit verbruik kan worden geoptimaliseerd, met name dankzij een ontwerp dat de behoeften vermindert. Regenwater en gezuiverd grijs water kunnen worden opgevangen en hergebruikt voor niet-drinkbare toepassingen (huishoudelijk gebruik, onderhoud van groene ruimtes en andere open ruimtes ...). Zo kunnen verschillende maatregelen effectief zijn.

De behoeften aan water op wijkniveau verminderen

De eerste maatregel is het **besparen van drinkwater**[29] door het gebruik van waterbesparende systemen in gebouwen. Dit is uiteraard het hele jaar door wenselijk, maar wordt vooral noodzakelijk in periodes van schaarste en waterstress.

Deze zoektocht naar waterbesparing kan zich ook uiten in het minimaliseren van de behoeften vanaf het ontwerp van gebouwen en openbare ruimtes:

- **De reinigingsbehoeften minimaliseren** (vooral door de keuze van de verhardingen);
- **De behoefte aan besproeiing minimaliseren**, bijvoorbeeld door groene ruimtes te ontwerpen die geen begieting nodig hebben, of door de voorkeur te geven aan planten die weinig verbruiken bij warm weer;
- **De voorkeur geven aan inheemse planten** die, wanneer ze uitdrogen, weer groen worden zodra het regent;
- Voor behoeften die niet verder kunnen worden ingeperkt, moet **voorrang worden gegeven aan het gebruik van niet-drinkbaar water** dat binnen de wijk wordt teruggewonnen.

De verschillende mogelijke waterbronnen valoriseren
In lijn met de strategieën om de waterkringloop te optimaliseren, wordt niet-drinkbaar water gebruikt om de behoeften aan niet-drinkbaar water van de wijk te dekken ... Zo uitgedrukt, lijkt dat vanzelfsprekend. En toch gebeurt het momenteel niet in de praktijk.

Meer nog, waterrecyclage hoeft niet noodzakelijk beperkt te zijn tot het hergebruik van regenwater. Dat is soms niet geschikt voor bepaalde toepassingen. En vooral is het er niet wanneer men het nodig heeft. Daarom kan men installaties voorzien die verschillende soorten water op complementaire wijze terugwinnen en hergebruiken. Er zijn verschillende mogelijke bronnen:

---

29. Zie ook: Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen – REGENWATERWINNING EN -GEBRUIK – Leefmilieu Brussel

- **Regenwater** dat wordt **opgevangen** in de wijk;
- **Grijs water**, d.w.z. water dat licht vervuild is door huishoudelijke activiteiten, voornamelijk met zeepresten (douchewater, keuken, wasmachines enz.);
- **Water van de secundaire kring**, d.w.z. hergebruikt water, zoals afgevoerd zwembadwater, industrieel water;
- **Bemalingswater**, dat rechtstreeks in het net voor afvalwater wordt geloosd en zo de prestaties van de waterzuiveringsinstallaties aantast, zonder zelfs aan het blauwe netwerk ten goede te komen[30].

Om te profiteren van deze andere soorten water, moet men ze terugwinnen waar ze zich bevinden ... Hoewel er waarschijnlijk nog geen kaarten zijn die deze alternatieve bronnen vermelden, zal een blik op de wijk de nieuwe mogelijkheden van het zwembad, het kanaal of, op een meer complex niveau, de metro of ondergrondse parkeergarage en andere ondergrondse infrastructuur onthullen; infrastructuren die wegens hun diepte waarschijnlijk een permanente verlaging van de grondwaterspiegel zullen vereisen en dus een bron van bemalingswater zullen vormen.

Afhankelijk van het verdere gebruik zal het hergebruikte water indien nodig ter plaatse worden gezuiverd.

30. Zie ook: Du réseau d'eau non potable à l'optimisation de la ressource en eau, Atelier Parisien d'Urbanisme

WAT

WAT 04 - Valoriseert de wijkinrichting de aanwezigheid van het water bij de gebruikers?

Ambitie: De waterkringloop valoriseren, zodat hij een toegevoegde waarde kan bieden voor de mens en een didactische dimensie kan krijgen

De waterkringloop kan zichtbaar worden gemaakt: door inrichtingen in dialoog met het water, door het valoriseren van zijn erfgoedkarakter, door de integratie van didactisch en/of ludiek materiaal ... Door hem in de schijnwerpers te zetten, raakt de waterkringloop beter bekend bij het publiek en wordt het respect voor het milieu bevorderd.

