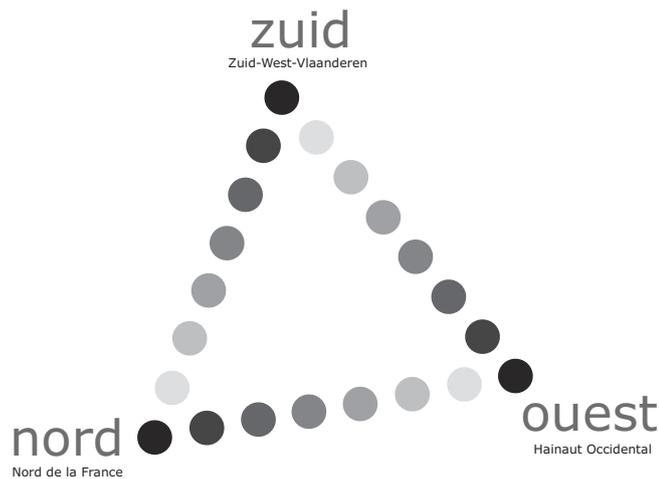


11

**Techniques de rétention
des eaux de pluie**

**Retentie van regenwater:
overzicht van beschikbare technieken**

SAFEGE - Jean Vuathier



Een andere kijk

Grensoverschrijdend samenwerken verandert je kijk op je omgeving.

Dat geldt overall, wat ook het doel van de samenwerking moge zijn; en dat geldt hier nog meer, waar we bouwen aan een grensoverschrijdende metropool van Europees belang.

Je verruimt je blik, je ziet meer. Je stelt vast dat le Nord aan je zuidkant ligt, en jouw Zuid in hun noorden; en West (Henegouwen) blijkt dan weer het oosten te zijn. In je vertrouwde omgeving ontdek je onvermoede rijkdommen.

Grensoverschrijdend samenwerken hou je niet vol als je geen ambities noch strategieën bepaalt, geen vriendschap noch verstandhouding bouwt, geen kennis verzamelt. De activiteiten van de GPCI (samen beslissen om te bouwen aan een grensoverschrijdende metropool) doen ideeën ontstaan, en ambities, strategieën en projecten... die de maatschappelijke krachten aan weerszij van de grens motiveren en tot nauwere samenwerking inspireren.

Enkele honderden actoren, deskundigen, bevoorrechte getuigen en beleidsvoerders werken daartoe samen. Uit hun debatten, getuigenissen, onderzoeken en beslissingen zijn al talrijke deelstudies ontstaan, met als kroon op het werk de *Strategie voor een grensoverschrijdende metropool*.

De uitgave van de "*Cahiers en Dossiers van het Grensoverschrijdend atelier*" (eerst in het kader van het "Grootstad"-project, en nu dank zij een ad hoc Interreg-financiering) zorgt ervoor dat die productie ook ruimere bekendheid geniet, en dat ze de beleidsbeslissingen blijvend inspireert.

Het gaat er immers niet alleen om ambities te bepalen en kennis te verzamelen, maar vooral om projecten te realiseren die onze regio en onze manier van samenwerken ingrijpend vernieuwen en verbeteren. Dat is grensoverschrijdende metropoolvorming: een doordacht antwoord op de uitdagingen van een onzekere toekomst.

Changer le regard

Qu'il s'agisse de coopération transfrontalière au sens large (quel que soit le territoire, le temps ou l'objet), ou de la construction d'une métropole franco-belge de dimension européenne (qui est l'objet de notre action, ici et maintenant), la coopération transfrontalière implique toujours un changement de regard. On constate que le Nord se trouve au Sud et l'Occident à l'Est... le regard s'ouvre, il s'élargit et s'enrichit; et dans un territoire que pourtant on croyait familier on découvre des richesses inattendues.

La coopération transfrontalière se nourrit d'ambitions et de stratégies, de connivences et d'amitiés, et de savoirs. Les travaux de la COPIT (décider ensemble pour bâtir une métropole transfrontalière) font émerger des idées, des ambitions, des stratégies, des projets... pour les faire partager. Ils rapprochent les acteurs du développement territorial et inspirent leurs actions.

Quelques centaines d'acteurs, experts, témoins et décideurs travaillent ensemble. Leurs discussions, témoignages, expertises et décisions ont déjà produit plusieurs études thématiques et (pour les couronner) la *Stratégie pour une métropole transfrontalière*.

La réalisation des "*Cahiers et Dossiers de l'Atelier transfrontalier*" (d'abord dans le cadre du projet "Grootstad", et maintenant grâce à un financement Interreg spécifique) facilite la diffusion de cette production, pour qu'elle inspire durablement les décisions politiques.

Car au-delà des ambitions et des savoirs, il s'agit de réaliser des projets qui transforment notre territoire et notre façon de travailler ensemble. C'est la métropolisation transfrontalière: un pari raisonné sur l'avenir.



ce projet bénéficie du soutien du Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) dans le cadre du programme Interreg 3a France-Wallonie-Vlaanderen

dit project wordt gesteund door het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO) in het kader van het Interreg 3a programma France-Wallonie-Vlaanderen

11

**Techniques de rétention
des eaux de pluie**

**Retentie van regenwater:
overzicht van beschikbare technieken**

SAFEGE - Jean Vuathier

INHOUDSOPGAVE

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| SITUERING VAN DE STUDIE | 5 |
| DE AUTEUR | 8 |
| DEEL 1: KORTE BESCHRIJVING VAN DE REGIO | 10 |
| 1.1 Watervoorraden | 10 |
| 1.1.1 Oppervlaktewater | 10 |
| 1.1.2 Grondwater | 12 |
| 1.2 Gebruiken | 14 |
| 1.2.1 Het verbruik | 14 |
| 1.2.2 Drinkwatervoorziening: lokale oplossingen | 14 |
| 1.2.3 Industrie en landbouw | 16 |
| 1.3 Waterbeheer | 16 |
| 1.3.1 Afvalwater | 16 |
| 1.3.2 Regenwater | 16 |
| DEEL 2: TECHNIEKEN OM HET WATER OP TE VANGEN EN TE HERGEBRUIKEN | 18 |
| 2.1 Inleiding | 18 |
| 2.2 Technieken | 18 |
| 2.2.1 Wacht- en infiltratiebekkens | 18 |
| 2.2.2 Greppels | 26 |
| 2.2.3 Infiltratieputten | 30 |
| 2.2.4 Infiltratiegeulen | 36 |
| 2.2.5 Rijwegen met reservoirstructuur | 40 |
| 2.2.6 Regenputten – individuele recyclage | 46 |
| 2.2.7 Bufferopslag in daken | 50 |
| 2.2.8 Teelttechnieken | 52 |
| 2.2.9 Wallen (of plooiën) | 54 |
| 2.2.10 Geulen met gras | 58 |
| 2.2.11 Dijkjes | 62 |
| 2.2.12 Irrigatie vanuit een opvangbekken op een heuvel | 66 |
| 2.2.13 Renovatie van oude schuifstelsels | 68 |
| 2.2.14 overstroombaar weiland | 70 |
| 2.3 Overzicht van de stedelijke technieken | 72 |
| 2.4 Overzicht van de landelijke technieken | 74 |
| 2.5 Keuzecriteria | 74 |
| 2.6 Kunstmatig bijvullen van grondwaterlagen: mogelijkheden en beperkingen | 76 |
| DEEL 3: ORIËNTATIES PER SECTOR | 78 |
| 3.1 Stedenbouw | 78 |
| 3.2 Bouw | 78 |
| 3.3 Industrie | 78 |
| 3.4 Landbouw en landelijke omgeving | 78 |
| SYNTHESE | 80 |
| BIJLAGEN | 82 |
| SAMENVATTING | 84 |

SOMMAIRE

| | |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| CADRAGE DE L'ÉTUDE | 6 |
| L'AUTEUR | 9 |
| 1° PARTIE: BRÈVE CARACTÉRISATION DU TERRITOIRE | 11 |
| 1.1 La ressource | 11 |
| 1.1.1 Les eaux de surface | 11 |
| 1.1.2 Les eaux souterraines | 13 |
| 1.2 Les usages | 15 |
| 1.2.1 Les consommations | 15 |
| 1.2.2 L'alimentation en eau potable : les solutions locales | 15 |
| 1.2.3 Les industriels et l'agriculture | 15 |
| 1.3 La gestion de l'eau | 17 |
| 1.3.1 Les eaux usées | 17 |
| 1.3.2 Les eaux pluviales | 17 |
| 2° PARTIE: "RETENIR L'EAU ET LA RÉUTILISER" : LES TECHNIQUES | 19 |
| 2.1 Introduction | 19 |
| 2.2 Les techniques | 19 |
| 2.2.1 Les bassins de retenue et d'infiltration | 19 |
| 2.2.2 Les noues | 27 |
| 2.2.3 Les puits d'infiltration | 31 |
| 2.2.4 Les tranchées d'infiltration | 37 |
| 2.2.5 Les chaussées à structure réservoir | 41 |
| 2.2.6 Les citernes – le recyclage individuel | 47 |
| 2.2.7 Le stockage tampon en toitures | 51 |
| 2.2.8 Les pratiques culturales | 53 |
| 2.2.9 Les banquettes (ou plis) | 55 |
| 2.2.10 Les chenaux enherbés | 59 |
| 2.2.11 Les diguettes | 63 |
| 2.2.12 Les retenues collinaires en irrigation | 67 |
| 2.2.13 Les réhabilitations d'anciens vannages | 69 |
| 2.2.14 Les prairies inondables | 71 |
| 2.3 Rappel des techniques urbaines | 73 |
| 2.4 Rappel des techniques rurales | 73 |
| 2.5 Les critères de choix | 75 |
| 2.6 Recharge artificielle d'aquifères : possibilités et limites | 75 |
| 3° PARTIE: ORIENTATION PAR SECTEUR | 79 |
| 3.1 Urbanisme | 79 |
| 3.2 Bâtiment | 79 |
| 3.3 Industrie | 79 |
| 3.4 Agriculture et milieu rural | 79 |
| SYNTHÈSE | 80 |
| ANNEXES | 83 |
| RÉSUMÉ | 84 |

Colophon - Colofon

Editeur responsable -
Verantwoordelijke uitgever :
Jef Van Staeyen
COPIT – GPCI

bureaux - *kantoor*
rue de l'Echauffourée 1 B 7700 Mouscron
siège social - *maatschappelijke zetel*
1 rue du Ballon F 59034 Lille cedex

info@copit-gpci.org
www.copit-gpci.org

Conception graphique et mise en page -
Grafisch concept & layout :
StockGraphicDesign – Kortrijk
Impression - *Druk* : Drukkerij Beyaert – Kortrijk
Publication - *Publicatie* : 11-2004

Rédaction finale de ce numéro -
Eindredactie van dit nummer :
Sylvain Normand & Jef Van Staeyen

Cadrage de l'étude
Situering van de studie

In het kader van zijn vorige publicaties:

- Dossier 3, "Het beheer van de watervoorraden" (integrale versie) (Cathy Denimal 1998) en
- Cahier 4, "Het beheer van de watervoorraden" (samenvattende versie) (Cathy Denimal 1999) legde het Grensoverschrijdend atelier zich toe op de problematiek van het water.

Dankzij die studies kon worden vastgesteld dat de kwaliteit van de watervoorraden achteruitgaat en dat het peil van de watervoerende lagen daalt.

De overheid trof talloze maatregelen om de kwaliteit van het water te verbeteren en voerde doeltreffende zuiveringsmethodes in. Toch wordt neerslag, ondanks haar belang voor onze streek, vaker beschouwd als iets hinderlijks dan als een troef. Regenwater wordt snel afgevoerd.

De studie die het bureau SAFEGE uitvoerde, en die we in dit cahier publiceren, moet toelaten een handleiding op te stellen van voor onze regio toepasbare technieken voor het vasthouden of de infiltratie van regenwater – al zal voor het hergebruik van dat water, en voor zijn kwaliteit, nog bijkomend onderzoek nodig zijn. In die zin is de studie van SAFEGE al haar beloften nagekomen.

Het onderzoek begon met de verkenning van het referentiegebied van de GPCI, aan de hand van de studies die Cathy Denimal eerder uitvoerde, en van de in het Atelier beschikbare documentatie. Vervolgens onderzocht het studieteam de momenteel gebruikte toepassingen van technieken voor het ophouden van regen- of afvloeiend water. Zo werden talrijke contacten gelegd met onder meer de Communautés urbaines van Bordeaux en Lyon. Dat resulteerde in goed geïllustreerde technische fiches, met daarin de definiëring en het principe van elke techniek, de beperkingen en voorzorgsmaatregelen en tenslotte ook enkele gebruiksvoorbeelden.

Voorliggend document is een samenvatting van de studie, die in 2001 werd uitgevoerd.

Dans le cadre de ses publications antérieures :

- Dossier 3, "La gestion des ressources en eau" (version intégrale) (Cathy Denimal 1998) et
 - Cahier 4, "La gestion des ressources en eau" (version de synthèse) (Cathy Denimal 1999),
- l'Atelier transfrontalier s'est déjà intéressé à la problématique de l'eau.

Ces études lui ont permis de constater la dégradation qualitative des ressources en eau, ainsi que l'abaissement des niveaux des réserves en eau souterraine.

De nombreuses mesures ont été prises par les pouvoirs publics afin d'améliorer la qualité de l'eau en instaurant des méthodes efficaces d'assainissement. Toutefois, la pluie, manne céleste de notre région, est plus souvent considérée comme une nuisance, que comme un atout. La tendance étant dès lors à l'évacuation rapide de cette eau.

L'étude confiée au bureau SAFEGE, présentée dans ce cahier, devait donc permettre d'élaborer un guide des techniques de rétention ou d'infiltration d'eau, applicables à notre territoire, tout en sachant que la réutilisation de cette eau nécessiterait d'approfondir les recherches en ce qui concerne sa qualité. En ce sens, le travail de SAFEGE a tenu toutes ses promesses.

L'étude a débuté par une prise de contact avec le territoire de référence sur base des études de Cathy Denimal et de la bibliographie disponible à l'Atelier. Par la suite, l'équipe a recherché des applications de techniques de rétention d'eau de pluie ou de ruissellement existantes. C'est ainsi que de nombreux contacts ont été pris avec entre autres les Communautés urbaines de Bordeaux et de Lyon. Ceci a donné lieu à la rédaction de fiches techniques, richement illustrées, reprenant la définition et le principe, les limites et les précautions et les exemples d'emploi.

Le présent document constitue une synthèse de l'étude, réalisée en 2001.

De auteur

Deze studie werd uitgevoerd door het bureau van raadgevende ingenieurs SAFEGE (Société Anonyme Française d'Études et de Gestion). SAFEGE is een bedrijf voor engineering en advies en moederonderneming van een groep van Franse en buitenlandse maatschappijen met meer dan 800 werknemers. De activiteiten van het bureau situeren zich op vier vlakken: water, milieu, nutsvoorzieningen, en beheer van de openbare diensten.

De studie werd geleid door Jean VUATHIER, die verantwoordelijk is voor de afdeling "waterzuivering" van de dienst "stedelijk waterbeheer" van SAFEGE.

Hij kon rekenen op de medewerking van:

- Annelise BALADES, ingenieur in de hydraulica. Zij beschikt over een dubbele bekwaamheid (zuivering en rivierhydraulica) en realiseerde in het bijzonder het hydraulische gedeelte van het project Seine-Nord.
- Stéphane BOUSQUET, gediplomeerd ingenieur van de Ecole Polytechnique.
- Pascale ANTONUS, ingenieur in de hydrogeologie.
- Guillaume BOULASSIER, ingenieur.
- Virginie SOULIER, ingenieur in de hydraulica.
- Philippe BARON, ingenieur in de hydrogeologie.

L'auteur

Cette étude a été réalisée par le bureau d'Ingénieurs Conseils : SAFEGE (Société Anonyme Française d'Études et de Gestion). SAFEGE est une société d'ingénierie et de conseils, maison mère d'un groupe de sociétés françaises et étrangères comptant plus de 800 personnes, dont les activités s'exercent dans quatre domaines : l'eau, l'environnement, le génie urbain et la gestion de services publics.

La mission a été dirigée par Jean VUATHIER, responsable de la section assainissement au département hydraulique urbaine de SAFEGE.

Il a été secondé par :

- Annelise BALADES, ingénieur hydraulicien, qui dispose d'une double compétence assainissement – hydraulique fluviale et qui a notamment réalisé le volet hydraulique du projet Seine-Nord.
- Stéphane BOUSQUET, ingénieur diplômé de l'Ecole Polytechnique.
- Pascale ANTONUS, ingénieur hydrogéologue.
- Guillaume BOULASSIER, ingénieur.
- Virginie SOULIER, ingénieur hydraulicien.
- Philippe BARON, ingénieur hydrogéologue.

Techniques de rétention des eaux de pluie

Retentie van regenwater: overzicht van beschikbare technieken

SAFEGE - Jean Vuathier (2001)

Deel 1

Korte beschrijving van de regio¹

1.1 Watervoorraden

1.1.1 OPPERVLAKTEWATER

Overzicht

Het hydrografische hoofdnetwerk van de Frans-Belgische metropool bestaat uit waterwegen (rivieren en kanalen): Schelde, Leie en Deûle, het Spierekanaal (Canal de Roubaix), de kanalen Kortrijk-Bossuit, Roeselare-Leie enz.²

De langs- en dwarsprofielen van die waterlopen werden door de mens aangepast om de riviervaart te vergemakkelijken. De natuurlijke meanders van Leie en Schelde zijn "dode armen" geworden, die enkel nog in verbinding staan met de hoofdrivier via stroomop- en/of -afwaartse verbindingen – of die vaak zelfs geen enkele binding meer hebben met de gekanaliseerde rivier (vooral wanneer teveel grond gestort moest worden). Omwille van hun isolement zijn dode armen ecologisch kwetsbare entiteiten.

Het merendeel van de voorraad aan oppervlaktewater bevindt zich in die grote waterwegen. Dat is problematisch voor stedelijke en industriële zones die ver van de waterlopen verwijderd liggen, waar ze niet over grote voorraden oppervlaktewater beschikken. Er zijn maar enkele belangrijke waterkeringen (grote meren of stuwdammen). Oppervlaktewater wordt weinig of niet opgeslagen: het stroomt via de benedenloop gewoon uit de regio weg.

De kwaliteit van het oppervlaktewater is globaal genomen slecht tot plaatselijk heel slecht (sommige waterlopen zijn alleen maar afvoeren van ongezuiverd afvalwater). Rekening houdend met de grote hoeveelheden zwevende stoffen in het water bestaat de onderwaterbodem uit recente afzettingen (van het industriële tijdperk tot op heden) die vervuild zijn, met vooral zware metalen. Het ruimen van de beddingen en de verwerking of opslag van de sedimenten zijn problematisch: er is gebrek aan ruimte in de buurt van de waterlopen terwijl de technieken net aanzienlijke oppervlakten vereisen.



De Spierebeek
L'Espierre

¹ Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de watervoorraden, van het verbruik en het beheer, lees het Cahier 4 en het Dossier 3 van het Grensoverschrijdend atelier "Het beheer van de watervoorraden" (Cathy Denimal).

² Het Grensoverschrijdend atelier maakte een Cahier omtrent de rivieren en kanalen, op basis van de studies die Arnout Zwaenepoel, Jean-Luc Cornet, Ann Van Ackere, Evelyne Gildemyn en Nathalie Azevedo (wvi en LMCU) uitvoerden (Cahier 13: Een blauw netwerk voor de metropool).

1^o partie

Brève caractérisation du territoire¹

1.1 La ressource

1.1.1 LES EAUX DE SURFACE

Etat des lieux

Le réseau hydrographique principal de la métropole franco-belge est constitué de voies navigables (canaux et rivières) : l'Escaut, la Lys et la Deûle, le canal de Roubaix et de l'Espierre, les canaux Kortrijk- Bossuit, Roeselare-Lys, etc.²



*L'Escaut en Wallonie
De Schelde in Wallonië*

Les tracés et les profils en travers ont été adaptés par l'homme afin de faciliter la navigation fluviale. Les méandres naturels de la Lys et de l'Escaut sont devenus des "bras morts" dont les contacts avec le fleuve principal sont soit le lien amont et aval, soit l'un ou l'autre, soit aucun lien avec le lit canalisé (lorsque les dépôts de sédiments ont été trop intenses). En raison de leur isolement, les bras morts constituent des entités fragiles d'un point de vue écologique.

Les grands canaux constituent des couloirs fluviaux où se concentre la majorité de la ressource en eau de surface. Cela est problématique pour les zones urbaines et industrielles éloignées de ces cours d'eau pour lesquelles aucune ressource de surface importante n'est disponible. Il existe sur le territoire très peu de retenues d'eau présentant un volume conséquent (grand lac ou barrage). L'eau de surface n'est donc pas ou peu stockée sur le territoire et s'"échappe" à l'aval.

La qualité des eaux de surface est globalement mauvaise voire localement très mauvaise (quelques cours d'eau sont seulement des exutoires d'eaux usées urbaines brutes). Compte tenu de l'importance des teneurs en matières en suspension (MES) dans l'eau des canaux, le lit superficiel est constitué de dépôts récents (de l'ère industrielle à nos jours) et pollués, notamment en métaux lourds. Actuellement, l'extraction des ces sédiments est confrontée au problème de leur traitement ou de leur stockage (superficie requise importante et manque d'espace à proximité des cours d'eau).

¹ Pour une description plus fine des ressources en eau, de la consommation et de la gestion, lire les Cahier 4 et Dossier 3 de l'Atelier Transfrontalier "la gestion des ressources en eau" (Cathy Denimal).

² L'Atelier transfrontalier a réalisé un Cahier au sujet des rivières et des canaux, à partir des travaux réalisés par Arnout Zwaenepoel, Jean-Luc Cornet, Ann Van Ackere, Evelyne Gildemyn et Nathalie Azevedo (wvi et LM CU) - (Cahier 13: Un maillage bleu métropolitain).

Tot slot bestaat het hydrografisch netwerk ook uit talloze beken en grachten, die landbouwgebieden afwateren, meer bepaald in de regio's met een ondoordringbare kleilaag, zoals in het Vlaamse gebiedsdeel.

Perspectieven

De huidige en geplande investeringen ter vermindering van watervervuiling (aanleg van zuiveringsstations en bufferbekkens, vermindering van industriële vuilvrachten) en de geleidelijke invoering van grensoverschrijdend beheer (per stroombekken) bieden gunstige vooruitzichten voor een verbetering, op middellange termijn, van de kwaliteit van het oppervlaktewater.