Er kunnen echter een aantal storende effecten zoals geurhinder, geluidsoverlast of de opkomst van vervelende insecten (muggen ...) optreden, die in parallel moeten worden aangepakt.

De waterkringloop zichtbaar maken

Het water is een essentiële getuige van de natuur in de stad, in de vorm van regen, planten, vochtigheid, als dynamiek, landschap, erfgoed en soms als bron van angst ... Als we het water goed kennen en goed doen kennen, kunnen we het beter begrijpen, ons ertegen beschermen maar ook ervan genieten. De bevestiging van de aanwezigheid van het water in de stad bevestigt het ook in de geest van de bevolking, van de gebruikers.

Zij moeten ervan genieten, deelnemen aan de risicopreventie en zich beschermen met talloze kleine voorzorgen die alleen zij kunnen nemen. Niet alleen de overheid moet optreden. Dat geldt des te meer voor een oude, wel of niet te renoveren wijk, die slechts in beperkte mate kan worden geherstructureerd om haar weerstand te verbeteren.

Er zijn vele manieren om dit erfgoed te behouden en te verbeteren. Denk bijvoorbeeld aan een combinatie van kunstmatige voorzieningen, zoals fonteinen en waterpartijen, of het benadrukken van deze voorzieningen met aanvullende inrichtingen, zoals een groene strook, zachte verkeerswijzen met wandelgebieden langs het blauwe netwerk, vlonders boven geulen, een ontwerp dat de waterloop in beeld brengt, of een netwerk voor het opvangen en beheersen van het regenwater in de open lucht. Dit bovengrondse beheer vormt een essentiële uitdaging voor het stedelijke landschap, ook op het vlak van de betrouwbaarheid, de duurzaamheid en de veerkracht.

Het grootste probleem is de uitvoering: het water aan de voet van gevels opvangen, het laten wegstromen in goten of kanalen zonder het onder de grond te verbergen, het voornamelijk in de open lucht opslaan en ervoor zorgen dat minstens twee keer per jaar een bovengrondse overstroming plaatsvindt om te voorkomen dat dit als een probleem wordt ervaren. Dit houdt ook in dat de kwaliteit van het water behouden blijft vooraleer het in de natuur aan de oppervlakte wordt geloosd, door middel van natuurlijke hulpmiddelen zoals filterende planten, lagunes, gereconstrueerde vochtige gebieden enz.

In ruil daarvoor plukt het stedelijk milieu de voordelen van een veilig, goedkoop en gemakkelijk te onderhouden netwerk dat kan worden verrijkt met een duurzame en nuttige vergroening, op grote en op kleine schaal verbonden met de omgeving.

Banyoles, Spanje – Mias Arquitectes

Het project is gericht op de opwaardering van de oude stad van Banyoles, waar vroeger voertuigen en voetgangers smalle straatjes in slechte staat moesten delen. De ooit schone irrigatiekanalen werden geleidelijk aan in het rioleringssysteem van de stad opgenomen.

Het principe van het project was dan ook om de volledige binnenstad autovrij te maken en het kanalensysteem op bepaalde plaatsen bloot te leggen en zo een route langs het water te creëren. De nieuwe bodembedekking is van travertijn.

Water Cathedral, Gun Architects – Santiago de Chile

De Water Cathedral is een horizontaal schip met hangende verticale elementen van verschillende hoogtes en dichtheden, die ruimtes genereren voor spel en rust. Het ontwerp volgt de metafoor van een grot: de stalagmieten zijn de betonnen zitelementen, de stalactieten zijn de hangende elementen die water verzamelen. Ze zijn kegelvormig, worden ondersteund door een extern stalen frame en zijn opgehangen aan een metalen rooster dat het regenwater opvangt. Vervolgens wordt het water opgeslagen in plastic zakken en druppelt het op de grond.