De beschikbare informatie over de kwaliteit van de waterlopen wordt geëvalueerd aan de hand van strenge biologische, ecologische of fysisch-chemische criteria, die bij een kleine verandering de waterloop gemakkelijk in een lagere categorie kunnen brengen. Men kan betreuren dat er weinig (officiële) indelingen bestaan voor het gebruik voor industriële doeleinden. Er is bijna geen informatie voorhanden over de kwaliteit en het mogelijk hergebruik van het oppervlaktewater.

Het probleem van de baggerspecie blijft bestaan: het gehalte aan zware metalen beperkt in aanzienlijke mate de mogelijkheden tot hergebruik.

Het winterse overschot aan water wordt maar weinig opgeslagen. De afwezigheid van stuwdammen kan worden verklaard door het feit dat ondersteuning het waterpeil zelden noodzakelijk is, en door de beperkte vraag naar irrigatie.

In de periodes van daling van de waterstand ligt het debiet heel dicht bij de laagste waarde die de gebruikers stroomafwaarts van het gebied eisen: het rivierverkeer in de zone Gent heeft heel hoge tonnages en vereist aanzienlijke hoeveelheden water. De behoeften van de scheepvaart beperken in sterke mate het indirecte gebruik van het oppervlaktewater in de zomer.

1.1.2 GRONDWATER

De vier belangrijkste grondwaterbekkens zijn:

- het bekken van het massief van Brabant;
- het krijtbekken;
- het bekken van Péruwelz-Seneffe;
- het bekken van de Karboonkalk.

Daarbij komen nog de alluviale bekkens van Schelde, Leie en Deûle.

Het bekken van de Karboonkalk, dat vooral in de Franse en Waalse deelgebieden aanwezig is, is de belangrijkste watervoorraad van de regio. Het water wordt sinds het begin van de twintigste eeuw op grote schaal geëxploiteerd; het piëzometrisch niveau is meer dan 70m gezakt, en het grondwater is deels drooggelegd. Toch is er in de zone Lille sinds enige tijd een stabilisatie van het niveau van het grondwater waarneembaar.

Het bekken van Péruwelz Seneffe bevindt zich ten oosten-zuidoosten van Tournai. Het kan worden gelijkgesteld met de ontsluiting van het bekken van de Karboonkalk. Deze laag wordt nog weinig geëxploiteerd, het waterpeil is er heel hoog en het water kan makkelijk worden opgevangen.

Het krijtbekken, dat zich hoofdzakelijk ten zuiden van Lille bevindt, komt aan de oppervlakte ter hoogte van de anticlinaal van de Mélantois-Tournaisis, rondom het bekken van Orchies. Op die hoogte wordt het bekken doeltreffend met regenwater gevoed. De bedding van de Deûle door-

Enfin, le réseau secondaire est constitué de multiples fossés, appelés bécques, drainant les surfaces agricoles, notamment dans les régions de couverture argileuse comme la partie flamande.

Perspectives

Il a été mis en évidence que l'importance des investissements en cours ou projetés en matière de réduction des rejets polluants (construction de stations de traitement, de bassins d'orage, réduction des rejets industriels) et la mise en place progressive d'une gestion transfrontalière par grands bassins étaient porteurs d'optimisme quant à l'amélioration à moyen terme de la qualité des eaux de surface.

L'information disponible sur la qualité des cours d'eau est évaluée sur des critères biologiques, écologiques ou physico-chimiques exigeants et facilement déclassant. On peut regretter l'absence d'une classification (officielle) plus pertinente pour les usages industriels. L'information de ces derniers sur la qualité et le potentiel d'utilisation des eaux de surface est presque inexistante. Le problème des boues de dragage demeure car leurs teneurs en métaux lourds en limitent considérablement la réutilisation.

L'excédent hivernal des cours d'eau est très peu utilisé à des fins de stockage. L'absence de barrage réservoir peut s'expliquer d'une part parce que le soutien d'étiage n'est pas nécessaire et d'autre part, parce que l'irrigation reste peu développée.

Les périodes d'étiage présentent des débits proches de la limite inférieure exigée par les usagers situés à l'aval du territoire : en effet, le trafic fluvial dans le secteur de Gent présente de très forts tonnages et requiert d'importantes quantités d'eau. Les besoins de la navigation restreignent fortement l'utilisation détournée de l'eau de surface en été.

1.1.2 LES EAUX SOUTERRAINES

Les quatre nappes aquifères principales sont :

- la nappe du massif du Brabant ;
- la nappe de la craie ;
- la nappe de Péruwelz-Seneffe ;
- la nappe du calcaire Carbonifère.

S'y ajoutent les nappes alluviales de l'Escaut, de la Lys et de la Deûle.

La nappe du Carbonifère est la principale ressource du territoire. Elle est surtout présente dans les secteurs lillois et wallon du territoire. L'aquifère est largement exploité depuis le début du siècle. Le niveau piézométrique a baissé de plus de 70 m et l'aquifère est en partie dénoyé. Pourtant on enregistre une stabilisation de son niveau depuis quelques temps dans le secteur de Lille.

La nappe de Péruwelz-Seneffe est présente à l'est/sud-est de Tournai et peut être assimilée à l'affleurement de la nappe du calcaire Carbonifère. Cet aquifère est encore peu exploité, le niveau de l'eau est très élevé et facilement captable.

La nappe de la craie, localisée principalement au sud de Lille, affleure au niveau de l'anticlinal du Mélantais-Tournais, au pourtour du bassin d'Orchies. C'est à ce niveau que s'effectue l'alimentation efficace par la pluie de cette nappe. Le lit de la Deûle amont traverse ce secteur et participe à l'alimentation de l'aquifère crayeux. Il peut être facilement atteint par des pollutions d'origine humaine.

loopt het gebied, en draagt bij tot de bevoorrading van het krijtbekken. Het is kwetsbaar voor vervuiling van menselijke oorsprong.

Het bekken van het massief van Brabant, aanwezig in Vlaanderen, bestaat uit geologische gebroken horizontale aardlagen. De exploitatie ervan vereist aanzienlijke dieptes voor de interceptiebronnen (tot 900m).

1.2 Gebruiken

1.2.1 HET VERBRUIK

In het arrondissement Lille³ onthouden we dat:

- de grondwateronttrekkingen gestabiliseerd zijn, de vermindering van de onttrekkingen voor het netwerk voor drinkwatervoorziening (-1,3 miljoen m³ in 1997 ten opzichte van 1993) werd immers gecompenseerd door de stijging van de industriële winningen;
- de industrie de neiging heeft minder oppervlaktewater te gebruiken voor eigen verbruik, en meer grondwater te winnen;
- de geïnventariseerde agrarische onttrekkingen bijna uitsluitend gebeuren in de grondwaterbekkens.

In de arrondissementen Tournai en Comines-Mouscron hebben de geïnventariseerde gegevens aangetoond dat:

- het netwerk voor openbare verdeling (drinkwater) 92,5% van de globale behoeften vertegenwoordigt;
- de industrie 94% van haar behoeften voldoet met water van een goede kwaliteit: water van het openbaar distributienet (dus drinkwater) en grondwater.

In de arrondissementen Kortrijk, Ieper en Roeselare zijn de gegevens heel versnipperd. Volgens de doorgegeven informatie bedragen de vergunde onttrekkingen in de bekkens ongeveer 20 miljoen m³/jaar. Maar dat cijfer behelst niet de debieten voor huishoudelijk gebruik, waarvoor geen vergunningen vereist zijn. Bij dat cijfer komen nog de winningen van de drinkwatermaatschappijen.

1.2.2 DRINKWATERVOORZIENING: LOKALE OPLOSSINGEN

Het project van de Transhénnyère

Het gaat om een project (in uitvoering) voor de overdracht van water via bovengrondse leidingen vanaf de zone Tournai naar Vlaanderen, dat over minder grondwatervoorraden beschikt.

Dat project zou het bekken van de Karboonkalk moeten ontlasten en het waterpeil ervan, dat al verschillende decennia in dalende lijn gaat, doen stijgen. Het evenwicht van het bekken van Péruwelz-Seneffe, dat het overgebrachte water zal leveren, zou hierdoor niet in gevaar komen.

Het water van de kanalen drinkbaar maken

Er zijn drie installaties voor het drinkbaar maken van oppervlaktewater:

- **Aire sur la Lys:** de maximumcapaciteit bedraagt 40 000 m³/dag, ofwel 20% van de behoeften van Lille Métropole Communauté Urbaine. Een andere installatie is voorzien in de buurt van Armentières;
- **Kortrijk:** door water te winnen uit de vijver "de Gavers", die bevoorrad wordt door het kanaal Kortrijk-Bossuit, op zijn beurt via waterinname vanuit de Schelde gevoed;
- **Ieper:** door water te winnen uit twee vijvers in de omgeving van de stad.

³ Deze gegevens betreffen meer in het bijzonder Lille métropole Communauté urbaine (drie kwart van de oppervlakte van het arrondissement en 90% van de bevolking).

La nappe du massif du Brabant, présente en Flandre, est constituée d'horizons géologiques fracturés et son exploitation exige des profondeurs de puits de captage importantes (jusqu'à 900m).

1.2 Les usages

1.2.1 LES CONSOMMATIONS

Dans l'arrondissement de Lille³, on retiendra que :

- les prélèvements aquifères sont stabilisés, en effet la baisse des prélèvements pour le réseau d'alimentation en eau potable (-1,3 millions de m³ en 1997 par rapport à 1993) a été compensée par l'augmentation des captages industriels ;
- les industriels ont tendance à moins utiliser les eaux de surface pour leur consommation propre et à capter davantage dans les aquifères ;
- les prélèvements agricoles répertoriés sont quasi exclusivement effectués dans les nappes souterraines.

Sur les arrondissements de Tournai et de Mouscron-Comines, les données recensées ont montré que :

- le réseau de distribution publique (eau potable) représente 92,5% des besoins globaux ;
- les industries satisfont 94% de leurs besoins avec une eau de bonne qualité : eau de distribution publique (donc potable) et eau souterraine.

Sur les arrondissements de Kortrijk, Ieper et Roeselare, les données sont très éparées. Selon les éléments transmis, les autorisations de prélèvement dans les nappes s'élèvent à environ 20 millions de m³/an. Cependant, ce chiffre n'inclut pas les débits ménagers non soumis à autorisation. A ce chiffre, viennent s'ajouter les captages des distributeurs du réseau public.

1.2.2 L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE : LES SOLUTIONS LOCALES

Le projet de la Transhennuyère

Il s'agit d'un projet (en cours de réalisation) de transfert d'eau par canalisations de surface depuis le secteur de Tournai vers la Flandre, plus pauvre en ressources aquifères.

Ce projet devrait soulager la nappe du calcaire Carbonifère et permettre une augmentation de son niveau d'eau, localement en chute depuis plusieurs décennies. En contre partie, la nappe de Péruwelz-Seneffe qui fournira l'eau transférée ne devrait pas voir son équilibre menacé.

Rendre potable l'eau de canaux

Il existe trois usines de potabilisation d'eau de surface :

- **Aire sur la Lys** : la capacité maximale est de 40 000 m³/jour soit 20% des besoins de Lille Métropole Communauté Urbaine. Une autre usine est prévue près d'Armentières ;
- **Kortrijk** : en prélevant dans l'étang de Gavers ; celui-ci est alimenté par le canal de Kortrijk-Bossuit qui reçoit lui-même les eaux de l'Escaut ;
- **Ieper** : en prélevant dans deux étangs des environs de la ville.

1.2.3 LES INDUSTRIELS ET L'AGRICULTURE

Les industriels

Le territoire est caractérisé par des bassins industriels s'étendant le long des grands canaux.

Les secteurs industriels, grands consommateurs d'eau et présents sur le territoire, sont ceux du

³ Ces données renvoient plus précisément à Lille Métropole Communauté Urbaine (trois quarts du territoire et 90% de la population de l'arrondissement).

1.2.3 INDUSTRIE EN LANDBOUW

Industrie

De regio heeft talrijke industriegebieden langs de grote kanalen.

De sectoren die veel water verbruiken zijn de textiel- en de voedingsmiddelenindustrie. Die laatste gebruikt productieprocessen die water van een uitstekende kwaliteit vereisen. Structureel bekeken bestaat de voedingsmiddelenindustrie uit enkele bedrijven die elk tot meerdere tientallen miljoenen m³/jaar verbruiken. Voor de textielindustrie zijn de behoeften anders: het drinkwater verkregen door winning uit de Karboonkalk (dat bijgevolg heel kalkrijk is), moet veelal verzacht worden. Overigens bestaat die industrie uit talloze eenheden die individueel maximum enkele honderdduizenden m³/jaar gebruiken.

Dankzij de technieken voor recyclage van industrieel afvalwater kan in "gesloten circuit" gewerkt worden, met rendementen tussen 80 en 100%. Andere technieken zoals nanofiltratie bevinden zich nog in de studiefase, om nadien op grote schaal te worden toegepast, in het bijzonder in de textielindustrie. Hun kostprijs wordt momenteel heel hoog ingeschat.

Regenwater wordt heel weinig gebruikt, behalve om reserves aan te leggen voor brandbestrijding, in het bijzonder in het Vlaamse gedeelte van het gebied.

Landbouw en veeteelt

Het reliëf is weinig uitgesproken, met uitzondering van het Vlaamse gedeelte en van de hellingen van de Scheldevallei. Erosie wordt uitsluitend in Vlaanderen waargenomen. Om die effecten af te zwakken, zet de overheid de landbouwers ertoe aan de normaal niet verbouwde gronden in de winter in te zaaien om zo de afvloeiingen te vertragen en de uitloging van de gronden te beperken.

Bovendien is de veeteelt sterk ontwikkeld in de regio, en de veehouders zijn dan ook heel gevoelig voor de kwaliteit van het water uit de drinkbakken, vooral in de huidige context.

1.3 Waterbeheer

1.3.1 AFVALWATER

Het studiegebied kent een aanzienlijke achterstand wat betreft de zuivering van afvalwater. De overgrote meerderheid van de netwerken zijn van het eenheidstype en bij regen zijn er heel wat lozingen in het milieu. Bovendien worden vele droogweer-lozingen weinig of niet gezuiverd voor ze in de natuur worden afgevoerd.

Maar momenteel worden voor meerdere honderdduizenden inwoners-equivalenten (I.E.) water-zuiveringsinstallaties gebouwd.

1.3.2 REGENWATER

Het studiegebied is sterk verstedelijkt: het regenwater afkomstig van verharde en ondoorlatende oppervlakken wordt (al dan niet gezuiverd) via het rioleringsstelsel naar de waterlopen afgevoerd.

De recente oriëntaties inzake behandeling van regenwater hebben de verantwoordelijken ertoe gebracht rekening te houden met de ondoorlatendheid van de bodem. De vervuiling van afstromend regenwater, de verdere vermindering van de bergingscapaciteit van de waterlopen, de onmogelijkheid om het regenwater te zuiveren, de kostprijs van de rioleringsstelsels: allemaal factoren die deze beslissingen beïnvloeden.

Vlaanderen is zich bijzonder bewust van problemen inzake regenwater en het hergebruik ervan: individueel hergebruik (voor sanitaire voorzieningen en bevoeiing) of industriële recyclage (wassen, bluswater), de compenserende maatregelen inzake ruimtegebruik zijn uitvoerig beschreven en toegelicht in een "Code voor goede praktijk" die in Vlaanderen een kentering ten goede heeft gebracht.

textile et de l'agroalimentaire. Ce dernier fait appel à des processus exigeant une eau de qualité irréprochable. D'un point de vue structurel, il est constitué de quelques sociétés consommant chacune jusqu'à plusieurs dizaines de millions de m³/an. Les besoins sont différents pour l'industrie textile puisque l'eau potable issue des captages du Carbonifère, fortement calcaire, doit être adoucie. Par ailleurs, cette industrie est constituée de nombreuses unités consommant individuellement au maximum quelques centaines de milliers de m³/an.

Les techniques de recyclage des eaux usées industrielles permettent de travailler en "circuit fermé" avec des rendements compris entre 80% et 100%. D'autres techniques comme la nano-filtration sont encore à l'étude avant de lancer prochainement des applications industrielles à grande échelle, dans le secteur du textile en particulier. Leur coût est jugé très élevé à l'heure actuelle. L'eau pluviale est très peu utilisée, hormis pour constituer des réserves incendie dans la partie flamande du territoire en particulier.

L'agriculture et l'élevage

Les reliefs sont peu marqués à l'exception de la partie flamande et des pentes de la vallée de l'Escaut. Les phénomènes d'érosion sont constatés en Flandre uniquement. Pour diminuer ces effets, le gouvernement incite les agriculteurs à ensemer en hiver les surfaces normalement non cultivées afin de ralentir les écoulements et de réduire le lessivage des sols.

Par ailleurs, l'élevage est très développé sur le territoire et la sensibilité des éleveurs à la qualité de l'eau d'abreuvoirs est très forte, notamment dans le contexte actuel.

1.3 La gestion de l'eau

1.3.1 LES EAUX USÉES

Le territoire de l'étude connaît un retard important dans le traitement des eaux usées. Les réseaux sont en très grande majorité de type unitaire et les déversements par temps de pluie dans le milieu récepteur sont nombreux. Par ailleurs, de nombreux rejets de temps sec sont peu ou pas traités avant d'être évacués.

Cependant, la construction d'infrastructures de traitement pour plusieurs centaines de milliers d'équivalents habitants (E.H.) est en cours.

1.3.2 LES EAUX PLUVIALES

Le secteur d'étude est fortement urbanisé : les eaux de pluies sont interceptées par toutes les surfaces présentant un fort coefficient d'imperméabilisation. Elles sont évacuées via les réseaux unitaires et rejetées dans les cours d'eau aussi bien avant qu'après traitement.

Les orientations récentes en matière d'assainissement pluvial ont conduit les responsables à limiter les effets de l'imperméabilisation des sols. La pollution des eaux ruisselées, l'affaiblissement progressif de l'aptitude des cours d'eau à recueillir des quantités importantes d'eau pluviales, l'impossibilité de traiter les effluents de temps de pluie, le coût des réseaux sont autant de facteurs amenant à ce type de décision.

La Flandre est particulièrement sensibilisée aux problèmes liés au temps de pluie et à la récupération de ces eaux: recyclage individuel (sanitaires, arrosage) ou industriel (lavages, incendie), les techniques compensatoires en aménagement sont largement décrites et expliquées dans un guide de bonnes pratiques dont l'impact reste, d'une manière générale, incitatif.

Deel 2

Technieken om het water op te vangen en te hergebruiken

2.1 Inleiding

De Frans-Belgische metropool moet zuinig omspringen met grondwater. Daarom moeten technieken worden gezocht om regenwater te gebruiken, bijvoorbeeld als alternatief voor drinkwater voor weinig veeleisende doeleinden. Er moeten ook voldoende uitrustingen en aansparingen komen opdat industrie en landbouw minder water van goede kwaliteit zouden gebruiken, telkens wanneer dat mogelijk is. Algemeen genomen komt het erop aan de mensen bewust te maken van het probleem van het tekort aan grondwatervoorraden en vanaf nu te beginnen met de wijziging van de mentaliteiten en gewoonten.

De belangrijkste ideeën zijn:

- regenwater zo spoedig mogelijk (dit is: "stroomopwaarts") stockeren, en het daar ook hergebruiken (voor sanitair gebruik, wasmachines, enz.). Waar dat niet mogelijk is de negatieve effecten van de ondoordringbaarheid van de stedelijke bodem compenseren en een zo laag mogelijke graad van ondoorlatendheid nastreven (bij voorkeur met oplossingen met directe, verspreide of gelocaliseerde infiltratie: infiltratiebekkens, putten);
- een ander alternatief: het oppervlaktewater (kanalen) opwaarderen en het gebruik ervan aanmoedigen, zonder de kwaliteit van het watermilieu noch de bevaarbaarheid van de grote kanalen in gevaar te brengen;
- de toepassing, door de landbouwers, van technieken die de afvloeiing van regenwater beperken en infiltratie bevorderen.

2.2 Technieken

2.2.1 WACHT- EN INFILTRATIEBEKKENS

Definiëring en principe

We onderscheiden twee soorten van bekken, die beide onderdeel zijn van een gescheiden afwateringssysteem:



Bufferbekken voor regenwater van Mérignac, Gironde (bron: CETE Bordeaux)
Bassin de retenue d'eaux pluviales de Mérignac, Gironde (source : CETE de Bordeaux)

2° partie

Retenir l'eau et la réutiliser: les techniques

2.1 Introduction

Le territoire de la métropole franco-belge est contraint d'économiser ses ressources souterraines. Pour cela, il faut rechercher des techniques pour valoriser l'eau de pluie, par exemple en tant qu'alternative à l'utilisation d'eau potable pour les usages peu exigeants. Il faut aussi mettre en œuvre des infrastructures et incitations suffisantes pour qu'industriels et agriculteurs réduisent leur consommation d'eau de bonne qualité, chaque fois que cela est possible. D'une manière générale, il s'agit de faire prendre conscience du problème d'insuffisance des ressources souterraines et d'entamer dès à présent un changement des mentalités et des usages.

Les idées directrices sont :

- l'eau de pluie doit être stockée en privilégiant les techniques de l'amont. Elle peut ensuite être réutilisée en substitut à l'eau potable pour les usages tels que WC, lave-linge, etc.. Partout où cela n'est pas possible, il s'agit de compenser les effets négatifs de l'imperméabilisation des sols urbanisés et donc de retrouver un coefficient d'imperméabilisation apparent le plus faible possible. Il faut privilégier les solutions d'infiltration directe, diffuse ou localisée (bassins d'infiltration, puits) ;
- autre alternative : l'eau de surface (canaux), qui doit être valorisée et son utilisation encouragée, tout en veillant à ne pas mettre en péril la navigabilité des grands canaux ainsi que les milieux aquatiques ;
- les agriculteurs doivent apporter leur contribution afin de diminuer le ruissellement et d'améliorer l'infiltration des eaux de pluie.

2.2 Les techniques

2.2.1 LES BASSINS DE RETENUE ET D'INFILTRATION

Définition et principe

Partie intégrante d'un système de collecte de type séparatif, on distingue :

- **Les bassins de rétention** : ils servent simplement à stocker temporairement les débits pluviaux de pointe. L'eau est ensuite évacuée soit vers un bassin d'infiltration, soit vers le réseau d'assainissement, à débit régulé ;
- **Les bassins d'infiltration** : ils infiltrent les eaux pluviales.

La capacité du réseau de collecte s'avère alors réduite par rapport au cas d'un assainissement classique, sans bassin.

On distingue les bassins à ciel ouvert et les bassins couverts : leur couverture est dans ce cas aménagée (exemple : terrain de sport avec vélodrome - Commune de Vitrolles).

Le bassin est dit "sec" lorsqu'il ne contient pas d'eau en dehors des périodes pluvieuses. Sinon, on dit qu'il est "en eau".

- **Wachtbekkens:** ze dienen enkel om de piekafvoer van regenwater tijdelijk op te slaan. Het water wordt vervolgens afgevoerd, ofwel naar een infiltratiebekken, ofwel, met een gereguleerde afvoer, naar het rioleringsstelsel;
- **Infiltratiebekkens:** ze laten het regenwater in de bodem infiltreren.

De dimensionering van het afvoerstelsel is dan beperkter dan voor een klassiek rioleringsstelsel.

Er zijn bekkens in open lucht en overdekte bekkens; in dit laatste geval wordt de bedekking aangelegd (bijvoorbeeld: een sportterrein met wielerveden in de gemeente Vitrolles).

Het bekken is zogenaamd "droog" wanneer het buiten de regenperiodes geen water bevat. Anders wordt gezegd dat het "nat" is.

Voordelen

Bekkens worden vaak aangelegd omdat ze een veel goedkopere oplossing vormen dan een traditioneel rioleringsstelsel met grote capaciteit.

Bovendien kunnen de bekkens in periodes van hevige regenval de gebruikelijke afvoerwegen ontlasten (opvangend milieu, zuiveringsstation, leidingen).

Dergelijke voorzieningen besparen soms een aansluiting op het stelsel voor afvoer van regenwater (dat zeer duur kan zijn wanneer het te zuiveren gebied erg afgelegen is).

Doordat wachtbekkens de piekafvoer beperken voorkomen ze overstromingen. Ze dragen ook bij tot de beheersing van de afvloeiing van regenwater op de bodem.

Dergelijke voorzieningen zorgen ook voor enige zuivering van het regenwater: de partikelvervuiling bezinkt, filtratie door de grond, zuivering door planten of algen.

Ze hebben een stedelijke en landschappelijke functie die vaak erg gewaardeerd wordt, omdat de woningen verspreid komen te liggen en de stad groener en "blauwer" wordt.

De volgende doeleinden en functies werden vastgesteld:

- bijvullen van de grondwaterlagen door infiltratie;
- watervoorraad in geval van brand;
- recreatie (visvangst, watersport, modelbouw, wandelen, fietsen);
- ecologisch waardevol gebied van hoge biodiversiteit;
- recyclage van water dat is opgeslagen voor besproeiing van groengebieden, schoonmaken van wegen, agrarisch pompen, enz.;
- enz.

Beperkingen en voorzorgsmaatregelen

Belangrijke grondreserves: dat soort van regenwaterbeheer is ideaal voor nieuwe bebouwing in de voorstad.

De kwaliteit van het regenwater moet bevredigend zijn (ten opzichte van de gekozen kwaliteitsdoelstellingen). Men moet er in het bijzonder zeker van zijn dat er geen aansluitingen van afvalwater op het regenwaternet zijn (door voorafgaande diagnose van het net); anderzijds moet vermeden worden dat regenwater wordt opgeslagen dat gestroomd heeft over wegen met intens verkeer en op industriële sites waar er gevaar voor verontreiniging is.

Voorzorgsmaatregelen zijn van toepassing: een opslagbekken moet waterdicht zijn en stroomafwaarts afsluitbaar zijn (klassiek schuifstelsel). Zo wordt, in geval van incidentele verontreiniging, het vervuilde water in het opslagbekken gerecupereerd, en zonder problemen gezuiverd. Vooraleer het water in de grond te laten dringen, moeten sommige heel belangrijke punten worden

Intérêts

Les bassins se sont beaucoup développés car ils représentent une solution bien plus économique qu'un réseau de collecte de grande capacité.

Par ailleurs, les bassins permettent de soulager les exutoires habituels (milieu récepteur, station de traitement, canalisations) lors d'un épisode pluvieux intense.

De tels ouvrages permettent dans certains cas d'éviter un raccordement au réseau pluvial, très coûteux lorsque la zone à assainir est éloignée.

En écrêtant les débits de pointe, les bassins de retenue préviennent les inondations. Ils participent également à la maîtrise du ruissellement pluvial.

De tels ouvrages assurent, jusqu'à un certain degré, la dépollution des eaux pluviales : décantation de la pollution particulaire, possibilité de filtration par le sol, épuration par des végétaux ou des algues.

Ils ont une fonction urbaine et paysagère généralement très appréciée en espaçant l'habitat et en apportant eau et végétation dans la ville.

Les usages et fonctions les plus variés ont été observés :

- recharge de la nappe phréatique par infiltration ;
- réserve à incendie ;
- activités de loisir (pêche, nautisme, modélisme, promenade) ;
- zone à caractère écologique favorisant la biodiversité ;
- recyclage de l'eau stockée pour l'arrosage des espaces verts, le nettoyage des voiries, les pompes agricoles, etc. ;
- etc..

Limites et précautions à prendre

Des réserves foncières importantes sont à prévoir; ce mode de gestion des eaux de pluie convient idéalement aux nouvelles urbanisations périurbaines.

La qualité des eaux de pluie doit être suffisante (par rapport aux objectifs de qualité retenus). On s'assurera notamment de l'absence de branchements d'eaux usées sur le réseau pluvial (par le diagnostic préalable du réseau) ; d'autre part, on évitera de stocker les eaux de pluie ayant ruisselé sur des voies à grande circulation et sur les sites industriels présentant des risques de pollution.

Le principe de précaution s'applique à ces aménagements : un bassin de stockage se montre en général étanche et doit être isolé à l'aval (vannage classique) ; ainsi, en cas de pollution accidentelle, l'eau souillée est récupérée dans le bassin de stockage et traitée sans difficulté.



*Bassin de retenue sec à Bron (département du Rhône)
Droog wachtbekken in Bron (département du Rhône)*

gecontroleerd: daartoe moet de samenvattende fiche worden geraadpleegd die opgesteld is voor de greppels.

De vochtige bekkens kunnen risico's inhouden voor de bevolking (verdrinking). Wat dat betreft, moeten inspanningen worden geleverd op het vlak van sensibilisatie en informatieverstrekking.

Het onderhoud bestaat erin de afzettingen op de bodem van het bekken te verwijderen (bekken bij voorkeur droog) met een wisselende frequentie (algemeen genomen proefondervindelijk, volgens de omvang van de beslibbing).

Gebruiksvoorbeelden

Het gaat hier om een relatief oude techniek, die goedkoop is en bijgevolg wijdverspreid.

| Voorbeeld | Opdrachtgever |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| De nieuwe stad Marne-la-Vallée: een bijzonder geslaagd voorbeeld van wachtbekkens | SAN des Portes de la Brie Château de Chessy BP 40 Chessy 77701 Marne-la-Vallée Cedex 4 |
| Bekkens van de stad Vitrolles (Bouches-du-Rhône) | Gemeente Vitrolles EPAREB 5, Parc Griffon 13127 Vitrolles |
| ZAC Montesquieu (Gironde): Volledige aanleg van een technologisch bedrijvenpark | SEM Bordeaux-Technopolis |
| Domaine de Pellus gemeente Mérignac (Gironde) Opvangbekkens per perceel voor kleine kantoorgebouwen | |

Avant d'infiltrer l'eau dans le sol, il faut vérifier certains points très importants : on se reportera pour cela à la fiche de synthèse réalisée pour les noues.

Les bassins en eau peuvent présenter certains dangers pour la population (noyade) ; des efforts de sensibilisation et d'information sont à faire dans ce sens.

L'entretien consiste à enlever les dépôts au fond du bassin (à sec de préférence) avec une fréquence variable (généralement empirique, suivant l'importance du colmatage).

Exemples d'emploi

Il s'agit d'une technique relativement ancienne, économique et donc très répandue.

| | Exemple | Maître d'Ouvrage |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>La ville nouvelle de Marne la Vallée : un exemple particulièrement réussi de bassins de retenue</p> | <p>SAN des Portes de la Brie Château de Chessy BP 40 Chessy 77701 Marne-la-Vallée Cedex 4</p> |
|  | <p>Bassins de la ville de Vitrolles</p> | <p>Commune de Vitrolles EPAREB 5, Parc Griffon 13127 Vitrolles</p> |
|  | <p>ZAC Montesquieu (Gironde) : Aménagement complet d'un Parc d'activités technologiques</p> | <p>SEM Bordeaux-Technopolis</p> |
|  | <p>Domaine de Pellus commune de Mérignac (Gironde) Bassins de retenue à la parcelle pour immeubles de bureaux de petite taille</p> | |

| Voorbeeld | Opdrachtgever |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Luchthaven Roissy Aanleg van een hoofdbekken voorzien van drie zuiveringslagunes | ADP (Aéroports de Paris) |
| Luchthaven Bordeaux Retentie van al het afvloeiend regenwater op de luchthaven d.m.v. achtereenvolgende bekkens | C.C.I. de la Gironde 33 cours de la République 33390 Blaye |
| Site Porte des Alpes (Grand Lyon) Opslagbekken | Communauté Urbaine de Lyon (COURLY) |
| Site Porte des Alpes (Grand Lyon) Opslagbekken | Communauté Urbaine de Lyon (COURLY) |
| Bron – ZAC du Chêne (Grand Lyon) Infiltratiebekken | Communauté Urbaine de Lyon (COURLY) |

| | Exemple | Maître d'Ouvrage |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Aéroport de Roissy Aménagement d'un bassin principal assorti de trois lagunes de traitement | ADP (Aéroports de Paris) |
| | Aéroport de Bordeaux Rétention de toutes les eaux de pluie ruisselées sur l'aéroport à l'aide de bassins placés en série | Chambre de commerce et d'Industrie de la Gironde 33 cours de la République 33390 Blaye |
|  | Site Porte des Alpes (Grand Lyon) Bassin de stockage | Communauté Urbaine de Lyon (COURLY) |
|  | Site Porte des Alpes (Grand Lyon) Bassin de stockage | Communauté Urbaine de Lyon (COURLY) |
|  | Bron – ZAC du Chêne (Grand Lyon) Bassin d'infiltration | Communauté Urbaine de Lyon (COURLY) |

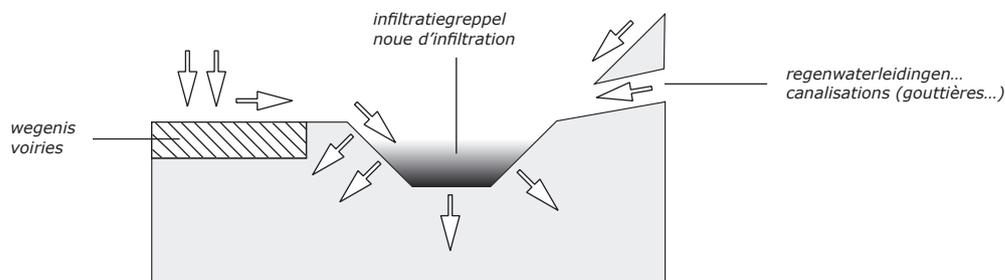
2.2.2 GREPPELS

Definiëring en principe

Een greppel is een brede, ondiepe gracht, met zachte glooiingen, om regenwater op te slaan dat voortkomt uit afvloeiing of dat afgewaterd wordt via een afvoerstelsel. Vervolgens wordt het water afgevoerd via infiltratie in de grond of via een opening die de afvoer reguleert naar het opvangende milieu (rivier, bekken, infiltratieput enz.).

Figuur 1a - Principe van de infiltratiegreppels

Figure 1a - Principe des noues d'infiltration



Voordelen

Greppels zijn oude oplossingen met een dubbele functie: beperking van de piekafvoer en afwatering van de gronden.

Omdat greppels een deel van het regenwater opslaan, en het geleidelijk aan opnieuw vrijgeven, maken ze het mogelijk de capaciteit van het afvoerstelsel te beperken; ze vermijden dat het afvoerstelsel bij hevige regenval verzadigd wordt.

Infiltratiegreppels vormen een heel goedkope afvoerweg voor regenwater, wanneer het aangelegde gebied zich ver van het hoofdafvoerstelsel bevindt (in voorstedelijke gebieden).

Wat het milieu betreft, verhinderen ze dat de natuurlijke afvoerwegen verstoord worden: het water komt in het zelfde opvangende milieu terecht, maar op een gereguleerde manier.

Tot slot kunnen greppels bijdragen tot de landschappelijke behandeling van de stedelijke gebieden, en dat met water en beplanting (grasperken, bomen enz.).

Beperkingen en te nemen voorzorgsmaatregelen

Er is heel veel ruimte nodig. In bestaande of oude wijken is dat slechts zelden mogelijk.

Dergelijke inrichting moet worden gepland vóór de stedelijke aanleg (parkings, verkavelingen, enz.).

Infiltratie is slechts mogelijk wanneer een vrij doordringbare grondlaag kan worden bereikt (anders kan een infiltratieput nuttig zijn).

Ook zijn er, zoals voor alle infiltratietechnieken, diverse risico's:

- de onderlaag kan oplossen in aanwezigheid van water (in het bijzonder krijt- en gips), waardoor de grond aan stabiliteit verliest;
- minder belangrijk verschijnsel: het water kan kleine geulen graven, maar dan wordt de filtratie

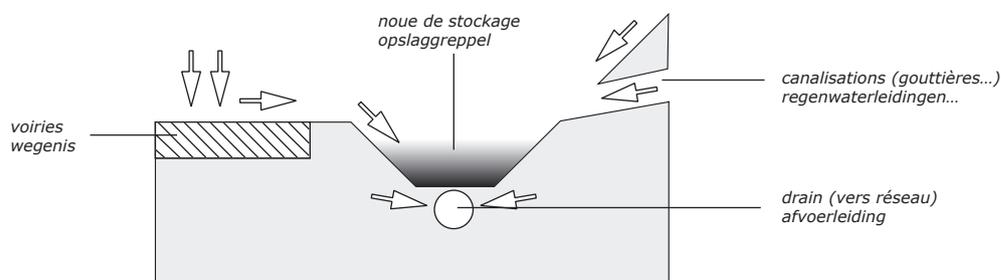
2.2.2 LES NOUES

Définition et principe

Une noue est un fossé large et peu profond, à pentes douces, destiné à stocker les eaux de pluie issues du ruissellement ou drainées par des collecteurs. L'eau est ensuite évacuée par infiltration dans le sol ou par un orifice régulant le débit rejeté vers le milieu récepteur (rivière, bassin, puits d'infiltration, etc.).

Figure 1b - Principe des noues de stockage

Figuur 1b - Principe van opslaggreppels



Intérêts

Les noues sont des solutions anciennes qui possèdent une double fonction : elles contribuent à la fois à l'écrêtement des débits de pointe et au drainage des sols.

En stockant une partie des eaux pluviales et en la restituant de manière progressive, les noues permettent de réduire la capacité des réseaux de collecte et évitent de saturer l'exutoire en cas d'événements pluvieux importants.

Les noues d'infiltration représentent un exutoire à très faible coût pour les eaux de pluie, lorsque la zone aménagée est éloignée du réseau principal (zones périurbaines).

D'un point de vue environnemental, elles évitent de perturber les axes d'écoulement naturels : l'eau parvient au même milieu récepteur, mais de façon régulée.

Enfin, les noues peuvent participer au traitement paysager de zones urbaines en y introduisant eau et végétation (pelouses, arbres, etc.).

Limites et précautions à prendre

L'emprise foncière exigée est assez importante. Dans les quartiers existants ou anciens, cet espace s'avère rarement disponible.

Ainsi, ce type d'aménagement doit être pensé préalablement aux opérations d'urbanisation nouvelles (parking, lotissement, etc.).

L'infiltration n'est possible que lorsqu'une couche de sol assez perméable peut être atteinte (sinon on peut avoir recours à un puits d'infiltration).

Par ailleurs, comme pour toutes les techniques d'infiltration, il existe divers risques :

- le substratum peut se dissoudre en présence d'eau (cas des craies et du gypse notamment), provoquant des instabilités de sol ;

- door de grond onvoldoende, en dreigt het grondwater (plaatselijk) te vervuilen;
- het niveau van de grondwatertafel kan plaatselijk stijgen en de kelders uit de buurt onder water zetten;
 - om vervuiling te vermijden, moet het water dat doorsijpelt, van een goede kwaliteit zijn (geen water dat afvloeit van autosnelwegen of industriegebieden);
 - over het algemeen is een doordringbaarheid van 10^{-5} tot 10^{-3} m/s nodig om voldoende infiltratie te bekomen. Bij lagere waarden moet worden gezocht naar meer doorlatende horizontale aardlagen in de diepte (met behulp van een put bijvoorbeeld).

Die risico's vormen geen onoverkomelijk obstakel en vereisen voorafgaande studies en technische proeven in situ.

De kosten en verplichtingen qua onderhoud blijken beperkt te zijn: maandelijks maaien is noodzakelijk om te verhinderen dat het water stagneert en hinder veroorzaakt voor de bewoners (geur, kleur van het water).

Op langere termijn doet de sedimentatie de bodem van de greppel stijgen (enkele mm per jaar). Dankzij diverse plantensoorten (gazon, struiken enz.) wordt vermeden dat de wanden breken en worden de greppels in een groen kleedje gestopt.

| Voorbeeld | Opdrachtgever |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Parc HLM de Villaboïs, gemeente Bruges (Gironde) Complete "buisvrije" oplossing voor een sociale woonwijk | SEM de Bruges |
| ZAC Montesquieu, omgeving Bordeaux (Gironde) Volledige aanleg van een technologisch en wetenschappelijk bedrijvenpark, over 1.4 km ² | SEM Bordeaux-Technopolis |
| Gemeente Pessac (Gironde), wijk Le Club des Princes | privé ontwikkelaar |
| Omgeving luchthaven Bordeaux-Mérignac | C.C.I. de la Gironde |
| Site Electricité de France, Mérignac (Gironde) | |
| Talloze voorbeelden in de agglomeratie Lyon | Communauté Urbaine de Lyon Contact: dhr Chapgier |

- phénomène de moindre ampleur : l'eau peut creuser de petites failles, mais alors la filtration par le sol peut devenir insuffisante et la nappe risque d'être polluée (localement) ;
- le niveau de la nappe peut remonter localement et provoquer des inondations de caves environnantes ;
- afin d'éviter les pollutions, l'eau qui s'infiltré doit être de bonne qualité (on évitera les eaux ruisselées sur les autoroutes ou les zones industrielles) ;
- une perméabilité de l'ordre de 10^{-5} à 10^{-3} m/s est en général nécessaire pour obtenir une infiltration satisfaisante. En deçà de ces valeurs, il faut rechercher des horizons plus perméables en profondeur (à l'aide de puits par exemple).

Ces risques ne sont pas rédhibitoires mais imposent des études et essais techniques préalables in situ.

Les coûts et les contraintes d'entretien s'avèrent réduits : une simple tonte mensuelle est nécessaire afin d'éviter que les eaux ne stagnent et ne provoquent des nuisances vis-à-vis des habitants (odeurs, couleur de l'eau).

A plus long terme, la sédimentation tend à rehausser le fond de la noue (quelques mm par an). Divers types de végétation (gazon, arbustes, etc.) permettent d'éviter la rupture des parois et fournissent un couvert végétal.

| | Exemple | Maître d'Ouvrage |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| | Parc HLM de Villaboiss, commune de Bruges (Gironde) solution complète sans tuyau pour un quartier HLM | SEM de Bruges |
|  | ZAC Montesquieu, périphérie bordelaise (Gironde) Aménagement complet d'un site accueillant des activités technologiques et scientifiques sur 1.4 km ² | SEM Bordeaux-Technopolis |
| | Commune de Pessac (Gironde), quartier Le Club des Princes | aménageur privé |
| | Zone de l'aéroport de Bordeaux-Mérignac | Chambre de Commerce et d'Industrie de la Gironde |
| | Site EDF de Mérignac (Gironde) | |
| | Nombreux exemples dans l'agglomération de Lyon | Communauté Urbaine de Lyon Contact : M. Chapgier |

2.2.3 INFILTRATIEPUTTEN

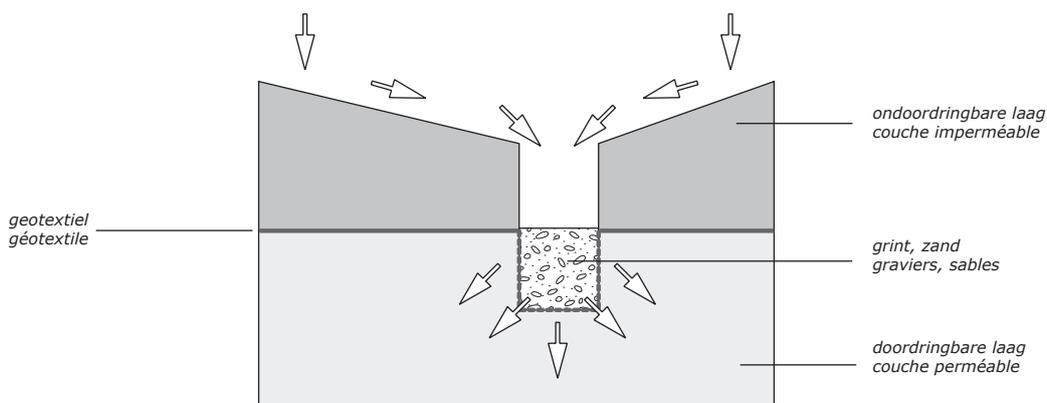
Definiëring en principe

Figuur 2a - principe van de infiltratieputten

(naar: *Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial* door Y. Azzout, 1994)

Directe opvang

Collecte par ruissellement direct



Een infiltratieput is cilindrisch, kan 5 tot 6 m diep zijn, en biedt opslagcapaciteit voor overtollig regenwater (dat rechtstreeks of via regenwaterpijpen aangevoerd wordt).