WAT

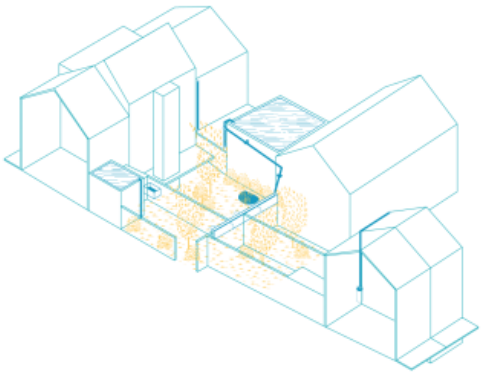
Het erfgoedkarakter versterken

De bevestiging van de aanwezigheid van het water en van zijn erfgoedkarakter draagt bij tot de vorming, onthulling en verrijking van het lokale patrimonium. Dat patrimonium versterkt de identiteit en het unieke karakter van een plaats. De aanwezigheid van water stelt de gebruikers in staat om het grondgebied beter te begrijpen en stimuleert de bewoners om zich er te vestigen.

Daarom is het ook noodzakelijk om **waterontwikkelingsprojecten bekendheid te geven**, het overleg rond deze projecten te vermenigvuldigen, evenementen te creëren tijdens de bouwfase en deze dynamiek te bestendigen door middel van waterfestivals, die vandaag de dag steeds talrijker zijn[31].

Het is essentieel om in gedachten te houden dat het water, hoewel het in de collectieve verbeelding een bron van poëzie, zuiverheid en plezier is, ook wordt gezien als een bron van risico's en overlast, vooral in de buurt van huizen, gebruikers en kinderen. Daarom is het belangrijk dat de bewoners de aanwezigheid van het water begrijpen.

Deze valorisatie kan vele vormen aannemen: informatiepanelen, educatieve vijvers, waterspelletjes (droge fonteinen), geulen met speel- en observatieruimtes, speeltuinen rond het thema "water" ... Men kan de nieuwe of gerehabiliteerde ruimtes ook namen geven die de aanwezigheid van water weerspiegelen, of het nu ondergronds, tijdelijk of permanent is, of men kan het oude erfgoed (molen, washuis enz.) in de kijker zetten of gewoon een ondergronds vak van een kanaal blootleggen.



Îlot d'Eau – Latitude Platform et la Faculté d'Architecture La Cambre Horta - ULB , Vorst
Îlot d'Eau is een project van participatieve workshops in het kader van het Duurzame Wijkcontract Abdij. Samen met de bewoners werd een codesignstrategie geïnitieerd om het waterbeheer op de schaal van het private woonblok te ontwikkelen.

31. Zie bijvoorbeeld de Brusselse Waterdagen

De ongemakken voor gebruikers beperken

De aanwezigheid van water en de ontwikkeling van de aquatische biotoop kunnen gepaard gaan met een min of meer ernstige overlast, zoals geurhinder, lawaai, de aanwezigheid van muggen ... Als de plaatselijke bevolking deze overlast niet aanvaardt, kan hij een averechts effect hebben op de waterstrategie. Hij mag dus niet worden onderschat. De volgende aandachtspunten moeten worden aangestipt:

- **Een regelmatig onderhoud van de bouwwerken plannen** om de ophoping van slib en rottend organisch materiaal te beperken;
- **De leeglooptijd** van tijdelijke overstromingsstructuren beperken;
- Natuurlijke **roofvijanden de kans geven om zich te vestigen** in en rond de voorzieningen voor het waterbeheer.

Merk op dat de logica van de wederopbouw van ecologische corridors ook bijdraagt tot het evenwicht van de waterbiotopen. In een stabiele en volledige ecologische omgeving wordt het risico van muggen bijvoorbeeld aanzienlijk verminderd door de aanwezigheid van hun natuurlijke vijanden, die een overmatige ontwikkeling beperkt (door het uitzetten in waterlichamen van vissen die zich voeden met muggenlarven ...).

WAT

BOUWPLAATS – HET WATER IN GEDACHTEN HOUDEN

WAT 05 - Is de bouwplaats duurzaam op het vlak van de waterkringloop?

Ambitie: Ervoor zorgen dat de waterkringloop niet wordt verontreinigd en dat het grondwaterpeil zo dicht mogelijk bij het natuurlijke niveau wordt gehouden

Tijdens de (soms langdurige) uitvoering van de werken zal een optimaal waterbeheer vochtige en natuurgebieden tegen elk risico van vervuiling beschermen. Bovendien moet het grondwaterpeil zo dicht mogelijk bij het natuurlijke niveau worden gehouden (mogelijk door herinfiltratie en herinjectie). Als water moet worden opgepompt, kan zijn valorisatie ter plekke het overwegen waard zijn.