Het water wordt tijdelijk opgeslagen voor het wordt afgevoerd. Dat gebeurt door infiltratie in de grond, naar de onderliggende waterlagen, of via een opening die de afvoer naar het afvoerstelsel reguleert. Infiltratieputten worden ook gebruikt voor infiltratie in de grond wanneer de laag aan de oppervlakte ondoorlatend is.

Voordelen

Infiltratieputten zijn goedkoop. Ze beperken de afvoer bij zware regenval en verminderen de afvloeiing.

Omdat dergelijke voorzieningen de aanvoer van regenwater beperken, laten ze toe de capaciteit van het afvoerstelsel te verminderen en beperken ze ook de investeringskosten.

Infiltratieputten beperken ook het overstromingsgevaar.

Ze dragen bij tot de bevoorrading van de watervoerende lagen.

Via decanteren-filtreren in de putten en zelfzuivering in de grond kan het regenwater gedeeltelijk gezuiverd zijn vóór het in het grondwater terecht komt.

Wanneer de put vol breuksteen zit, is het risico op inzakking van de wanden uitgesloten. Maar er bestaan ook nog andere eenvoudige technieken om de wanden te verstevigen (b.v.: doorboorde buizen).

De putten nemen maar weinig ruimte in beslag en kunnen dan ook overal worden geplaatst, ook in stedelijke omgevingen. Ze zijn ook bijna volledig onzichtbaar aan de oppervlakte, zodat ze perfect inpassen in het landschap.

Deze techniek kan overwogen worden met gebruikmaking van oude voorzieningen, zoals zinkputten, die dan worden hersteld.

2.2.3 LES PUIITS D'INFILTRATION

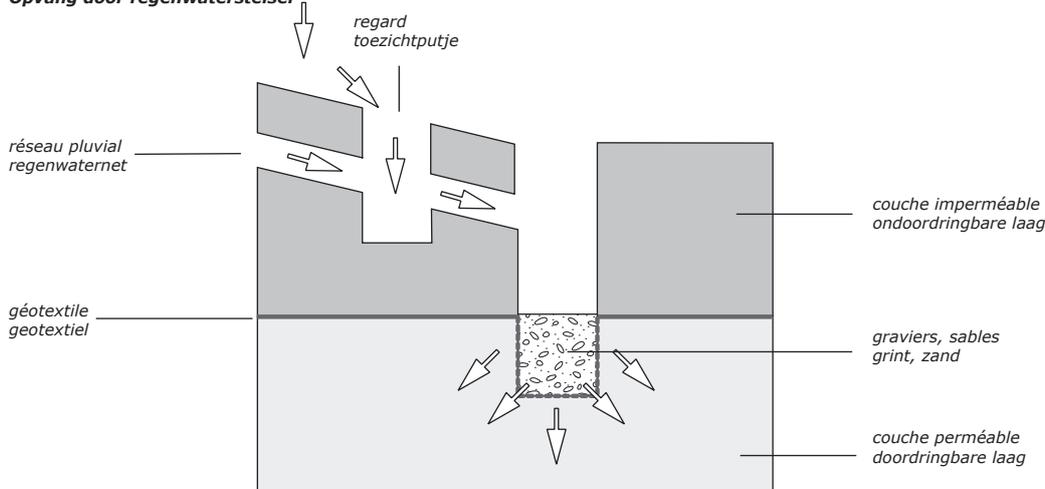
Définition et principe

Figure 2b - principe des puits d'infiltration

(d'après : Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial par Y. AZZOUT, 1994)

Collecte par réseaux pluviaux

Opvang door regenwaterstelsel



De forme cylindrique et pouvant atteindre des profondeurs de 5 à 6 m, un puits d'infiltration offre un volume de stockage pour les excédents pluviaux (drainés par des collecteurs ou par ruissellement direct).

L'eau est stockée temporairement avant d'être évacuée soit par infiltration dans le sol vers la nappe sous-jacente, soit par un orifice régulateur de débit vers le réseau.

Le puits est aussi utilisé pour infiltrer dans le sol lorsque la couche superficielle est imperméable.

Intérêts

Extrêmement peu coûteux, les puits d'infiltration participent à l'écrêtement des débits associés à des phénomènes pluvieux importants et diminuent le ruissellement.

En limitant les apports d'eaux pluviales, de tels aménagements permettent de réduire la capacité des systèmes de collecte et de ce fait les coûts d'investissement.

Les puits d'infiltration contribuent également à limiter les risques d'inondation.

Ils participent à l'alimentation de la nappe.

Décantation-filtration dans le puits et auto-épuration dans le sol permettent de dépolluer partiellement les eaux pluviales, avant qu'elles n'atteignent la nappe.

Lorsque le puits se trouve comblé par des enrochements, le risque d'effondrement des parois est écarté. Mais il existe également d'autres techniques simples de consolidation des parois (ex: buses perforées).

Nécessitant très peu d'espace foncier, les puits sont réalisables presque partout y compris en milieu urbain. De plus, ils sont presque totalement invisibles en surface, ce qui garantit une parfaite intégration paysagère.

La mise en œuvre de cette technique peut être envisagée en réhabilitant d'anciens ouvrages tels que les puits perdus.

Beperkingen en te nemen voorzorgsmaatregelen

Bij het zoeken naar een horizontale doorlatende aardlaag die geschikt is voor infiltratie, moet men erop letten dat de put niet te diep moet worden gegraven (meer dan 10m). Een diepere put zal de kostprijs aanzienlijk verhogen.

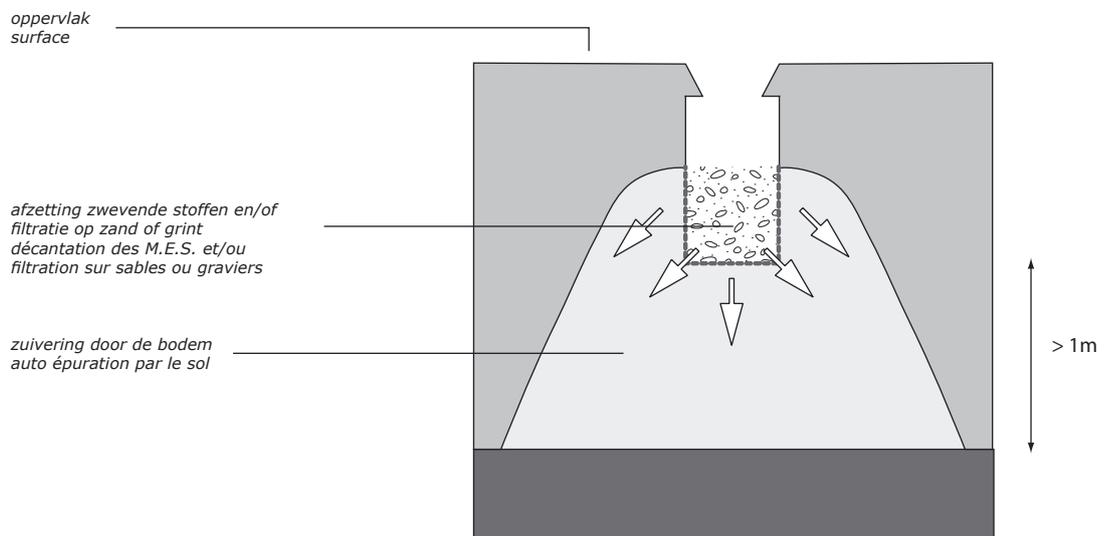
Ook is het aanbevolen minimum 1m hoogte te laten tussen de bodem van de put en het hoogste waterpeil van het grondwater, om voldoende filtratie door de grond te bevorderen.

Het binnendringen van regenwater in de grond kan wel voor problemen zorgen. Hiervoor verwijzen we naar de technische fiche over greppels.

Wanneer de putten kort bij elkaar geplaatst zijn is het gevaar reëel dat de grondwatertaf stijgt, en er dus kelders overstromen.

Door de afzettingen van zwevende stoffen die vervoerd worden door het regenwater, kan de put dichtslibben, wat tot gevolg heeft dat de hydraulische werking onderbroken wordt. Regelmatig preventief onderhoud blijkt dus noodzakelijk. Zo wordt in Valence twee keer per jaar preventief onderhoud uitgevoerd in de bedrijvenparken. Elders is er geen dergelijk onderhoud. (Bron: Azzout et al.,1994)

Figuur 3 - Infiltratieput en onderliggende laag
Figure 3 - Puits d'infiltration et nappe sous-jacente



Limites et précautions à prendre

La recherche d'un horizon perméable favorable à l'infiltration ne doit pas imposer de creuser trop profondément le puits (plus de 10 m), sans quoi le coût s'en trouve significativement accru.

De plus, il est recommandé de conserver 1 m au minimum entre le radier du puits et le niveau des plus hautes eaux de la nappe, afin de bénéficier d'une filtration suffisante par le sol.

L'infiltration d'eau pluviale dans le sol n'est pas sans poser des problèmes potentiels ; on se reportera pour cela à la fiche technique de synthèse sur les noues.

Si les puits se trouvent concentrés localement, il existe un risque d'élévation de la nappe et donc d'inondation de caves.

En raison des dépôts de matières en suspension véhiculées par les eaux de pluie, le puits est susceptible de se colmater, ce qui a pour effet d'interrompre son fonctionnement hydraulique. Un entretien préventif régulier se montre donc indispensable. Ainsi, à Valence, un entretien préventif est effectué 2 fois par an dans les Zones Industrielles. Ailleurs, aucun entretien n'est réalisé. (Source : Azzout et al.,1994)

| Voorbeeld | Opdrachtgever |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Valence (Drôme) | Gemeente Valence Technische Diensten Contactpersoon: mw Françoise Gerey (ing.) 04.75.75.41.15 |
| Chassieu (Rhône) Drooglegging van een volledige verkaveling via infiltratieputten (de verkaveling is meer dan 20 jaar oud) | COURLY Communauté Urbaine de Lyon Contactpersoon: dhr Chaggier (ing.) 04.78.95.89.30 dhr Hodeau (ing.) 04.78.95.89.25 |
| Gemeente Esquerchin (omgeving Douai, Nord) Drooglegging van een verkaveling via putten (en infiltratie onder de wegen) | SIADO Contact: ADOPTA 3, place d'Haubersart 59500 Douai 03.27.94.42.10 |

We merken dat deze techniek in heel wat landen wordt gebruikt zoals:

- Australië, dat dergelijke putten installeert sinds 1987;
- Japan.

| Exemple | Maître d'Ouvrage |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Valence (Drôme) | Commune de Valence Services Techniques Contact : Mme Françoise Gerey (ing.) 04.75.75.41.15 |
| Chassieu (Rhône) Assainissement d'un lotissement complet par puits d'infiltration (âge du lotissement : > 20 ans). | COURLY (Communauté Urbaine de Lyon) Contacts : M. Chapgier (ing.) 04.78.95.89.30 M. Hodeau (ing.) 04.78.95.89.25 |
| Commune d'Esquerchin (Douaisis) Assainissement d'un lotissement par puits (et infiltration sous voiries) | SIADO Contact : ADOPTA 3, place d'Haubersart 59500 Douai 03.27.94.42.10 |

Signalons que cette technique est utilisée dans des pays très variés tels que:

- l'Australie, qui en installe depuis 1987 ;
- le Japon.

2.2.4 INFILTRATIEGEULEN

Definiëring en principe

Een geul is een lijnvormige techniek met reservoirstructuur.

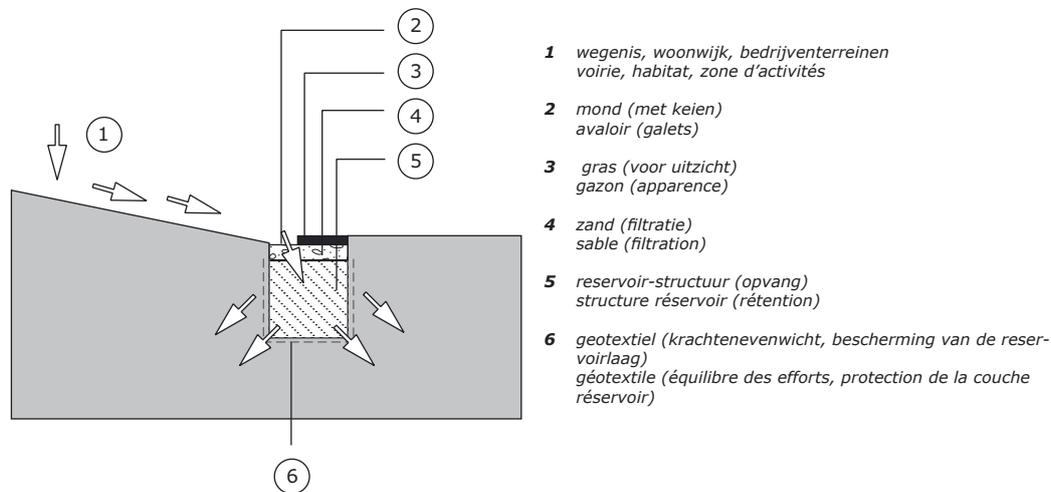
Ze wordt loodrecht op de afvloeiingen geplaatst, vangt het regenwater op, slaat het op en voert het vervolgens af, via infiltratie in de grond of via een afvoerweg met gereguleerde afvoer.

De geul wordt bedekt met rolstenen, gras, asfalt (open of gesloten bekleding), een betonplaat enz.

Het water kan worden verzameld via directe afvloeiing of via leidingen voor recuperatie van regenwater.

De reservoirstructuur bestaat uit gruis-materialen (poreusheid 30%), uit zeer lichte structuren met kleine uithollingen (poreusheid > 90%) of uit gerecycleerd materiaal (oude banden bijvoorbeeld).

Figuur 4a - Principe van de infiltratiegeul
Figure 4a - Principe de la tranchée d'infiltration



Voordelen

Geulen dragen bij tot de beperking van de afvoer bij hevige regenval en verminderen de afvloeiing (en dus de vervuiling van het regenwater).

Ze ontlasten het regenwaternet, waardoor kleinere doormeters gebruikt kunnen worden. Dankzij het verzamelstelsel via directe afvloeiing moet geen beroep worden gedaan op de klassieke straatkolken en draineerbuizen. Het financiële voordeel is over het algemeen aanzienlijk. Door water te infiltreren, dragen ze bij tot de bevoorrading van het grondwater.

Er is een grote vrije keuze wat betreft de plaats van aanleg van de geul: trottoir, parking, gazon op humusrijke grond, wandelweg enz.

Er is dus maar heel weinig of zelfs geen grond nodig wanneer op de oppervlakte andere functies dan de hydraulische functie voorzien zijn (parkeren, trottoir, etc.). De geulen zijn goed aangepast aan de stedelijke omgeving.

De techniek is oud, gemakkelijk uitvoerbaar en goed beheersbaar.

2.2.4 LES TRANCHÉES D'INFILTRATION

Définition et principe

La tranchée est une technique linéaire de type structure réservoir.

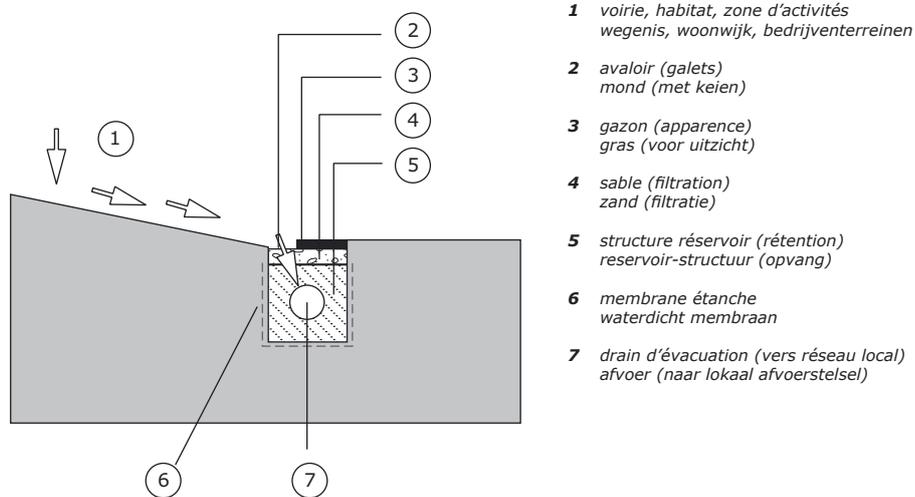
Disposée perpendiculairement aux ruissellements, elle intercepte les eaux de pluies, les stocke puis les évacue soit par infiltration dans le sol soit par un exutoire à débit régulé.

La tranchée est recouverte de galets, d'engazonnement, d'enrobé (drainant ou non), d'une dalle de béton, etc..

L'eau peut être collectée par ruissellement direct ou par des conduites de récupération des eaux de pluie.

La structure réservoir est constituée soit de matériaux concassés (porosité 30%), soit de structures alvéolaires ultra-légères (porosité > 90%) ou bien encore de matériaux recyclés (vieux pneus par exemple).

Figuur 4b - Principe van de retentiegoulen
Figure 4b - Principe des tranchées de rétention



Intérêts

Les tranchées participent à l'écrêtement des débits associés à des phénomènes pluvieux importants et limitent le ruissellement (et donc la pollution des eaux pluviales).

Elles déchargent le réseau pluvial et permettent ainsi de dimensionner plus faiblement ce dernier. La solution de collecte par ruissellement direct permet d'éviter le recours aux drains et avaloirs classiques. Le gain financier est en général important. En infiltrant l'eau, elles contribuent à l'alimentation de la nappe.

On dispose d'une grande liberté de choix pour l'aménagement superficiel de la tranchée : trottoir, parking, gazon sur terre végétale, promenade piétonne, etc..

L'emprise foncière est de ce fait très faible, voire nulle, lorsque la surface assure des fonctions autre qu'hydrauliques (stationnement, trottoir, etc.). Les tranchées sont bien adaptées au milieu urbain.

La technique est ancienne, de mise en œuvre facile et bien maîtrisée.

Beperkingen en te nemen voorzorgsmaatregelen

Omdat de fijne zwevende stoffen die in het afvloeiend water zitten in de geul gefilterd worden, kan de geul dichtslibben.

Toch kan dat makkelijk voorkomen worden: zo werden in Pessac (Gironde) twee geotextieldekens op verschillende diepten geplaatst. Uit de resultaten na 6 jaar werking, en zonder onderhoud, bleek dat de afzettingen geconcentreerd liggen op de eerste laag, de oppervlaktelaag, en dat het volstond enkel die laag te veranderen.

Er is maar weinig oppervlakte voor nodig maar de geul neemt wel veel plaats in beslag onder de grond.

Er zijn risico's verbonden aan infiltratie in de grond. Het gaat om dezelfde risico's als voor alle alternatieve technieken. We verwijzen dus naar de fiche over greppels.

| Voorbeeld | Opdrachtgever |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Gemeente Pessac, Gironde, geul ter drooglegging op de avenue Gustave Eiffel (al meer dan 10 jaar in gebruik) | Communauté Urbaine de Bordeaux |
| Tallose voorbeelden in de agglomeratie Lyon | Communauté Urbaine de Lyon Contactpersoon: M. Chapgier (ing.) 04.78.95.83.39 |

Limites et précautions à prendre

Puisque les matières fines en suspension, contenues dans les eaux de ruissellement sont filtrées au niveau de la tranchée, un colmatage risque de se produire.

Cependant, il est possible de s'en prémunir facilement : ainsi, à Pessac (Gironde), deux nappes de géotextile ont été posées à des profondeurs différentes ; les résultats après 6 ans et sans entretien ont montré que les dépôts se concentraient sur la première couche, la nappe superficielle, et qu'il suffisait de changer celle-ci uniquement.

L'emprise superficielle est faible mais la tranchée occupe un espace important en sous-sol.

Il existe certains risques liés à l'infiltration dans le sol. Ils sont les mêmes pour toutes les techniques alternatives. On se reportera donc à la fiche réalisée sur les noues.

| | Exemple | Maître d'Ouvrage |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|  | Commune de Pessac, Gironde, tranchée drainante sur l'avenue Gustave Eiffel (en service depuis plus de 10 ans) | Communauté Urbaine de Bordeaux |
| | Nombreux exemples sur l'agglomération Lyonnaise | Communauté Urbaine de Lyon Contact : M. Chapgier (ing.) 04.78.95.83.39 |

2.2.5 RIJWEGEN MET RESERVOIRSTRUCTUUR

Definiëring en principe

Bij een rijweg met reservoirstructuur gebeurt de opslag van regenwater in de wegstructuur zelf, in de openingen die gelaten zijn tussen de bouwmaterialen (kiezelzand...). Er is geen regenwaterstelsel meer.

De verzameling van het water is ofwel verspreid over de gehele oppervlakte van de rijweg (wanneer die doorlatend is: open asfaltbekleding of poreuze kasseien), ofwel plaatselijk (straatkolken en klassieke draineerbuizen lozen in de poreuze structuur).

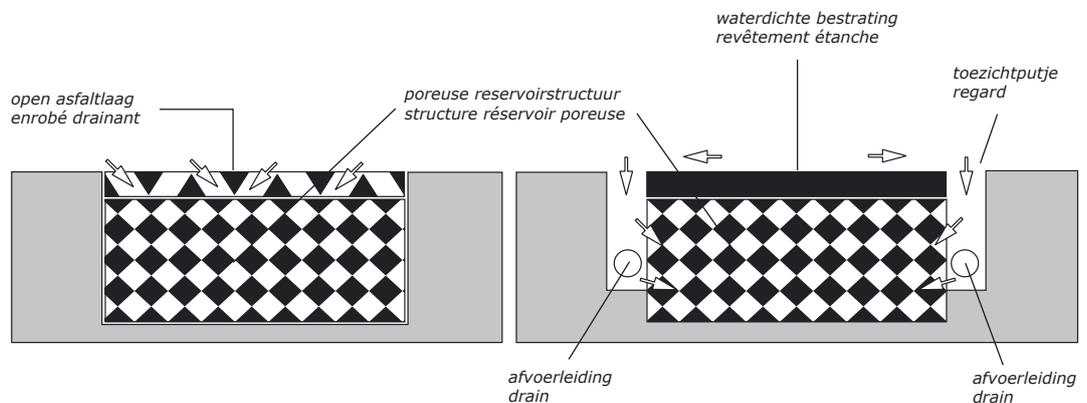
De opslag gebeurt in de openingen van de rijweg die kleine uithollingen kan bevatten (hoge mechanische sterkte en poreusheid 90%) of kan bestaan uit vergruisde materialen (hoge mechanische sterkte en poreusheid 30%).

Het opgeslagen water kan worden afgevoerd via een klassiek afwateringssysteem (afvoerleiding met beperkte capaciteit), via directe infiltratie in de grond (wanneer die doorlatend is), of via een put (wanneer de doorlatende laag diep ligt).

Figuur 5 - Principe voor verzameling van water in rijwegen met reservoirstructuur
Figure 5 - Principe de collecte de l'eau dans les chaussées à structure réservoir

Directe invoering regenwater
Injection directe des EP

Indirecte invoering regenwater
Injection indirecte des EP



Voordelen

Omdat rijwegen met reservoirstructuur water vasthouden beperken ze het regenwaterdebiet en verminderen ze het overstromingsgevaar.

De opslag in de rijweg zelf is bijzonder ingenieus, want ze vergt geen extra ruimte.

Net zoals bij de andere retentietechnieken stemt het opgeslagen volume overeen met het volume dat niet moet worden opgenomen in de dimensionering van de afvoerstelsels (waardoor de investeringskosten lager zijn).

2.2.5 LES CHAUSSÉES À STRUCTURE RÉSERVOIR

Définition et principe

Avec une Chaussées à Structure Réservoir (C.S.R.), le stockage des eaux pluviales s'effectue dans le corps même de la structure, dans les vides laissés entre les matériaux d'assise (graves...). Il n'y a plus de réseau pluvial.

La collecte de l'eau se trouve soit répartie sur l'ensemble de la surface de la chaussée lorsque celle-ci est perméable (enrobé drainant ou pavés poreux), soit localisée (les avaloirs et les drains classiques déversent dans la structure poreuse).

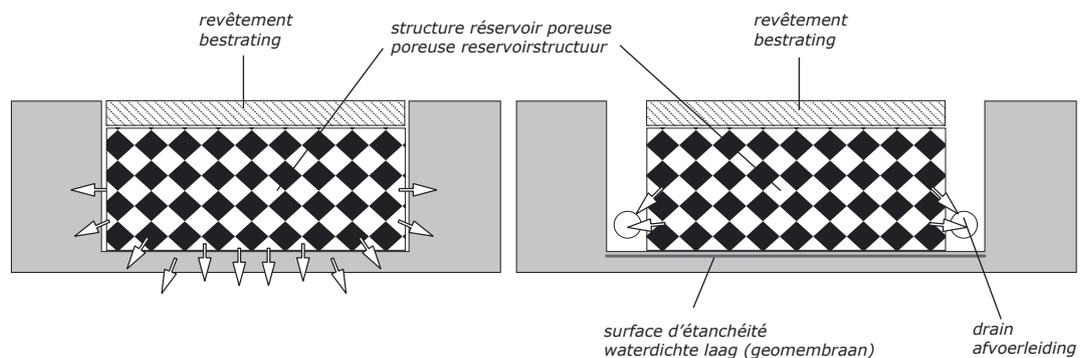
Le stockage s'opère dans les vides de la chaussée qui peut être alvéolaire (forte résistance mécanique et porosité de 90%) ou bien constituée de matériaux concassés (forte résistance mécanique et porosité de 30%).

L'eau stockée peut être évacuée soit par un réseau d'assainissement classique via un exutoire (de petite capacité), soit par infiltration directe dans le sol lorsque celui-ci se révèle perméable, soit par puits si la couche perméable s'avère profonde.

Figure 6 - Principe d'évacuation de l'eau dans les chaussées à structure réservoir
Figuur 6 - Principe voor afvoer van water in rijwegen met reservoirstructuur

Infiltration sous chaussée
Infiltratie onder de wegenis

Évacuation vers un exutoire
Afvoering



Intérêts

De par leur fonction de rétention d'eau, les chaussées à structure réservoir contribuent à l'écrêtement des débits pluviaux et donc à la réduction du risque d'inondation.

Le stockage dans la chaussée-même s'avère particulièrement astucieux, car il ne requiert pas d'espace supplémentaire.

Comme pour les autres techniques de rétention, le volume stocké représente autant de volume en moins à intégrer dans le dimensionnement des réseaux de collecte (moindre coût d'investissement).

Dankzij open asfaltbekleding (waterdoorlaatbaarheid 10^{-3} m/s minimum) kan bespaard worden op de klassieke draineerbuizen en straatkolken.

Ook qua uitzicht en veiligheid voor de automobilisten beschikt die bekleding over uitstekende eigenschappen:

- geen vochtigheid op de weg (plassen, opspattend water);
- betere wegligging (minder risico op aquaplaning) en betere zichtbaarheid bij regen;
- het geluidsniveau dat het rijden veroorzaakt vermindert met circa 3 dB.

De open asfaltbekleding zet ook de partikelvervuiling vast; er kan een vermindering worden vastgesteld van 80% voor CZV en van 85 % voor lood (*bron: Ministère de l'Équipement / CETE du Sud-Ouest*).

Beperkingen en te nemen voorzorgsmaatregelen

Voor de problemen met betrekking tot infiltratie verwijzen wij naar de samenvattende fiche over greppels.

Open asfaltbekleding beperkt de vervuiling door partikels in het afvloeiende water. Men kan ook bijkomende voorzieningen installeren voor voorbehandeling of zuivering (gelamelleerd decanteer-toestel, olie-afscheider...).

Er moet rekening worden gehouden met de helling van het terrein (indien >1%) om te vermijden dat het water zich in de lagere delen ophoopt. Daarvoor volstaat het de opslagcapaciteit (dit is: de dikte) te verhogen of verticale tussenschotten te plaatsen die de afvloeiing onderbreken en vermijden dat het water zich in de lage delen ophoopt.

De zwevende stoffen die door het afvloeiende water worden aangevoerd veroorzaken geleidelijke dichtslibbing van de structuur. Regelmatig moet ontstopt worden zodat de rijweg met reservoir-structuur zijn hydraulische taak naar behoren kan blijven uitvoeren.

Perfect beheerste zuigtechnieken zorgen ervoor dat de oorspronkelijke waterdoorlaatbaarheid nagenoeg hersteld wordt (*bron: Communauté Urbaine de Bordeaux*). Wegen met weinig verkeer hebben meer risico op dichtslibbing (*bron: Ministère de l'Équipement / CETE du Sud-Ouest*).

In bochten mogen open asfaltbekledingen niet gebruikt worden omwille van de grote schuifkracht die dan ontstaat.

Infiltratie moet voorzichtig aangewend worden: sommige bodems verliezen een deel van hun draagkracht als ze water houden.

L'enrobé drainant (perméabilité 10^{-3} m/s minimum) permet de faire l'économie des avaloirs et de drains classiques.

En outre, ce type d'enrobé présente des qualités appréciables vis-à-vis de l'agrément et la sécurité des automobilistes :

- il supprime l'humidité sur la chaussée (flaques, éclaboussures) ;
- il améliore la tenue de route (diminue le risque d'aquaplaning) et la visibilité par temps de pluie;
- il diminue le volume sonore émis au roulement de 3 dB en moyenne.

Enfin, l'enrobé drainant piège la pollution particulaire; l'abattement se montre de l'ordre de 80% de la DCO et 85 % du Plomb (*source : Ministère de l'Équipement / CETE du Sud Ouest*).

Limites et précautions à prendre

Concernant les problèmes liés à l'infiltration, on se reportera à la fiche de synthèse portant sur les noues.

L'enrobé drainant permet de réduire la pollution particulaire véhiculée par les eaux de ruissellement. Toutefois, des dispositifs complémentaires de pré-traitement ou d'épuration peuvent être installés (décanteur lamellaire, déshuilleur...).

La pente du terrain doit être prise en compte (si >1%) afin d'éviter l'accumulation de l'eau dans les points bas. Il suffit alors d'augmenter la capacité de stockage (i.e. l'épaisseur), ou bien de rajouter des cloisons verticales intermédiaires pour interrompre le flot et éviter l'accumulation d'eau dans les points bas.

Les matières en suspension véhiculées par les eaux de ruissellement occasionnent le colmatage progressif de la structure. Des opérations de décolmatage doivent être menées régulièrement afin d'assurer le bon fonctionnement hydraulique de la chaussée à structure réservoir.

Des techniques parfaitement maîtrisées d'aspiration permettent de retrouver pratiquement la perméabilité initiale (*source : Communauté Urbaine de Bordeaux*). Le colmatage s'avère plus important sur les voies à moindre circulation (*source : Ministère de l'Équipement / CETE du Sud Ouest*).

Les enrobés drainant ne doivent pas être utilisés dans les zones giratoires en raison des efforts de cisaillement importants qui se manifestent.

L'infiltration en place est à utiliser avec précaution : certains sols perdent une partie de leur portance en présence d'eau.

| Voorbeeld | Opdrachtgever |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| ZAC de Verneuil-sur-Seine (Yvelines) (helling van 10%) | |
| Centrum Blanquefort (Gironde) | Société d'Economie Mixte de Bruges (Gironde) |
| Parking (15 ha) van het winkelcentrum Rives d'Arcins, (periferie Bordeaux) | Magasins Carrefour |
| Parking in poreuze kasseien en open asfaltbekleding (periferie Bordeaux) | |
| ZAC Montesquieu (Gironde) volledige aanleg van een technologisch bedrijvenpark | SEM de Bordeaux-Technopolis |
| Talloze voorbeelden in de agglomeratie Lyon | COURLY Contactpersoon : M. Chapgier (ing.) |

| | Exemple | Maître d'Ouvrage |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| | ZAC de Verneuil-sur-Seine (Yvelines) (pente de 10%) | |
|  | Centre ville de Blanquefort (Gironde) | Société d'Economie Mixte de Bruges (Gironde) |
|  | Parking (15 ha) du centre commercial Rives d'Arcins, (périphérie de Bordeaux) | Magasins Carrefour |
|  | Parking en pavés poreux et enrobé drainant (périphérie de Bordeaux) | |
| | ZAC Montesquieu (Gironde) aménagement complet d'un parc technologique | SEM de Bordeaux-Technopolis |
| | Nombreux exemples dans l'agglomération de Lyon | COURLY Contact : M. Chapgier (ing.) |

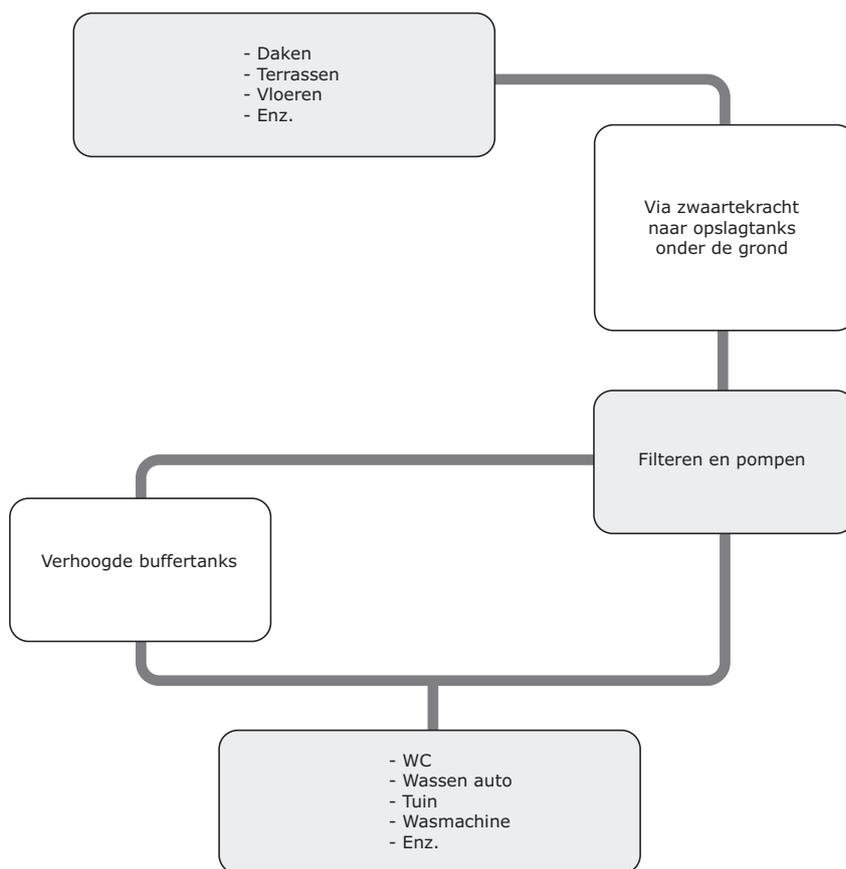
Ook in de Verenigde Staten worden wegen met reservoirstructuur gebruikt, meer bepaald voor verkavelingen, parkings en straten. Het opgeslagen water wordt soms gebruikt voor diverse doeleinden (irrigatie...).

Volgens het zelfde principe bestaan ook:

- **poreuze straatstenen**, gebruikt voor de aanleg van parkings of verkeersvrije straten. Hun mechanische sterkte is even groot als die van klassieke kasseien, maar hun poreusheid (>15%) biedt een grote doorlaatbaarheid ($7 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ minimum) (bron: *Communauté Urbaine de Bordeaux*);
- **opslag onder trottoir** (parallel met de rijweg); het voordeel is hier wel dat het afvloeiende water kan worden opgeslagen langs een waterdichte rijweg.

2.2.6 REGENPUTTEN – INDIVIDUELE RECYCLAGE

Definiëring en principe



Figuur 7 - Principe van individuele recyclage van regenwater

Het regenwater wordt verzameld op de daken, vervolgens opgeslagen in een waterdichte regenput, die zich over het algemeen ondergronds bevindt. De waterdichtheid wordt verzekerd door een geomembraan of geotextiel dat waterdicht is.

De regenput wordt uitgerust met een poriëngetal dat vastgelegd is op 1 (gewone tank) of met behulp van zeer lichte structuren met kleine uithollingen met een poriëngetal van 0.95 (zo kan per uitgegraven m^3 tot 950 liter water worden opgeslagen) en een uitstekende mechanische sterkte.

Die watervoorraad kan worden aangewend voor lichte werken, zoals de besproeiing van moestuinen of gazons, het wassen van auto's, het doorspoelen van toiletten, enz.

On peut citer également les Etats-Unis où les C.S.R. sont utilisées pour les lotissements, les parkings et les rues. L'eau stockée en amont est parfois réutilisée pour divers usages (irrigation...).

Sur le même principe, il existe également :

- **les pavés poreux**, utilisés pour les aménagements de parkings ou de rues piétonnes. Leur résistance mécanique est aussi performante que celle des pavés classiques, mais leur porosité (>15%) offre une grande perméabilité ($7.10^{-3}m/s$ minimum).

(source : Communauté Urbaine de Bordeaux) ;

- **le stockage sous trottoir**, parallèlement à la chaussée, qui présente l'avantage de pouvoir stocker les eaux de ruissellement le long d'une chaussée étanche.

2.2.6 LES CITERNES – LE RECYCLAGE INDIVIDUEL

Définition et principe

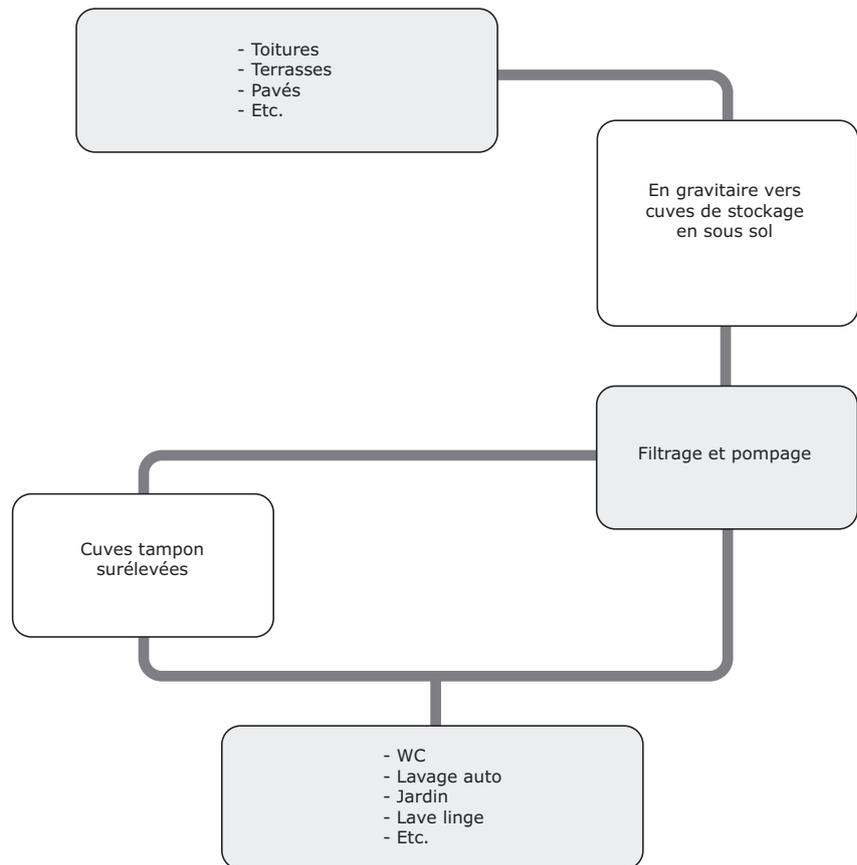


Figure 7 - Schéma de principe du recyclage individuel des eaux de pluie

L'eau de pluie se trouve collectée par les toits, puis stockée dans une citerne étanche, généralement sous la surface du sol. L'étanchéité est réalisée à l'aide d'une géomembrane ou d'un géotextile avec enduit étanche.

La citerne est réalisée avec un indice des vides fixé à 1 (cuve simple) ou bien à l'aide de Structures Alvéolaires Ultra-Légères (S.A.U.L.) avec un indice des vides de l'ordre de 0.95 (ainsi, 1 m³ excavé peut stocker jusqu'à 950 l d'eau) et une très bonne résistance mécanique.

Cette réserve d'eau peut être sollicitée pour des usages peu exigeants, comme par exemple l'arrosage des potagers ou des pelouses, le lavage des automobiles, les toilettes, etc..

Voordelen

Wanneer water gerecycleerd wordt, bijvoorbeeld voor toiletten of wasmachines, wordt minder drinkwater verbruikt⁴, wat een financieel voordeel oplevert voor de consument, en moeten de watervoorraden minder benut worden.

De bouwprijs is laag indien de aanleg bij het optrekken van het gebouw gebeurt.

Door water op die manier op het perceel op te slaan, wordt het geloosde regenwaterdebiet aanzienlijk verminderd.

Aangezien het beheer van die lozingen een taak is voor de overheid, kan aanzienlijk worden bespaard op het vlak van infrastructuur. Voor nieuwe verkavelingen is het niet meer nodig gescheiden stelsels aan te leggen.

Bouwers en projectontwikkelaars kennen dergelijke installaties steeds beter.

In geval van verhoogde tanks (cf. figuur 7) is het water te allen tijde beschikbaar, zelfs in geval van een stroomstoring.

Beperkingen en voorzorgsmaatregelen

De installatie- en onderhoudskosten zijn ten laste van de consument.

Men moet ervoor zorgen dat men geen regenwater met drinkwater verwacht (door een kleurencode aan te brengen, bv.).

De nodige ruimte voor deze techniek is nihil aangezien alles onder de grond zit. Men moet de reglementeringen raadplegen, (en indien nodig de lokale overheid).

Gebruiksvoorbeelden

Voorbeelden zijn uiteraard heel talrijk en uiteenlopend.

| Voorbeeld | Opdrachtgever |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Putten voor opslag en infiltratie van dakwater in gebieden met eengezinswoningen | Contact : Communauté Urbaine de Bordeaux |
| Actie "Pré de la cour", gemeente Meillonnas (Ain) Woongebouw met 3 lagen: Gravitaire toevoer naar de toiletten via tanks van 700l per trappenhuis. De tanks worden gevuld via pompen (na filtratie) in 15 tanks van 1m ³ die zich onder de grond bevinden en het dakwater recupereren. Voorzorgsmaatregelen: identificatie van niet drinkbaar water (Le Moniteur, nr. 4831, juni 96). Kostprijs per woning: 1500 Euro . | Opac de l'Ain |
| Zeer talrijke realisaties in Vlaanderen. Raadpleeg de Code van Goede praktijken (uitgave maart 1999) | |

⁴ Selon certaines études, de l'ordre de 40 à 45% chez le particulier.

Intérêts

Lorsque l'eau est recyclée, pour les toilettes ou le lave-linge par exemple, il y a diminution des consommations d'eau potable⁴ avec gain financier pour le particulier et réduction des prélèvements dans les ressources.

Le coût de mise en œuvre de ce procédé se montre faible lorsque l'installation est réalisée lors de la construction du bâtiment.

En stockant l'eau ainsi à la parcelle, les débits pluviaux rejetés se trouvent considérablement réduits.

La gestion de ces rejets étant à la charge de la collectivité, des économies substantielles peuvent alors être réalisées en terme d'infrastructure. En particulier, pour les nouveaux lotissements, l'installation d'un réseau séparatif devient superflue.

Les bâtisseurs et les aménageurs connaissent de mieux en mieux ce type d'installation.

Avec des cuves surélevées (cf. figure 7), l'eau se montre toujours disponible, même en cas de coupure de courant électrique.

Limites et précautions

Le coût d'installation et d'entretien est à la charge du particulier.

Il faut se prémunir contre les risques de confusion entre eau de pluie et eau potable au moment de la consommation (à l'aide d'un code de couleurs notamment).

L'espace foncier requis par cette technique est nul puisque tout est souterrain. Il faut consulter les règlements et si besoin, consulter les autorités locales.

Exemples d'emploi

Il est inutile de préciser que les exemples de ce type sont très divers et variés.

| Exemple | Maître d'Ouvrage |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Puits de stockage et d'infiltration des eaux de toiture dans des zones pavillonnaires. | Contact : Communauté Urbaine de Bordeaux |
| Opération "Pré de la cour", commune de Meillonnas (Ain) Immeuble résidentiel R+2 : Alimentation gravitaire des WC par des cuves de 700 l par cage d'escalier, remplies par pompage (après filtrage) dans 15 cuves de 1m ³ situées au sous sol et récupérant l'eau de toiture. Précautions : identification des réseaux non potable (Le Moniteur, n° 4831, juin 96). Coût par logement : 1500 Euro. | Opac de l'Ain |
| Très nombreuses réalisations en Flandre. Se reporter au Code de Bonnes Pratiques (édition de Mars 1999). | |

⁴ Selon certaines études, de l'ordre de 40 à 45% chez le particulier.