Om deze doelstellingen te bereiken, is een coördinatie met de verschillende actoren op de site wenselijk

De vervuilingsrisico's voorkomen

Men kan maatregelen nemen om de netheid van de bouwplaats te verbeteren, met name om de zones voor de groene ruimtes en het regennetwerk te beschermen. Acties in deze zin kunnen op vele manieren worden uitgevoerd:
Opslagplaatsen voor niet-inerte producten/materialen die afvloeiingswater kunnen verontreinigen tegen regen beschermen;

- **Bezinkingstechnieken** toepassen op het laagste punt van de bouwplaats, om te voorkomen dat zanderig water wordt geloosd;
- De opslagplaatsen, de machinewasplaatsen en de in- en uitgangen van het terrein **ondoorlatend maken**, zodat afvloeiingswater kan worden opgevangen (waterdichte opvanggoten met slibvanger);
- **De lozing van helder water** naar voorzieningen voor het regenwaterbeheer organiseren;
- **De doorlatendheid van de natuurlijke bodem** en met name de infiltratievoorzieningen voor het beheer van het afvloeiingswater, niet aantasten tijdens de werken.

Het evenwicht van de grondwaterspiegel behouden

Het beheer van de bouwplaats moet de grondwaterspiegel zo dicht mogelijk bij zijn natuurlijke niveau houden. Daarom werkt men beter niet op het niveau van de grondwaterlaag. Indien nodig houdt de organisatie van de werf rekening met de schommelingen van de grondwaterspiegel, zodat er kan worden gewerkt in de periodes waarin het peil het laagst is.

Als laatste redmiddel, indien tijdens de werkzaamheden maatregelen moeten worden genomen om de grondwaterspiegel te verlagen, verdient het de voorkeur om het evenwicht van de grondwaterspiegel

stroomafwaarts van het terrein in stand te houden door herinfiltratie en herinjectie te bevorderen.
In dat geval is het ook interessant om na te denken over de mogelijkheden om het opgepompte water in het beheer van de bouwplaats te valoriseren.

Coördinatie van de actoren

De uitvoering van de waterbeheerstrategie vereist een tussen de verschillende stakeholderprofielen gecoördineerde transversale aanpak. Om het succes van deze implementatie te garanderen, moet men gebruikmaken van de juiste aannemers en hen tijdens de bouwfase informatie, opleidingen en ondersteuning aanbieden. De toepassing van zogenaamde “alternatieve” technieken zoals “plant engineering” in het stedelijke weefsel, leidt tot de overdracht (of althans de verdeling) van de lasten van de saneringssector naar de sector van de landschapsinrichting. En dat zowel op het niveau van de bestelling als op dat van het ontwerp en de uitvoering.

Wat de uitvoering betreft, gebeurt het vaak dat aannemers aan aanbestedingen deelnemen zonder over de juiste vaardigheden te beschikken. Ze missen de nodige kennis en uitrusting om de natuur in de stad te implementeren, niet als decor, maar als proces. Het is belangrijk dat zij voor de uitvoering samenwerken met landschapsaannemers die goed vertrouwd zijn met natuurlijke processen en “plant engineering”. De opdrachtgevers en ontwerpers moeten dan ook al in de fase van de raadpleging van de aannemers, bij de organisatie van de bouwplaats, bijzondere bestekken (BB’s) opstellen met een klemtoon op de noodzaak voor de aannemers om over specifieke vaardigheden op het gebied van “plant engineering” te beschikken.

Follow-up van de uitvoering

De multifunctionaliteit van openbare ruimtes met water vraagt een bijzondere aandacht, met name op het vlak van de hoogte-instelling, de materiaalkeuzes en de aansluiting op het ondergrondse netwerk. Dit vereist bijzondere vaardigheden en brengt soms extra kosten met zich mee. De aannemers moeten zeer duidelijk worden geïnformeerd, zodat ze deze vaardigheden en kosten kunnen opnemen in hun offertes voor aanbestedingen. Zo niet ontstaan er tijdens de werken strubbelingen tussen de aannemer en de opdrachtgever en komt het project in het gedrang.