Voorbeeld uit de industrie:

De maatschappij "Eaux de France" (Tourcoing) biedt een compleet product aan, bestaande uit een regenput (gemiddeld 10 000 l), minstens 1 filter (toegestane afwijking 5 µm), een pomp, een veiligheidsklep voor de goten en alle leidingen.

De installatie (tot en met de inwerkingstelling) duurt voor een eengezinswoning twee dagen en kost tussen 4 400 en 5 300 Euro.

Bij de berekening van de afschrijving moet rekening worden gehouden met de waterbesparing, maar ook met het feit dat het gaat om zacht water en dat de verschillende problemen met kalkhoudend water minder voorkomen.

2.2.7 BUFFEROPSLAG OP DAKEN**Definiëring en principe**

Voorbeeld terrasdak
Exemple de toiture en terrasse

Het regenwater wordt direct opgeslagen op het dak van het gebouw, in waterdichte bakjes met verhoogde randen.

Het opgeslagen water wordt vervolgens met gereguleerd debiet ofwel afgevoerd naar het afwateringssysteem ofwel hergebruikt. Het aldus opgeslagen water kan dan gebruikt worden voor sanitaire voorzieningen of wasmachines

Deze methode is heel goed geschikt voor grote oppervlakken. De investering is er efficiënter (bijvoorbeeld kantoorgebouwen, turnzalen enz.).

Voordelen

Wanneer het water gerecycleerd wordt, daalt het verbruik van drinkwater, wat een financieel voordeel oplevert voor de consument. *De watervoorraden moeten minder worden aangesproken.* Het geloosde regenwaterdebiet blijkt verminderd, zodat het mogelijk wordt de *capaciteit van het afvoerstelsel voor regenwater te verminderen.*

Beperkingen en voorzorgsmaatregelen

Het water dat op het dak wordt opgeslagen zorgt voor een extra belasting voor het gebouw. Daarmee moet bij het ontwerp rekening worden gehouden (wat een kleine meerkost met zich brengt).

Men moet ervoor zorgen dat men geen regenwater met drinkwater verwart (door een kleurencode aan te brengen, bv.).

De installatie- en onderhoudskosten zijn ten laste van de consument.

Ook al blijkt dat heel wat van het water dat op het dak wordt opgeslagen, verdampt, moet in elk geval een afvoer met gereguleerd debiet voorzien worden. In tegenstelling tot opslag in regenputten is recyclage niet het doel van die soort van techniek. Toch kunnen andere doeleinden (zoals het wassen van auto's of het besproeien van het gazon) nog altijd overwogen worden.

Gebruiksvoorbeelden

De voorbeelden van dit type zijn heel talrijk en uiteenlopend, vooral bij terrasdaken, en de bouwers kennen de methode goed.

Exemple de référence industrielle :

La société "Eaux de France" (Tourcoing) propose un produit complet composé de la citerne (10 000 l en moyenne), d'au moins un filtre (tolérance de 5 µm), d'une pompe, d'un clapet anti-retour pour les égouts et de l'ensemble de la tuyauterie.

L'installation jusqu'à la mise en service se fait en deux jours pour un pavillon et coûte entre 4 400 et 5 300 Euros.

Pour calculer l'amortissement, il faut tenir compte de l'économie d'eau mais aussi du fait qu'il s'agit d'eau douce et que les problèmes divers liés au calcaire se trouvent réduits.

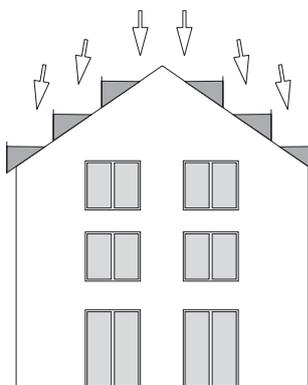
2.2.7 LE STOCKAGE TAMPON EN TOITURES**Définition et principe**

Figure - Figuur 8 -
Principe de stockage sur toit incliné
Principe voor opslag op hellend dak

L'eau de pluie se trouve stockée directement sur le toit du bâtiment, réalisé en cuvettes étanches par des bordures surélevées.

L'eau stockée est ensuite évacuée à débit régulé soit vers le réseau d'assainissement soit en vue d'être réutilisée ; l'eau ainsi stockée en hauteur s'avère disponible pour les sanitaires ou les lessives par exemple.

Ce procédé se montre bien adapté aux surfaces importantes pour lesquelles l'investissement est plus efficace (exemples : immeubles de bureaux, gymnases, etc.).

Intérêts

Lorsque l'eau est recyclée, il y a diminution des consommations d'eau potable avec gain financier pour le particulier et *réduction des prélèvements dans les ressources*.

Les débits pluviaux rejetés s'avèrent réduits, ce qui permet de *diminuer la capacité du système de collecte* des eaux pluviales.

Limites et précautions

L'eau stockée sur le toit représente une charge excédentaire pour le bâtiment dont il faut tenir compte lors de la conception (ce qui induit un léger surcoût).

Il faut se prémunir contre les risques de confusion entre eau de pluie et eau potable au moment de la consommation (à l'aide d'un code de couleurs par exemple).

Les coûts d'installation et d'entretien sont à la charge du particulier.

Même si l'évaporation de l'eau stockée en toiture peut se révéler très importante, une évacuation à débit régulé doit être aménagée dans tous les cas. Le recyclage n'est pas le but de ce genre de technique, contrairement au stockage en citernes. Cependant, des usages annexes comme le lavage de voiture ou l'arrosage des pelouses demeurent envisageables.

Exemples d'emploi

Les exemples de ce type sont très divers et variés, en particulier de toiture terrasse et les constructeurs connaissent bien le procédé.

2.2.8 TEELTTECHNIEKEN

Definiëring en principe⁵

Het gaat om een aantal aanbevelingen voor de landbouwer, met de bedoeling:

- de infiltratie in de bodem te bevorderen om de afvloeiing te beperken en de piekafvoer te verminderen;
- het vervoer van aarde naar een lager gelegen gebied beperken, dit wil zeggen de erosie beperken.

Die methodes maken deel uit van de zogenaamde "perceeltechnieken".

Men probeert daarbij de afwatering van regenwater te vertragen (bij het afvloeiingsverschijnselen) en de poreusheid van de gronden te verhogen, dit is hun vermogen om water te infiltreren.

Die technieken vinden hun oorsprong in de vaststelling dat te veel oppervlakken er in de winter kaal en "glad" bij liggen, wat er toe leidt dat alle neerslag afvloeit (een afvloeiingscoëfficiënt om en bij de 1), ook in licht hellende gebieden (de minste knik in een helling veroorzaakt een concentratie van afvloeiingen).

Het komt erop aan het bouwland zijn natuurlijk vermogen om water te infiltreren, terug te geven.

Technieken

1. De gronden in de winter bedekken

BEZAAIEN MET GRAS

Het bezaaien gebeurt ten tijde van de eerste winterregen, met de bedoeling de gronden niet meer kaal te laten liggen.

Daartoe wordt groenbemesting gebruikt, zoals bijvoorbeeld:

- grasgewassen (rogge, raaigras);
- of soms ook kruisbloemigen, wanneer er nood is aan veevoer (koolzaad).

BEDEKKEN MET STRO

Stro vertraagt de afvoer van het afvloeiende water en is over het algemeen goed bestand tegen de sterkte van de stroming. Men moet er wel voor zorgen dat de strohalmen in de grond worden ingebracht opdat het water niet zou wegstromen over de strobedekking of het stro met zich zou meesleuren.

HET STROOIEN VAN COMPOST OF SCHORS

Compost vormt een mul (laag van verbrijzeld materiaal), die tegen erosie beschermt en de infiltratie verhoogt. Er bestaan verschillende soorten compost waarvan de chemische gevolgen voor de grond kunnen worden onderzocht. Wat het esthetische aspect betreft, is het duidelijk dat het uitstrooien van verbrijzeld huisvuil minder mooi oogt dan schors.

2. De grond grof bewerken vóór de winter

De bedoeling hiervan is de duidelijke ruwheid en de poreusheid van de grond te verhogen.

Een aantal initiatieven gaan die richting uit:

- de aanwezigheid van kluiten bevorderen (door te ploegen);
- instrumenten gebruiken met trillende of bewegende tanden om het grondoppervlak te kunnen breken;
- vermijden dat de grond bewerkt wordt in de richting van de helling, (anders zal men moeten kunnen gebruik maken van de volgende ruilverkaveling);
- niet meer stoppelploegen;
- niet onnodig met de machines over de grond rijden om zetting van de grond te beperken;
- gekoppelde wielen gebruiken voor de tractoren met aangepaste zweldruk.

⁴ Naar F. Derancourt, *Chambre d'agriculture du Pas de Calais*

2.2.8 LES PRATIQUES CULTURALES

Définition et principe⁵

Il s'agit d'un ensemble de recommandations à l'usage de l'agriculteur. L'objectif est double :

- favoriser l'infiltration dans les sols pour diminuer le ruissellement et écrêter les débits de pointe;
- limiter les transports de terre vers l'aval, c'est à dire l'érosion.

Ces pratiques font partie des techniques dites "à la parcelle".

On cherche ici à ralentir les écoulements d'eaux pluviales (à l'apparition du phénomène de ruissellement) et à augmenter la porosité des sols, c'est-à-dire leur aptitude à infiltrer les eaux.

Ces techniques trouvent leur origine dans le constat qu'en hiver, trop de surfaces se retrouvent nues et "lisses" et occasionnent le ruissellement de la totalité des lames précipitées (coefficient de ruissellement voisin de 1), y compris dans les zones de faible pente (la moindre rupture de pente provoque une concentration des écoulements).

Il s'agit de redonner aux sols cultivés leur capacité naturelle à infiltrer l'eau.

Les techniques

1. Couvrir les sols en hiver

L'ENHERBEMENT

L'opération est réalisée à l'approche des pluies d'hiver, dans le but de ne plus laisser les sols nus.

Pour cela, on utilise des engrais verts tels que :

- des graminées (Seigle, Ray Grass) ;
- des crucifères dans certains cas particuliers de besoins de fourrages (Colza).

LE PAILLAGE

La paille ralentit l'écoulement de l'eau de ruissellement et oppose en général une bonne résistance à la force du flot. Il faut veiller à ce que les brins de paille soient incorporés au sol pour que l'eau ne risque pas de s'écouler sur la couverture de paille ou ne l'emporte.

L'ÉPANDAGE DE COMPOST OU D'ÉCORCES

Le compost forme un mulch (couche de matériaux broyés) protecteur contre l'érosion et augmente l'infiltration. Il existe différentes sortes de compost dont les conséquences chimiques sur les sols peuvent être examinées. Concernant l'aspect esthétique, il est clair que l'épandage d'ordures ménagères broyées est moins avantageux que des écorces.

2. Travailler grossièrement le sol avant l'hiver

L'objectif ici est d'augmenter la rugosité apparente du sol ainsi que sa porosité.

Un certain nombre d'actions vont dans ce sens :

- favoriser la présence de mottes (par des labours motteux) ;
- utiliser des outils à dents vibrantes ou animées pour briser la surface du sol ;
- éviter les labours dans le sens des pentes, lorsque cela est possible (dans le cas contraire, il faudra savoir profiter du remembrement suivant) ;
- ne plus déchaumer ;
- éviter les passages inutiles avec les machines pour limiter les tassements de sol ;
- utiliser des roues jumelées pour les tracteurs avec pression de gonflage adaptée.

⁵ D'après F. Derancourt, Chambre d'agriculture du Pas de Calais

Voordelen en beperkingen⁶

Het bewerken van de grond mag niet te veel arbeidskrachten vereisen en moet dus gemechaniseerd worden.

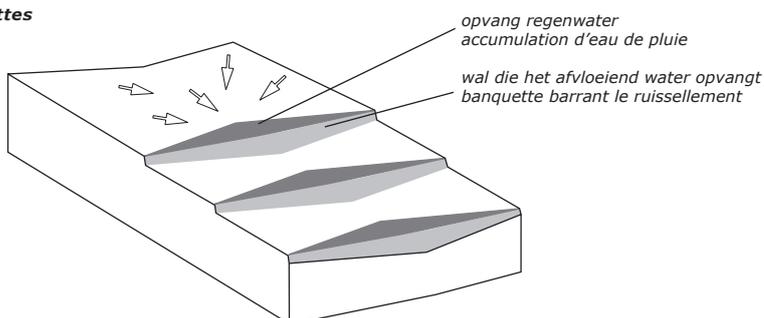
Wanneer dat te duur zou zijn, kan men gewoon klauwen om zo het effect van mulc of gras te versterken.

Bij het uitstrooien van schors mogen de kostprijs en de twijfelachtige invloed op het milieu niet uit het oog worden verloren.

| Voorbeeld | Opdrachtgever |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pays de Montreuil Voedingsgebied van de Canche | Contactpersoon: F. Derancourt Chambre d'agriculture du Pas de Calais 03.21.60.57.57 |
| West-Vlaanderen, waar landbouwers steun krijgen om in de winter hun gronden te bedekken (Vlaamse regering) | |

2.2.9 WALLEN (OF PLOOIEN)**Definiëring en principe****Figuur 9 - Principe van de wallen****Figure 9 - Principe des banquettes**

"seriegeschakelde" wallen
banquettes en "série"



Wallen zijn uitgestrekte tegenhellingen die aangebracht zijn volgens de hoogtelijnen en die bedoeld zijn om het afvloeiende water op te vangen.

Ze worden bekomen door het bodemoppervlak zodanig te vormen dat er drie types bestaan:

- Wallen met brede voet, geteeld over hun totale oppervlakte;
- Wallen met grastalud onderaan, geteeld op de helling bovenaan;
- Wallen met een smalle voet (ook 'kronkelkanalen' genoemd omwille van hun vorm), niet geteeld maar met kleine grondinneming (ongeveer 1 à 2m).

⁶ Volgens een recent onderzoek van het Agence de l'eau Seine-Normandie: De aanleg van de percelen in de wijngaarden van Champagne om afvloeiing en erosie te bestrijden: beschrijving van de technieken en ontwikkelingskansen, 1996

Intérêts et limites⁶

Le travail du sol ne doit pas nécessiter une main d'œuvre trop importante pour se développer et doit donc être mécanisé.

Dans le cas où il serait trop coûteux, un simple griffage permet de renforcer l'effet d'un mulch ou d'un enherbement.

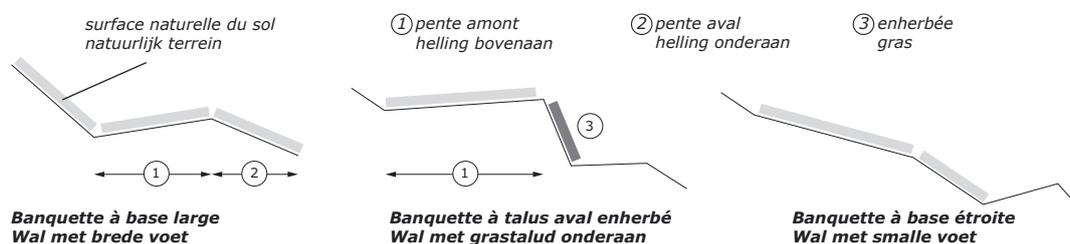
Quant à l'épandage d'écorces, son coût et l'incertitude sur son impact environnemental ne sont pas à négliger.

| Exemple | Maître d'Ouvrage |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pays de Montreuil Bassin versant de la Canche | Contact : F. Derancourt Chambre d'agriculture du Pas de Calais 03.21.60.57.57 |
| Flandre Occidentale où les agriculteurs reçoivent des aides pour couvrir leurs terres en hiver (Administration flamande) | |

2.2.9 LES BANQUETTES (OU PLIS)

Définition et principe

Figure 10 - Profil des différents types de banquettes
Figuur 10 - Profiel van de verschillende types van wallen



Les banquettes sont des contrepentes étendues, disposées selon les courbes de niveau et destinées à intercepter les écoulements de ruissellement.

Elles sont réalisées en modelant la surface du sol de telle sorte qu'il en existe trois types :

- Les banquettes à base large, cultivées sur toute leur surface ;
- Les banquettes à talus aval enherbé, cultivées sur la pente amont ;
- Les banquettes à base étroite (on dit aussi canaux de contour en raison de leur forme), non cultivées mais à faible emprise (1 à 2 m environs).

⁶ Selon une récente étude réalisée par l'Agence de l'eau Seine-Normandie : L'aménagement des parcelles contre le ruissellement et l'érosion dans le vignoble champenois : description des techniques et perspectives de développement, 1996

Omwille van hun kostprijs lijken wallen met brede voet steeds minder voor te komen, er worden bijgevolg meer wallen met smalle voet aangelegd.

Een wal met smalle voet verschilt van een dijkje door zijn omvang (een dijkje is een plaatselijk talud dat enkel de dalweg afsluit).

Wanneer het terrein maar lichtjes hellend is, kan het zijn dat geen water moet worden afgevoerd. Zoniet wordt het water afgevoerd ofwel via een systeem van draineerbuizen (vergelijkbaar met de draineerbuizen van de dijkjes), ofwel via een specifieke geul die gegraven is in de richting van de helling.

Voordelen

Wallen beperken de afvloeiing: het water wordt vertraagd afgevoerd, opgeslagen en komt met gereguleerd debiet terug vrij (dat debiet wordt bepaald door de diameter van de draineerbuis of de capaciteit van de geul).

Het rendement onderaan een aangelegd voedingsbekken kan tot 50% gaan (volgens F. Derancourt, *Chambre d'agriculture du Pas de Calais*).

Door de afvloeiing te controleren, bestrijden wallen ook de erosie.

De vaste stoffen, die door het afvloeiende water worden meegevoerd, bezinken aan de wallen, en worden niet naar beneden meegevoerd.

Door de hoeveelheid afgevoerd water te beperken, helpen de wallen de gebieden beneden tegen overstromingsgevaar te beschermen. De capaciteit van het afvoersysteem beneden kan vermindert worden.

Beperkingen en voorzorgsmaatregelen

Wallen vereisen specifieke landbouwmethodes: de bebouwing moet parallel met de hoogtelijnen verlopen.

Het decanteren van het afvloeiende water veroorzaakt afzettingen ter hoogte van de wallen. De bodem van de waterkering komt zo hoger te liggen.

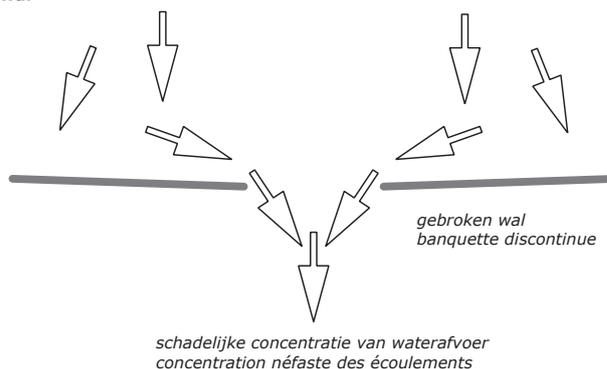
Het onderhoud is ten laste van de landbouwer en moet eenvoudig blijven: het is beter te veel dimensioneren om zo het volumeverlies te compenseren dat aan de sedimentatie te wijten is.

In geval van overstroming over de taluds, kan aarde worden meegevoerd. Om dat risico te beperken, kan de structuur worden versterkt door bomen in het talud in te planten. Ook kan de aarde afgedekt worden om het risico nog meer te beperken.

Wanneer wallen niet ontworpen zijn in het kader van globale inrichting van een voedingsbekken, kunnen ze desastreuze gevolgen hebben: alles wat afgevoerd wordt, komt (bij hevige regenval) samen in de afvoerbuis terecht, wat de situatie voor de gebieden beneden verergert wanneer daartoe niets voorzien is (wat volgens de Franse Code Rural overigens verboden is).

Het zelfde resultaat wordt bekomen wanneer de wal plots breekt (cf. figuur 11).

Figuur 11 - Voorbeeld van een niet doorlopende wal
Figure 11 - Exemple de banquette discontinue



En raison de leur coût, les banquettes à base large ont tendance à disparaître, au profit de leurs analogues à base étroite.

La banquette à base étroite se distingue de la diguette par son étendue (la diguette est un talus ponctuel, barrant le talweg uniquement).

Lorsque la pente du terrain est faible, il peut n'y avoir aucune évacuation d'eau prévue. Sinon, l'eau est évacuée soit par un système de drains (analogue aux drains des diguettes), soit par un chenal spécifique, creusé dans le sens de la pente.

Intérêts

Les banquettes réduisent le ruissellement : l'écoulement est ralenti, stocké et restitué à débit régulé (déterminé par le diamètre du drain ou la capacité du chenal).

L'efficacité en volume à l'aval d'un bassin versant aménagé peut atteindre 50% (d'après F. Derancourt, *Chambre d'agriculture du Pas de Calais*).

En contrôlant le ruissellement, les banquettes agissent également contre le phénomène d'érosion.

De plus, les matières solides véhiculées par les eaux de ruissellement se déposent au niveau des banquettes au lieu d'être entraînées vers l'aval.

En réduisant le volume ruisselé, les banquettes contribuent à protéger les zones aval contre le risque d'inondation et permettent de réduire la capacité du système de collecte des eaux pluviales en aval.

Limites et précautions

Les banquettes exigent un mode d'organisation agricole spécifique : les cultures doivent être faites parallèlement aux courbes de niveau.

La décantation des eaux de ruissellement occasionne des dépôts au niveau des banquettes. Ce phénomène entraîne une hausse du fond des retenues.

L'entretien, à la charge de l'agriculteur, doit être simple : on préférera dimensionner de façon excédentaire afin d'anticiper la perte de volume due à la sédimentation.

En cas de surverse au-dessus des talus, la terre se montre susceptible d'être emportée par le flot. Pour limiter ce risque, la structure peut être renforcée avec des arbres enracinés dans le talus. De plus, la terre peut être bâchée afin de réduire encore le risque.

Lorsqu'elles ne sont pas conçues dans le cadre d'un aménagement global de bassin versant, les banquettes peuvent avoir des effets désastreux en concentrant les écoulements à leur exutoire (lors de fortes pluies), ce qui aggrave les conditions pour les terres aval lorsque rien n'y a été prévu (cela est d'ailleurs interdit par le Code Rural Français).

Il se produit le même résultat lorsque la banquette s'interrompt brusquement (cf. figure 11).



Source - bron: " Maîtrise du ruissellement et de l'érosion - Conditions d'adaptation des méthodes américaines ", J.J. Gril et B. Duvoux, 1991

Gebruiksvoorbeelden

Deze techniek komt nog maar weinig voor in Frankrijk en België, hoofdzakelijk omdat zij de landbouwers verplicht hun percelen in te delen.

2.2.10 GEULEN MET GRAS

Definiëring en principe

Natuurlijke of kunstmatige geulen met gras zijn hoofdzakelijk bestemd om de afvloeiing te kanaliseren en het afgevoelde water af te voeren zonder erosie te veroorzaken.

Het is een veelvuldig gebruikte techniek.

De geulen kunnen gebruikt worden voor de afvoer van water afkomstig van:

- wallen;
- afwateringssystemen;
- grachten langs de wegen.

Zonder dat het een echte noodzaak is, kan de bodem van de geul bedekt worden met kiezelstenen of rolstenen (naargelang van de materialen die ter plaatse beschikbaar zijn) om zo de infiltratie te verbeteren, de stagnatie van het water te beperken en de onderliggende grond te beschermen. De bodem kan ook gewoon bezaaid worden met gras, wat heel doeltreffend is voor de hydraulische werking.

De doorsnede van de geul kan de vorm aannemen van een parabool, een trapezium of een driehoek.

Voordelen

Geulen met gras dragen bij tot de strijd tegen de erosie van de gronden.

Dankzij de geulen kunnen natuurlijke assen worden hersteld die door geconcentreerde afvloeiing uitgehold zijn (bodemsleuven).

Dankzij de beplanting van de geulen kan de doorstromingssnelheid verlaagd worden en de piekafvoer die beneden komt beperkt worden. Men meent dat de aanleg van een geul met gras in een uitgespoelde dalweg de piekafvoer aan de afvoerbuis met 15% kan doen dalen (bron: *Maîtrise du ruissellement et de l'érosion*, Gril J.J. en Duvoux B.)

Een geul stuurt de afvoer: dankzij een geul kan dus een woning worden beschermd die zich op een voorkeursas voor afvoer bevindt. Een geul kan ook de stroming naar een opslagbekken leiden.

Beperkingen en voorzorgsmaatregelen

Overal waar mogelijk, moeten natuurlijke met gras bezaaide geulen worden gebruikt.

De geul moet worden aangelegd vóór elke andere voorziening die er water kan lozen.

De geul moet voldoende worden bedekt; ze moet in het bijzonder met gras worden bezaaid, de bedekking moet voldoende groeien en moet worden onderhouden (maaïen, bemesten): een soort van "kam" van 6 cm hoog zou ideaal zijn om het water te vertragen en infiltratie te bevorderen.

(F. Derancourt, *Chambre d'agriculture du Pas de Calais*).

Exemples d'emploi

Cette technique est encore très peu répandue en France et en Belgique, essentiellement pour les problèmes de partage des parcelles qu'elle impose aux agriculteurs.

2.2.10 LES CHENAUX ENHERBÉS

Définition et principe

D'origine naturelle ou artificielle, les chenaux enherbés ont pour vocation principale de canaliser le ruissellement et de permettre l'écoulement des eaux ruisselées en évitant l'érosion.

Il s'agit d'une technique très couramment employée.

Les chenaux peuvent être utilisés pour évacuer l'eau issue :

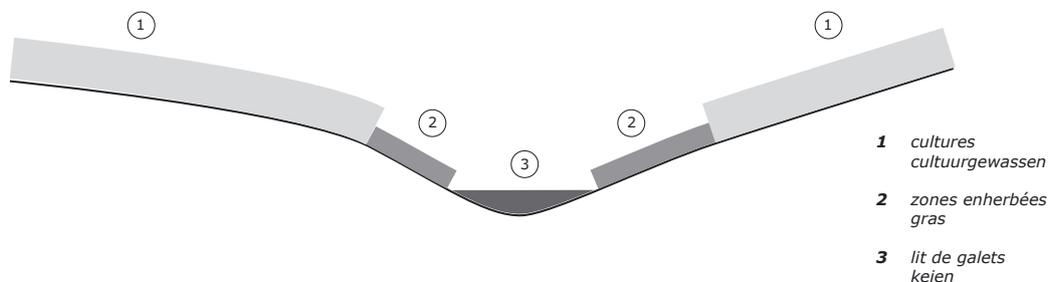
- de banquettes ;
- de réseaux de drainage ;
- des fossés bordant les routes.

Sans que cela soit une nécessité, le fond du chenal peut être recouvert de cailloux ou de galets (selon les matériaux disponibles localement) afin d'améliorer l'infiltration, de diminuer la stagnation de l'eau et de protéger le sol sous-jacent. Il peut être simplement enherbé, ce qui lui assure une très bonne efficacité hydraulique.

La section du chenal pourra avoir une forme parabolique, trapézoïdale ou triangulaire.

Figure 12 - Profil-type de chenal

Figuur 12 - Standaardprofiel voor geul



Intérêts

Les chenaux enherbés participent à la lutte contre le phénomène d'érosion des sols.

Les chenaux permettent de réhabiliter des axes naturels dégradés de ruissellement concentré (ravines).

La végétation des chenaux permet de réduire la vitesse de l'écoulement et d'écarter les débits de pointe parvenant à l'aval. On estime que l'implantation d'un chenal enherbé dans un talweg raviné permet de réduire les débits de pointe à l'exutoire de 15% (source : Maîtrise du ruissellement et de l'érosion, Gril J.J. et Duvoux B.).

Un chenal guide les écoulements : il peut donc permettre de protéger une habitation située sur un axe d'écoulement préférentiel ou bien encore de diriger les flux vers un bassin de stockage.

Limites et précautions

Il faudra utiliser des chenaux enherbés naturels, partout où cela est possible.

Le chenal devra être réalisé avant tout autre ouvrage pouvant y rejeter ses eaux.

Le couvert végétal du chenal doit être suffisant ; en particulier, il faut l'engazonner, assurer le développement de la couverture et l'entretenir (tontes, fertilisants) : on estime qu'une forme de "peigne" de 6 cm de hauteur se montre idéale pour ralentir et infiltrer l'eau (F.Derancourt, Chambre d'agriculture du Pas de Calais, communication personnelle).

| Voorbeeld | Opdrachtgever |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pays de Montreuil Voedingsgebied van de Canche | Contactpersoon: F. Derancourt Chambre d'agriculture du Pas de Calais 03.21.60.57.57 |
| Pays de Caux Saint Valéry en Caux | Contactpersoon: dhr Ouvry A.R.E.A.S. 03.35.97.25.12 |

| | Exemple | Maître d'Ouvrage |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Pays de Montreuil Bassin versant de la Canche | Contact : F. Derancourt Chambre d'agriculture du Pas de Calais 03.21.60.57.57 |
| | Pays de Caux Saint Valéry en Caux | Contact : M. Ouvry A.R.E.A.S. 03.35.97.25.12 |

2.2.11 DIJKJES

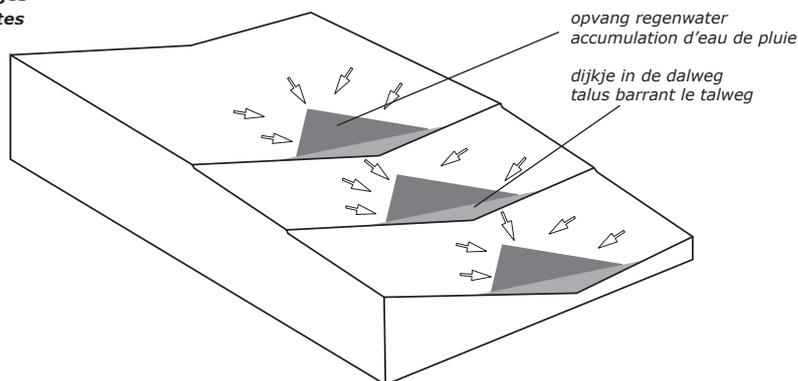
Definiëring en principe

Dijkjes zijn plaatselijke hellingen die het water moeten tegenhouden zodra er afvloeiing plaatsvindt.

Via een lage helling (van 0.5m tot 1.5m) dwars op een dalweg kan de afvoer van regenwater en van grondpartikels naar beneden ingehouden/vertraagd worden (verschijnsel dat verantwoordelijk is voor de erosie van de gronden). Dat afvloeiende water komt steeds uit een klein voedingsgebied (over het algemeen niet meer dan 4 ha).

Het water dat op die manier wordt opgeslagen tijdens de regenfase, wordt vervolgens geleidelijk teruggebracht naar het ontvangende milieu via een draineerbuis die zich in de grond bevindt, onder de helling, in de richting van de helling. Zo bestaat er geen gevaar dat de afvloeiingen voor het perceel beneden verergerd worden.

Figuur 13 - Principe van de dijkjes
Figure 13 - Principe des diguettes



Voordelen

Dijkjes beperken de afvloeiing: de afvoer wordt vertraagd, opgeslagen en komt met gereguleerd debiet terug vrij (dat debiet wordt bepaald door de diameter van de draineerbuis).

Een dergelijke voorziening bestrijdt dus de erosie.

Bovendien bezinken de vaste stoffen, die door het afvloeiende water worden meegevoerd, bovenaan de dijkjes in plaats, van naar beneden te worden meegevoerd. Dergelijke voorzieningen vertragen de stroom van vaste stoffen die van boven naar beneden worden vervoerd, en ze beperken de vervuiling die door het afvloeiende water wordt veroorzaakt.

Door de afgevoelde hoeveelheid te beperken, maken dijkjes het mogelijk de capaciteit van het systeem voor de opvang van regenwater beneden te beperken (leidingen, grachten, retentiebekens...). Ook het gevaar voor overstroming beneden wordt hierdoor beperkt.

De agrarische organisatie van het voedingsgebied blijkt weinig verstoord: dijkjes zijn plaatselijke voorzieningen en vereisen dus maar weinig landbouwgrond.

De helling (of rug) bestaat uit heel gewoon materiaal: in de meeste gevallen is dat materiaal ter plaatse voorhanden (verdichte grondlagen met minstens 10% klei). Maar bij hevige regenval kunnen de hellingen meegesleurd worden. Om dat te vermijden, kunnen kleine stevige bomen worden geplant op de helling zodat hun wortels de helling op haar plaats houden.

Beperkingen en voorzorgsmaatregelen

De afzettingen die meekomen met het afvloeiende water hopen zich op onderaan de dijkjes waardoor de dijkjes regelmatig gereinigd moeten worden (ongeveer om de 10 jaar).

De opslagcapaciteit van die voorzieningen blijft beperkt; ze neemt meer bepaald aanzienlijk af wanneer de natuurlijke helling van het terrein toeneemt (cf. tabel 1). Ze moeten dus niet individueel worden bekeken, opeenvolgend.

2.2.11 LES DIGUETTES

Définition et principe

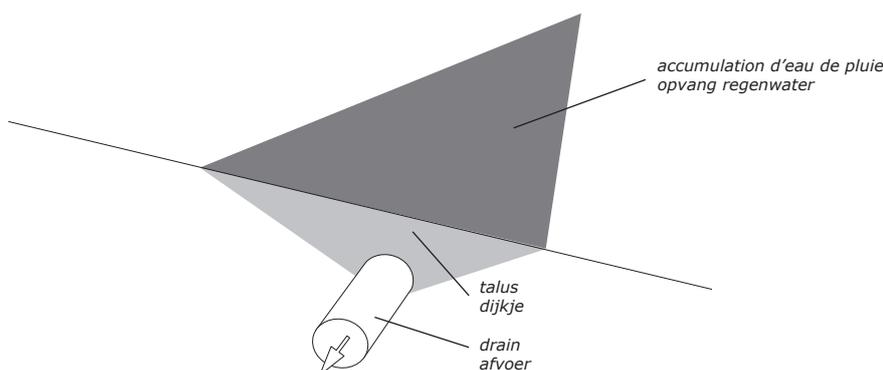
Les diguettes sont des talus localisés destinés à arrêter l'eau dès l'apparition du ruissellement.

Un talus de petite hauteur (de 0.5 m à 1.5 m) disposé en travers d'un talweg permet de retenir ou de ralentir l'écoulement des eaux pluviales et des particules de sol vers l'aval (phénomène responsable de l'érosion des sols). Ces eaux de ruissellement proviennent toujours d'un bassin versant de faible superficie (ne dépassant généralement pas 4 ha).

L'eau ainsi stockée au cours de l'épisode pluvieux est ensuite restituée progressivement au milieu récepteur par un drain situé dans le sol, sous le talus, et disposé dans le sens de la pente. Ainsi, il n'y a pas de risque d'aggraver les écoulements pour la parcelle située en aval.

Figure 14 - Vue en perspective d'une diguette avec son drain

Figuur 14 - Perspectiefzicht van een dijkje met draineerbuis



Intérêts

Les diguettes réduisent le ruissellement : l'écoulement est ralenti, stocké et restitué à débit régulé (déterminé par le diamètre du drain).

Un tel aménagement agit donc contre le phénomène d'érosion.

De plus, les matières solides charriées par ces eaux décantent en amont des diguettes, au lieu d'être entraînées vers l'aval. De tels aménagements ralentissent les flux de matières solides transportées de l'amont vers l'aval et réduisent la pollution véhiculée par les eaux de ruissellement.

En diminuant le volume ruisselé, les diguettes permettent de réduire la capacité du système de collecte des eaux pluviales à l'aval (canalisation, fossés, bassins de rétention, ...). Les risques d'inondation en aval se trouvent également limités.

Le mode d'organisation agricole du bassin versant se montre très peu perturbé : les diguettes constituent des ouvrages localisés et donc mobilisent peu de surface agricole.

Le talus (ou bourrelet) est composé de matériaux très courants : dans la plupart des cas, ils sont disponibles sur place (couches de sol compactées avec au moins 10% d'argile). Mais, lors d'épisodes pluvieux intenses, les talus peuvent être emportés. Pour éviter cela, de petits arbres robustes peuvent être plantés dans le talus afin que leurs racines le maintiennent en place.

Limites et précautions

Les dépôts apportés par les eaux de ruissellement s'accumulent au fond des diguettes et exigent un curage régulier (tous les 10 ans environ).

La capacité de stockage de ces équipements reste limitée ; en particulier, elle diminue fortement lorsque la pente naturelle du terrain augmente (cf. tableau 1). Il ne faut donc pas les envisager individuellement mais comme une succession d'ouvrages.

Tabel 1: Theoretisch retentievolume naargelang de hoogte van de rug en van de helling

| Helling | H=0.5m | H=1.5m |
|---------|--------------------|-----------------------|
| 1% | 408 m ³ | 11 025 m ³ |
| 2% | 100 m ³ | 2 700 m ³ |
| 5% | 15 m ³ | 405 m ³ |

Alhoewel de retentiecapaciteit snel afneemt met de toename van de helling, blijft de doeltreffendheid tegen erosie bevredigend tot hellingen van 18%.

Die voorzieningen zijn nog vrij recent en de ervaring ermee is miniem.

| Voorbeeld | Opdrachtgever |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pays de Montreuil Voedingsbekken van de Canche | Contactpersoon: F. Derancourt Chambre d'agriculture du Pas de Calais 03.21.60.57.57 |
| Pays de Caux Saint Valéry en Caux | Contactpersoon: dhr Ouvry A.R.E.A.S. 03.35.97.25.12 |

Tableau 1: Volume théorique de rétention en fonction de la hauteur du bourrelet et de la pente

| Pente | H=0.5m | H=1.5m |
|-------|--------------------|-----------------------|
| 1% | 408 m ³ | 11 025 m ³ |
| 2% | 100 m ³ | 2 700 m ³ |
| 5% | 15 m ³ | 405 m ³ |

Si la capacité de rétention diminue rapidement avec l'accroissement de la pente, l'efficacité contre l'érosion demeure satisfaisante jusqu'à des pentes de 18%.

Ces dispositifs sont encore assez récents et les retours d'expériences s'avèrent peu nombreux.

Exemple

Maître d'Ouvrage



*Au centre, diguette barrant un léger talweg
In het midden, dijkje dat een lichte dalweg
afsluit*



*Vue rapprochée des arbustes plantés
sur une diguette
Close-up van de struiken op een dijkje*

Pays de Montreuil
Bassin versant de la Canche

Contact :
F. Derancourt
Chambre d'agriculture du
Pas de Calais
03.21.60.57.57

Pays de Caux
Saint Valéry en Caux

Contact :
M. Ouvry
A.R.E.A.S.
03.35.97.25.12

2.2.12 IRRIGATIE VANUIT EEN OPVANGBEKKEN OP EEN HEUVEL

Definiëring en principe

Een opvangbekken op een heuvel kan worden omschreven als een plaats voor opslag van overtollig water in de winter, om het opnieuw te gebruiken in de zomer, in het bijzonder voor agrarische irrigatie. Een dergelijke voorziening bevindt zich over het algemeen bovenaan het voedingsgebied (van 30 tot 60 ha).

De capaciteit ervan varieert tussen 10 000 en 30 000 m³, voor een voedingsgebied met een oppervlakte van enkele tientallen tot een honderdtal hectaren.

De potentiële bronnen voor de bevoorrading van het opvangbekken zijn talrijk:

- putten (afwezigheid van voedingsbekken of bebouwd zonder bosjes);
- drainage,
- afvloeiing (bovenaan de kleine voedingsgebieden);
- afwijking van een waterloop (voedingsgebied > 50 ha);
- via waterlagen.

In de overgrote meerderheid van de gevallen zal een combinatie van drainage-afvloeiing voldoende zijn.

De irrigeerbare oppervlakte wordt bij een eerste schatting bepaald door de ratio: 1000 m³/ha irrigatie voor groenteteelt.

Voordelen

Deze techniek is een alternatief voor het pompen in bekkens en het afnemen in rivieren voor agrarische doeleinden. Dankzij deze watervoorraad, waarop een beroep wordt gedaan in droge periodes, kunnen de reeds verminderde of weinig bruikbare grondwatervoorraden alsook de waterlopen waarvan de minimumafvoer heel klein is, beschermd worden.

Dankzij de opslag bovenaan het bekken kan de capaciteit van de voorzieningen voor verzameling van regenwater meer naar beneden toe beperkt worden, waardoor ze ook minder kosten. Bovendien wordt het gevaar voor overstroming beneden beperkt.

Volgens het Agence de l'Eau Loire-Bretagne "beperken gebruikers van opvangbekkens op een heuvel de concurrentie op het vlak van watervoorraden, en dragen ze bij tot de verbetering van het waterbeheer", wat rechtvaardigt dat verschillende openbare besturen subsidies toekennen voor de realisatie van dergelijke voorzieningen.

Beperkingen en voorzorgsmaatregelen

Om de invloed op het milieu te beperken, zal er moeten worden op toegezien dat de opvangbekkens niet rechtstreeks uit bronnen tappen of waterlopen tegenhouden, zodat de werking en functies beneden beschermd worden.

Zonder specifiek onderhoud bezinken de sedimenten op de bodem van het opvangbekken. Dat verschijnsel verkleint de opslagcapaciteit. In dat geval moet gereinigd worden.

Het afvloeiende water en het draineerwater krijgen metalen met zich mee (Zn, Cd, Ni, Pb, Hg, enz.). Het hergebruik van dat water voor irrigatie leidt dus tot een opeenstapeling van die metalen in planten (met hoeveelheden die afnemen van stengel naar vrucht). Opvolging van de kwaliteit is dus aanbevolen.

Gebruiksvoorbeelden

Er zijn heel wat voorbeelden te vinden in Frankrijk, en de agrarische technische autoriteiten (in het bijzonder CEMAGREF) hebben al heel wat ervaring op dat vlak.

2.2.12 LES RETENUES COLLINAIRES EN IRRIGATION

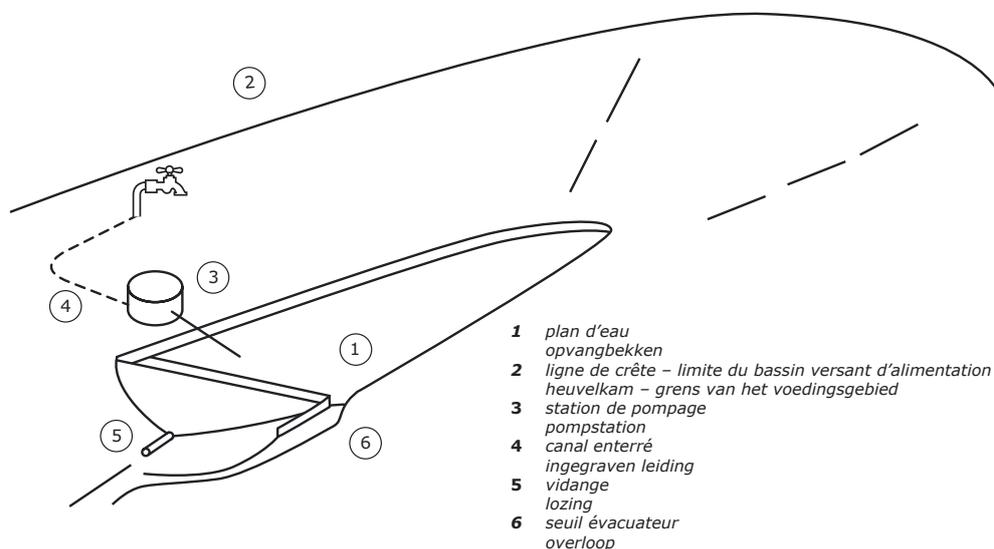


Figure 15 - Schéma d'une retenue collinaire

Figuur 15 - Schema van een opvangbekken op een heuvel

(source - bron : Etude des caractéristiques des retenues collinaires dans le Morbihan, Rapport de synthèse, 1994, Conseil Général du Morbihan)

Définition et principe

Une retenue collinaire se définit par le stockage de l'eau hivernale excédentaire, pour la réutiliser l'été à des fins d'irrigation agricole en particulier. Cet aménagement se trouve généralement situé en tête de bassin versant (de 30 à 60 ha).

Sa capacité varie entre 10 000 et 30 000 m³, pour un bassin versant d'une superficie de quelques dizaines à une centaine d'hectares.