Een nauwkeurige uitvoering van de werken vraagt een bijzondere aandacht van de aannemers. Opdrachtgevers en ontwerpers moeten de aannemers ondersteunen, zodat zij het project volledig respecteren, zo niet zal het ernstige problemen ondervinden.
Twee voorbeelden:

- Omdat een afvloeiingshelling niet wordt nageleefd, moet men een opvoerpomp inzetten en een kanalisering in open lucht met haar groene omgeving uit het project schrappen.
- Een occasioneel overstroombaar stadsplein moet een bepaalde diepte hebben om een aanzienlijke opslagcapaciteit te kunnen bieden. De afmetingen van de verdieping moeten nauwkeurig worden berekend, niet alleen om de verwachte capaciteit op te leveren maar ook en vooral opdat het plein compatibel zou blijven met zijn stedelijke functies: geen risico’s voor de gebruikers met zich meebrengen, toegankelijk zijn

voor personen met beperkte mobiliteit, geen hek vereisen en zijn primaire functies behouden, ook tijdens overstromingsperiodes. Heel vaak hangt het succes af van een centimeter meer of minder, van de dikte van een materiaal, een traptrede enz. Het is dus belangrijk dat men deze punten tijdens de overlegfase en vervolgens tijdens de bouwfase benadrukt.

Bij de oplevering van de werkzaamheden moeten de hydraulische inrichtingen zorgvuldig worden gecontroleerd, zo nodig met een gedeeltelijke vulling. Een verkeerde hoogte-instelling, een slecht geplaatste debietregelaar, filters die verstopt of beschadigd zijn door afzettingen op de bouwplaats – dit gebeurt zeer vaak! – kunnen een nochtans zorgvuldig ontworpen en gedimensioneerde voorziening verknoeien.

Behoud van de ambities op lange termijn

Stedenbouw is een proces op lange termijn. Het is niet ongebruikelijk dat er meer dan twintig jaar voorbijgaan tussen de eerste ideeën en de oplevering van het laatste gebouw in een nieuwe of gerenoveerde wijk. Gedurende deze twintig jaar zijn veel actoren bij het proces betrokken geweest. Voor elk van de ontworpen of gerenoveerde gebouwen of openbare ruimtes werd een team van de opdrachtgever (ontwikkelaar, planoloog ...) en een ontwerpteam (architect, studiebureau, landschapsarchitecten) gevormd, en eventueel een vereniging van bewoners of gebruikers. Al deze personen kunnen na verloop van tijd vervangen worden.
In die context is het moeilijk om te blijven focussen op de uitdagingen van de beheersing van het regenwater en de vereiste maatregelen. Vandaar de noodzaak om deze maatregelen te integreren in een breder project met een ruimere ambitie (de wijk koppelen aan een waterloop door middel van een blauw en groen netwerk, de aanleg van een corridor voor biodiversiteit, streven naar 0 lozingen van regenwater of naar een milieulabel, enz.) en er duidelijk geïdentificeerde en gefinancierde middelen voor vrij te maken.
Nogmaals, het grootste probleem met deze alternatieve benadering van het regenwater ligt in het beheer van haar uitvoering. Als die fase geslaagd is, zal deze benadering alle verwachte kwaliteiten opleveren.

BEHEER

WAT 06 - Is het waterbeheer gestructureerd?

Ambitie: De projectbeheerder begeleiden door middel van een waterbeheerplan en de gebruikers en lokale overheden betrekken bij het waterbeheer op wijkniveau

De uitwerking van een waterbeheerplan binnen de wijk kan een interessante leidraad zijn om de aanwezigheid en het beheer van water te optimaliseren. Het plan kan al tijdens het ontwerp uitgewerkt zijn, maar zal pas worden uitgevoerd naarmate het wijkproject vordert en tijdens het latere het gebruik. Het plan kan eventueel het creëren van een “structuur” beogen voor een gemeenschappelijk en effectief regenwaterbeheer waarbij de beheerders, lokale overheden en gebruikers betrokken zijn.

Opstellen van een beheergids of -plan

Zijn de operationele en beheersprocedures voor de verschillende voorzieningen en installaties naar behoren gecommuniceerd en hebben de operatoren ze begrepen?

De hydrologische functie van overstromingsgebieden, fytoremediatiesystemen, installaties die water voor begieten integreren enz. is niet altijd duidelijk. Na verloop van tijd kunnen de operatoren ze verwaarlozen. De onderhoudsprocedures, die de projecteigenaar op het moment van de werken goed begrijpt, worden mogelijk niet correct doorgegeven aan de beheerder, die ze zelf op zijn beurt verkeerd doorgeeft aan zijn opvolger, enz.

Het is daarom aanbevolen om de uitvoerders te gelasten een document op te stellen dat aan het eind van de werkzaamheden aan de opdrachtgever moet worden voorgelegd en waarin het toegepaste systeem nauwkeurig wordt beschreven, met nauwkeurige onderhoudsprocedures.

Het gaat niet alleen om de zogenaamde verificatieplannen, die wel nauwkeurig zijn maar niet erg educatief en die geen commentaren bevatten. Het betreft ook grafische en schriftelijke documenten, met andere woorden communicatiedocumenten die aan iedereen – de tuinman, de bewaker, de verantwoordelijke van de schoonmaakdienst enz. – de werking van het systeem uitleggen ongeacht de schaal, van die van een wijk tot die van een enkel dak.

Een begeleidend document (“as-built”, onderhoudsgids, financiering, enz.) kan naar de sitebeheerder worden gestuurd en worden gebundeld in een postinterventiedossier dat specifiek betrekking heeft op de hydraulische werken en hun onderhoud.

Een structuur voor gemeenschappelijk beheer oprichten

De overdracht van het waterbeheer, zelfs gedeeltelijk, van de saneringssector aan de landschapssector, is een essentiële uitdaging maar vereist de betrokkenheid van diensten die niet de gewoonte, de

vaardigheden of de middelen hebben om er de lasten en verantwoordelijkheid van op te nemen.
Op gemeentelijk niveau bijvoorbeeld krijgt de groendienst plotseling de opdracht om bouwwerken voor tijdelijke regenwateropslag (zoals een overstroombaar park) of zelfs waterzuiveringssystemen (planten met fytoremediërende werking) aan te leggen en te onderhouden, of moet hij zijn praktijken veranderen, bijvoorbeeld op het gebied van het planten en begieten.

Deze nieuwe taken moeten absoluut door de volledige dienst worden aanvaard. Daarom moeten ze, naast de voorafgaande informatie en raadpleging, vergezeld gaan van financiële middelen die legitiem kunnen worden verstrekt door de met de sanering belaste dienst, die zijn werk immers verlicht ziet .

REFERENTIES

Algemene documenten

Studie naar vernieuwende projecten op het vlak van regenwaterbeheer in de openbare ruimte en op wegen – Leefmilieu Brussel
http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/STUD_EaudePluie_EspacePublic_NL.PDF

Guide de gestion des eaux pluviales. MDDEP. Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain. Rivard, G., et al.
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/pluviales/partie1.pdf

European Natural Water Retention Measures
http://www.nwrm.eu

La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, Québec
www.mamrot.gouv.qc.ca

Guide de gestion durable des eaux pluviales de Lille Métropole Lille Métropole Communauté urbaine, CETE Nord – Picardie, Agence de l'Eau Artois
http://parcsactivites-lilllemetropole.fr/files/live/sites/lmcu/files/docs/KIOSQUE/Maison-Edition/EAU/Guide-eaux-pluviales-LilleMetropole_dec2012.pdf

Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines : Document d'orientation pour une meilleure maîtrise des pollutions dès l'origine du ruissellement, Agence de l'Eau Seine Normandie
http://www.eau-seine-normandie.fr/sites/public_file/docutheque/2017-03/Document_d_orientation_bonne_gestion.pdf

Du réseau d'eau non potable à l'optimisation de la ressource en eau, Atelier Parisien d'Urbanisme
http://www.apur.org/sites/default/files/documents/reseau_eau_non_potable_partie1.pdf

Un zonage pluvial pour Paris : réintégrer les eaux pluviales dans le grand cycle de l'eau
http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/51293/2C53-458NEZ.pdf?sequence=1

L'ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques : études de cas, ASTEE France
https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00966868/file/gr2013-pub00039942.pdf

WAT

Praktische gidsen

Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – METHODOLOGIE VOOR “DUURZAAM WATER IN EEN WIJK” – Leefmilieu Brussel
http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/geq01_methodo_nl_20150131.pdf

Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – GEBRUIKSAANWIJZING – Leefmilieu Brussel
http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/geq02_modeemploi.pdf

Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – EEN LOKAAL PROJECT MODELLEREN – Leefmilieu Brussel
http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/geq03_projetlocal.pdf

Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – VOORBEELD TER ILLUSTRATIE – Leefmilieu Brussel
http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/geq04_exemple.pdf

Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – LEEGLOOPTIJD VAN EEN RETENTIEVOORZIENING – Leefmilieu Brussel
http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/geq05_dureevidange.pdf

Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – POTENTIËLE ZONES VOOR DE INSIJPELING VAN REGENWATER – Leefmilieu Brussel
http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/geq06_-_carte_infiltration_eau_pluviale_-_kaart_hemelwater_infiltratie.pdf

Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – HYDROLOGISCHE DOELSTELLINGEN, DOELSTELLINGEN VOOR DE AFMETINGEN – Leefmilieu Brussel
http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/geq07_objhydro_nl_20150131.pdf

Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – REGENBOMEN – Leefmilieu Brussel
http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/geq08_arbrespluie.pdf

Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – VOORZIENINGEN VOOR VOORBEHANDELING, FILTRATIESTROOK EN REGENTUIN – Leefmilieu Brussel
http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/geq09_pretraitement.pdf

Infofiches – Duurzame wijken: Beheertool van het regenwater op wijkniveau – Praktische aanbeveling – GEULEN – Leefmilieu Brussel

Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen – WATERBEHEER – ALGEMEEN – Leefmilieu Brussel
http://app.leefmilieubrussel.be/handleiding_duurzaam_gebouw/(S(lfknwla5raq0y44550wpf2zg))/docs_NL/WAT00_NL.pdf

Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen – HET REGENWATER OP HET PERCEEL BEHEREN – Leefmilieu Brussel
http://app.leefmilieubrussel.be/handleiding_duurzaam_gebouw/(S(lfknwla5raq0y44550wpf2zg))/docs_NL/WAT01_NL.pdf

Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen – REGENWATERWINNING EN -GEBRUIK – Leefmilieu Brussel
http://app.leefmilieubrussel.be/handleiding_duurzaam_gebouw/(S(lfknwla5raq0y44550wpf2zg))/docs_NL/WAT03_NL.pdf

Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen – RECYCLAGE VAN GRIJS WATER IN SITU – Leefmilieu Brussel
http://app.leefmilieubrussel.be/handleiding_duurzaam_gebouw/(S(lfknwla5raq0y44550wpf2zg))/docs_NL/WAT04_NL.pdf

Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen – EEN GROENDAK AANLEGGEN– Leefmilieu Brussel
http://app.leefmilieubrussel.be/handleiding_duurzaam_gebouw/(S(lfknwla5raq0y44550wpf2zg))/docs_NL/TER06_NL.pdf

Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen – EEN GROENE GEVEL REALISEREN – Leefmilieu Brussel
http://app.leefmilieubrussel.be/handleiding_duurzaam_gebouw/(S(lfknwla5raq0y44550wpf2zg))/docs_NL/TER07_NL.pdf

WAT

Plannen en reglementering

Gewestelijk Bestemmingsplan (GBP)
https://stedenbouw.irisnet.be/spelregels/bestemmingsplannen/het-gewestelijk-bestemmingsplan-gbp

Potentiële zones voor infiltratie van hemelwater (Brussels Hoofdstedelijk Gewest)
http://www.environnement.brussels/sites/default/files/user_files/geq06_-_carte_infiltration_eau_pluviale_-_kaart_hemelwater_infiltratie.pdf

Kaart van waterlopen en vijvers in Brussel
http://geoportal.ibgebim.be/webgis/water.phtml?langtype=2060

Overstromingskaarten voor het Brussels Gewest
https://leefmilieu.brussels/themas/water/water-brussel/regenwater-en-overstromingen/overstromingskaarten-voor-het-brussels

Kaart van de Groene Wandeling
https://leefmilieu.brussels/themas/groene-ruimten-en-biodiversiteit/de-groene-wandeling

Groen en blauw netwerk - Leefmilieu Brussel
https://environnement.brussels/sites/default/files/content/maillage_vert_bleu_nl.pdf

Kaart van Brussel, Waterstad!
http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/MAP_20150227_CarteEau_NL_vect.pdf

Historische kaarten en documenten:
- Ferraris-kaart (1770): https://www.kbr.be/en/the-ferraris-map/
- topografische kaart van 1858: http://www.reflexcity.net/bruxelles/plans/10-carte-topo-1858.html
- oude luchtfoto's: http://bruciel.brussels/
- oude en huidige foto's van het "satelliettype" (2001): Google Maps