Les sources potentielles d'alimentation de la retenue s'avèrent multiples :

- forages (absence de bassin d'alimentation ou cultivés sans bocage) ;
- drainage ;
- ruissellement (en tête des petits bassins versants) ;
- déviation d'un cours d'eau (bassins versants > 50 ha) ;
- d'alimentation par nappe alluviale.

Dans la grande majorité des cas, ce sera une combinaison drainage-ruissellement qui sera suffisante.

La surface irrigable est en première estimation donnée par le ratio : 1000 m³/ha irrigué pour des cultures maraîchères.

Intérêts

Cette technique se présente comme une alternative aux pompages en nappe et aux prélèvements en rivière pour l'usage agricole. Cette réserve d'eau sollicitée en période sèche permet ainsi de préserver les ressources aquifères déjà affaiblies ou peu exploitables et les cours d'eau présentant de faibles débits d'étiage.

Le stockage en tête de bassin permet de réduire la capacité des ouvrages de collecte des eaux pluviales situés plus en aval, d'où un coût moindre de ceux-ci. Par ailleurs, le risque d'inondation se trouve limité dans ces zones aval.

Selon l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, "les usagers des retenues collinaires se retirent de la concurrence sur la ressource en eau et concourent à améliorer la gestion des eaux", ce qui justifie les subventions accordées par plusieurs organismes publics pour la réalisation de tels aménagements.

2.2.13 RENOVATIE VAN OUDE SCHUIFSTELSLS

Definiëring en principe

In het verleden werden talrijke kleine waterlopen voorzien van schuifstelsels of dammen van kleine omvang waardoor hun energiepotentieel benut kon worden (molen, kleine waterkrachtcentrale).

Vandaag de dag hebben die voorzieningen niet meer hun oorspronkelijke functie, en vele ervan worden niet meer gebruikt omdat ze niet meer onderhouden zijn.

Toch kunnen dergelijke voorzieningen, indien gerenoveerd, een belangrijke hydraulische rol vervullen en bijdragen tot de vorming van kleine watervoorraden.

Technieken

De uit te voeren werken hangen natuurlijk af van de huidige staat van de voorziening. Het kan gaan om herstel van metselwerk, restauratie van de schuiven, uitbaggering van de bodem wanneer de dichtslibbing te vergevorderd is, reiniging van bedding en oevers...

Eerst moet ook een hydraulische studie worden uitgevoerd om de invloed van de voorziening op de waterlijn in te schatten, en dit voor verschillende waterhuishoudingen, ook al zullen de schuiven bij hoogwater absoluut moeten worden gelicht.



*Schuifstelsels van de zagerij in Semeries (Nord)
op de Helpe majeure
Vannages de la scierie à Semeries (Nord)
sur l'Helpe majeure*

Voordelen en beperkingen

De opslagcapaciteit bovenaan dergelijke voorzieningen blijkt heel sterk afhankelijk van de omvang van de voorziening, maar ook van de helling en van de capaciteit van de kleinere bedding van de rivier. Ter informatie: de Helpe majeure, in het Franse departement Nord, telt een tiental kleine voorzieningen die elk gemiddeld 650 000 m³ kunnen opslaan zonder dat de rivier overstroomt (cf. "Contrat de Rivière des Helpes majeure et mineure", Syndicat Intercommunal d'Aménagement et d'Entretien des Cours de l'Avesnois, januari 1995).

Dergelijke kleine voorzieningen doen de afvoer vertragen en bieden het voordeel dat ze het hydraulische potentiaal ter hoogte van de retentie verhogen, en bijgevolg de uitwisseling met de bijhorende waterlaag bevorderen, in het bijzonder bij laagwaterstand.

Toch moet goed worden opgelet bij het beheer van dergelijke voorzieningen. De schuiven moeten immers op een coherente manier bediend worden op het niveau van elk voedingsgebied, en niet volgens een individueel initiatief. Indien zich langs een zelfde rivier talrijke voorzieningen bevinden, zal het beheer van de schuiven georganiseerd moeten gebeuren en gecoördineerd moeten worden door bijvoorbeeld een rivierbewaker.

Bij hoogwater moeten de schuiven worden geopend om het gevaar voor overstrooming van de bovengebieden niet te verhogen. Automatisch beheer door middel van een vlotter en een elektrische bedieningsmotor is aanbevolen.

Limites et précautions

Afin de limiter les impacts sur le milieu, il faudra veiller à ce que les retenues ne captent pas directement des sources ou n'interceptent pas de cours d'eau, afin de préserver les usages et fonctions s'opérant à l'aval.

Sans entretien spécifique, les sédiments se déposent en fond de retenue. Ce phénomène entraîne une diminution de la capacité de stockage. Un curage peut être alors pratiqué.

Les eaux de ruissellement et de drainage se chargent en métaux (Zn, Cd, Ni, Pb, Hg, etc.) ; la réutilisation de cette eau pour l'irrigation conduit donc à une accumulation de ces métaux dans les plantes (avec des teneurs décroissantes en allant de la tige au fruit). Un suivi de la qualité se trouve donc recommandé.

Exemples d'emploi

Nombreux exemples de mise en œuvre en France et les autorités techniques agricoles (CEMA-GREF notamment) possèdent une très longue expérience dans le domaine.

2.2.13 LES RÉHABILITATIONS D'ANCIENS VANNAGES

Définition et principe

Par le passé, de nombreux petits cours d'eau ont été aménagés avec des vannages ou des barrages de tailles modestes qui permettaient d'exploiter le potentiel énergétique des ruisseaux (moulin, micro-centrale hydroélectrique).

Aujourd'hui, ces ouvrages ont perdu leurs rôles d'origine, et beaucoup ont été abandonnés, ne faisant l'objet d'aucun entretien. Cependant, une fois réhabilités, de tels ouvrages peuvent jouer un rôle hydraulique significatif et contribuer à constituer de petites réserves d'eau.

Les techniques

Les travaux à entreprendre dépendent bien entendu de l'état actuel de l'ouvrage. Il peut s'agir de réfection de maçonnerie, de restauration des vannes, de dragage du fond si l'envasement se montre trop important, de nettoyage du lit et des berges...

Une étude d'incidence hydraulique doit également être menée au préalable afin d'évaluer l'impact de l'ouvrage sur la ligne d'eau pour différents régimes hydrauliques, même si les vannes devront être impérativement levées en crue.

Intérêts et limites

La capacité de stockage en amont de tels ouvrages se montre très variable en fonction de la taille de l'ouvrage, mais également de la pente et de la capacité du lit mineur de la rivière. A titre indicatif, l'Helpe majeure, dans le département du Nord de la France, compte une dizaine de petits ouvrages qui peuvent stocker

650 000 m³ chacun en moyenne, sans débordement de la rivière (cf. "Contrat de Rivière des Helpes majeure et mineure", Syndicat Intercommunal d'Aménagement et d'Entretien des Cours de l'Avesnois, janvier 1995).

Ces petits ouvrages permettent de ralentir les écoulements et offrent l'avantage d'augmenter la charge hydraulique au niveau de la retenue, et donc de favoriser les échanges avec la nappe d'accompagnement, notamment à l'étiage.

Il faut toutefois être vigilant sur la gestion de tels ouvrages. En effet, les vannes doivent être manœuvrées dans un souci de cohérence à l'échelle de tout le bassin versant, et non selon une initiative individuelle. Si de multiples ouvrages jalonnent le cours d'une même rivière, la gestion des vannes devra être concertée et pourra être coordonnée par un garde rivière par exemple.

Lors des crues, l'ouverture des vannes est impérative afin de ne pas accroître le risque d'inondation sur les secteurs amont. Une gestion automatique par flotteur et moteur électrique de commande est recommandée.

Voorbeeld

De molen van Etroeungt (Nord)
die gerenoveerd en tot een
vakantiehuisje is omgebouwd

2.2.14 OVERSTROOMBAAR WEILAND



*De Helpe majeure in Saint-Hilaire –
hoogwater van december 1993
L'Helpe majeure à Saint-Hilaire –
crue de décembre 1993*

Bron foto - Source photo : D.D.E. du Nord

Definiëring en principe

In voedingsgebieden met een weinig uitgesproken reliëf blijkt de valleibodem vlak en heel uitgestrekt, wat de verbreiding van hoogwater bij overstromingen bevordert. Bovendien is de verdeling van de grotere beddingen, dankzij de herverkavelingen, heel vaak verdwenen (perceelsgrenzen namen vroeger de vorm aan van hagen, afsluitingen, taluds...). Dergelijke inrichting blijkt heel gunstig te zijn voor de uitbreiding van hoogwater, waardoor de afvoer naar beneden versneld wordt.

Het komt er dus op aan de grotere beddingen opnieuw een actieve, opvangende rol te geven, op plaatsen waar de uitbreiding van hoogwater noch voor goederen noch voor woningen een bedreiging vormt (cf. foto).

Technieken

Het komt er eerst en vooral op aan de gebieden te identificeren die langere tijd op grotere schaal onder water mogen worden gezet, zonder daarbij schade of exploitatieverliezen te veroorzaken. In dergelijke gebieden zal vervolgens getracht worden overstromende hoeveelheden tegen te houden door middel van kleine hindernissen (aanplanting van struiken, opgehoogde weg...) die de afvoer afremmen en de actieve rol van de grotere bedding verstoren.

N.B. Een dergelijke actie kan enkel worden ondernomen wanneer een grondige studie is uitgevoerd met betrekking tot het gevaar voor overstroming op niveau van het voedingsgebied. De opslag in een grotere bedding heeft immers soms een verhoging van de waterlijnen bovenaan de voorziening tot gevolg en kan een bedreiging vormen voor verstedelijkte gebieden die zich bovenaan bevinden en tot nog toe niet blootgesteld waren aan overstromingsgevaar.

Exemple



Le moulin d'Etroeungt (Nord)
réhabilité et aménagé en gîte rural

2.2.14 LES PRAIRIES INONDABLES

Définition et principe

Sur les bassins versants au relief peu marqué, les fonds de vallée se montrent plats et très étendus, ce qui favorise l'expansion des crues lors des débordements. Par ailleurs, à la faveur des remembrements, la compartimentation des lits majeurs a bien souvent disparue (limites de parcelles anciennement matérialisées par des haies, des clôtures, des talus...). Cette configuration se montre très favorable à la propagation des crues, dont l'écoulement vers l'aval se trouve alors accéléré.

Il s'agit donc de redonner aux lits majeurs un rôle capacitif, là où l'extension des crues ne menacent ni biens ni habitations (cf. photo).

Les techniques

Il s'agit d'abord d'identifier les zones pouvant être inondées plus longtemps ou de manière plus importante, sans entraîner de dégâts ou de pertes d'exploitation. Sur de tels secteurs, on cherchera ensuite à retenir les volumes débordants par la mise en place de petits obstacles (plantations d'arbustes, chemin rehaussé, ...) freinant l'écoulement, et perturbant le rôle actif du lit majeur.

N.B. Une telle opération ne peut être engagée que si une étude approfondie portant sur le risque d'inondation a été menée à l'échelle du bassin versant. En effet, le stockage en lit majeur entraîne parfois un exhaussement des lignes d'eau en amont de l'aménagement, et peut menacer des zones urbanisées situées en amont qui ne se trouvaient pas exposées au risque d'inondation jusqu'à présent.

Intérêts et limites

Les prairies inondables ont d'abord pour vocation de freiner et d'amortir la propagation des crues, et de ce fait, de limiter l'ampleur des inondations en aval des bassins versants.

Elles ont cependant pour effet secondaire d'augmenter la charge hydraulique sur les secteurs ainsi aménagés, et donc de favoriser les échanges avec la nappe d'accompagnement.

L'inondation prolongée de tels secteurs peut également favoriser le développement d'une flore et d'une faune très riches et diversifiées, spécifiques des milieux humides.

Toutefois, la mise en place d'obstacles dans le lit majeur des rivières peut occasionner de multiples petites pertes de charge, dont l'effet cumulé peut entraîner un exhaussement de la ligne d'eau en crue en amont. Il faut donc bien étudier l'impact hydraulique d'un tel aménagement au regard de la vulnérabilité des secteurs amont.

Exemples d'emploi

Le CEMAGREF a accompli de nombreux travaux dans le sens de tels aménagements, notamment

Voordelen en beperkingen

Overstroombaar weiland is bestemd om de uitbreiding van hoogwater af te remmen en te temperen, en bijgevolg om de omvang van de overstromingen onderaan de voedingsgebieden te beperken.

Toch hebben ze als neveneffect dat ze de hydraulische potentiaal in de op die manier ingerichte gebieden verhogen en bijgevolg de uitwisseling met de bijhorende laag bevorderen.

Langdurige overstroming van dergelijke gebieden kan ook bevorderlijk zijn voor de ontwikkeling van heel rijke en gevarieerde fauna en flora eigen aan vochtige milieus.

Toch kan het aanbrengen van hindernissen in de grotere bedding van de rivieren talloze kleine verliezen veroorzaken, die allemaal samen kunnen leiden tot een stijging van de waterlijn bij hoogwater bovenaan. De hydraulische impact van een dergelijke voorziening moet dus goed worden onderzocht ten aanzien van de kwetsbaarheid van de gebieden bovenaan.

Gebruiksvoorbeelden

De CEMAGREF voerde verschillende werken uit met betrekking tot dergelijke voorzieningen, in het bijzonder in het kader van de overeenkomsten die kunnen worden gesloten met exploitanten van overstroombare percelen (terbeschikkingstelling en vergoeding...).

2.3 Overzicht van de stedelijke technieken

Algemene principes

Het zal in werkelijkheid veeleer gaan om weinig dichte bebouwingen, de zogenaamde "randstedelijke zones", dan om oude centra die weinig geschikt zijn voor de voorzieningen in deze paragraaf worden vermeld.

Deze technieken, die over het algemeen compenserende of alternatieve technieken worden genoemd, hebben tot doel regenwater niet langer te beschouwen als een hinderlijk iets dat zo vlug mogelijk moet worden afgevoerd naar het oppervlakte-drainagesysteem. Dergelijke technieken slaan integendeel het water op, of infiltreren het zo dicht mogelijk bij de oorsprong van de afvloeiing, en hebben tegelijk goede eigenschappen wat betreft stedenbouw, kostprijs, uitvoering en zuivering.

In tegenstelling tot de klassieke regenafvoerstelsels kunnen bovenstaande technieken niet overal en zonder onderscheid aangewend worden. Ze zijn immers niet diep ingegraven en hun goede werking kan in het gedrang worden gebracht door de activiteiten aan de oppervlakte. Bovendien hangt de doeltreffendheid van de infiltratietechnieken af van de doorlatendheid van de bodem. Tot slot is het noodzakelijk informatie te hebben over de diepte van de bekkens alvorens regenwater te infiltreren. Men moet goed onthouden dat hun goede eigenschappen niet volstaan om er universele en overal toepasbare technieken van te maken.

Desondanks zijn een zeker aantal grote agglomeraties – met succes – overgeschakeld op compenserende technieken (cf. ook "Code voor goede praktijk" in Vlaanderen).

Overzicht van de stedelijke technieken

De hierna opgesomde technieken werden in de vorige hoofdstukken beschreven:

- wacht- en infiltratiebekkens (afvoerweg van een ingerichte zone);
- infiltratieputten (woningen, verkavelingen, wegen);
- geulen (verkavelingen, wegen);
- greppels (verkavelingen, wegen);
- zeer lichte structuren met kleine uithollingen (wegen, parkings, voetpaden, groengebieden);
- rijwegen met reservoirstructuren (wegen);
- bufferopslag op daken (bouw);
- individuele regenputten (bouw) en recyclage van dakwater.

dans le cadre des accords qui peuvent être passés avec des exploitants de parcelles inondables (mise à disposition et indemnisations...).

2.3 Rappel des techniques urbaines

Principes généraux

Il s'agira en réalité davantage d'urbanisations peu denses dites "zones périurbaines" plutôt que des centres anciens peu favorables à des aménagements du type de ceux présentés dans ce paragraphe.

Ces techniques, désignées généralement sous le nom de techniques compensatoires ou techniques alternatives, visent à ne plus considérer l'eau de pluie comme une nuisance à évacuer au plus vite vers le réseau hydrographique de surface. Au contraire, elles cherchent à stocker l'eau ou à l'infiltrer au plus près de l'origine du ruissellement, tout en présentant des qualités d'urbanisme, de coût, de mise en œuvre et de dépollution.

A la différence des réseaux pluviaux classiques, elles ne peuvent être employées partout et sans distinction. En effet, elles ne sont pas profondément enterrées et leur bon fonctionnement peut être remis en cause par les activités de surface. De plus, les techniques d'infiltration ont une efficacité variant avec la perméabilité des sols. Enfin, il est nécessaire d'avoir des informations sur la profondeur des nappes avant d'infiltrer l'eau de pluie. Il faut retenir que leurs qualités ne suffisent pas à en faire des techniques universelles et partout applicables.

Malgré cela, un certain nombre de grandes agglomérations ont effectué et réussi le virage des techniques compensatoires (cf. également "Guide de bonnes pratiques" en Flandre).

Relevé des techniques urbaines

Les techniques listées ci-après ont été décrites dans les chapitres précédents :

- les bassins de rétention et d'infiltration (exutoire d'une zone aménagée) ;
- les puits d'infiltration (habitat, lotissements, voirie) ;
- les tranchées (lotissements, voirie) ;
- les noues (lotissements, voirie) ;
- les Structures Alvéolaires Ultra Légères (voirie, parkings, chemins piétons, espaces verts) ;
- les Chaussées à Structures Réservoir (voirie) ;
- les toitures stockantes (bâtiment) ;
- les citernes individuelles (bâtiment) et le recyclage des eaux de toiture.

Les techniques compensatoires (pour "compenser" les effets négatifs de l'imperméabilisation des sols) peuvent revêtir d'autres fonctions que leur fonction primaire d'assainissement pluvial : elles font partie intégrante de la voirie, de l'aménagement paysager, de la gestion de l'eau, des espaces verts et de l'architecture (toitures stockantes).

Ainsi, pour qu'un aménagement à base de techniques compensatoires soit réalisé correctement, il est essentiel de réunir à l'amont du projet l'ensemble de ces composantes.

2.4 Rappel des techniques rurales

En milieu rural, les écoulements de ruissellement se produisent dès que le sol n'est plus en mesure d'infiltrer les volumes précipités.

On a pu constater que les sols tassés par les engins agricoles et mis à nu en hiver agissaient comme des surfaces très peu rugueuses et que la capacité des sols à infiltrer les eaux de pluie hivernales en était fortement diminuée.

Pour contrer cet effet, les techniques les plus efficaces, notamment dans les zones où le relief

Compenserende technieken (om de negatieve gevolgen van de ondoorlatendheid van de bodem te "compenseren") kunnen ook andere functies vervullen dan hun primaire functie die bestaat uit de behandeling van regenwater: ze maken integraal deel uit van het wegennet, van het landschap, van het waterbeheer, van de groengebieden en van de architectuur (bufferopslag in daken). Zo is het voor een correcte uitvoering van een inrichting met compenserende technieken essentieel dat alle componenten samen bekeken worden.

2.4 Overzicht van de landelijke technieken

In een landelijke omgeving doet afvloeiing zich voor zodra de bodem niet meer in staat is de hoeveelheid neerslag te infiltreren.

Er kon worden vastgesteld dat gronden die door toedoen van landbouwmachines waren ingezakt en die in de winter werden blootgelegd, heel effen oppervlakken hadden en dat het vermogen van de bodem om 's winters regenwater op te nemen daardoor sterk afgenomen was.

Om dat effect te vermijden, zijn de meest doeltreffende technieken, in het bijzonder in gebieden met bijna geen reliëf, de volgende methodes voor bodembewerking: ploegen, klauwen van de bodem, inzaaien en bedekken van de bodem wanneer de winter eraan komt. In iets meer hellende gebieden kunnen ook dankzij bewerking van de bodem volgens de hoogtelijnen de afgevoelde hoeveelheden beperkt worden. Deze technieken verhogen de hoeveelheid water die in de grond geïnfiltreerd wordt en verminderen de afvoer naar het hydrografische net (beken en kanalen). Bovendien verminderen ze ook de erosie.

Hydraulische inrichtingstechnieken zijn bestemd voor gebieden met hellingen groter dan 2-3%. Er worden voorzieningen geïnstalleerd die de afvloeiingsstroom beter kunnen beheersen: dijkjes, wallen, geulen met gras, hagen die tot doel hebben regenwater op te vangen ter hoogte van de percelen en het te infiltreren.

Rivieraanpassingen

Ook het secundaire hydrografische netwerk kan worden vernieuwd:

- de renovatie van oude schuifstelsels, waardoor enerzijds aanzienlijke watervorraden kunnen worden aangelegd en anderzijds de afvoer kan worden vertraagd;
- overstroombaar weiland: opslag van hoogwaterafvoer van rivier bovenaan en tussen de taluds (rijwegen enz.) op weinig belangrijke oppervlakken;
- wat betreft de "oude rivierarmen" is enkel de verbinding beneden met de rivier van ecologisch belang.

2.5 Keuzecriteria

Geen van de technieken is universeel toepasbaar. Soms worden ze beter niet gebruikt, en wordt best een beroep gedaan op de zogenaamd "klassieke" behandeling van regenwater. De ervaring van opdrachtgevers die dergelijke methodes al geruime tijd gebruiken is essentieel, want zo kunnen sommige van hun fouten voortaan vermeden worden.

Keuzecriteria kunnen zijn:

- beperkingen omwille van de omgeving van het project of van specifieke technische problemen;
- beperkingen met betrekking tot de wensen van de projectontwikkelaar inzake stedenbouw, landschappelijke inrichting of met betrekking tot de recuperatie van regenwater;
- schaal en soort gebruik van de inrichting van de oppervlakte.

est quasi inexistant, sont les méthodes de travail des sols de type labour motteux, griffage des sols, ensemencement et couverture des sols à l'approche de l'hiver. Sur les zones légèrement plus pentues, le travail des sols selon les courbes de niveau permet également de limiter les volumes ruisselés. Ces techniques augmentent les volumes infiltrés dans le sol et diminuent les rejets au réseau hydrographique (bèques et canaux). Accessoirement, elles diminuent les phénomènes d'érosion.

Les aménagements hydrauliques sont destinés aux secteurs présentant une pente supérieure à 2-3%. Il s'agit de mettre en place des ouvrages permettant de mieux maîtriser les flux ruisselés: diguettes, banquettes, chenaux enherbés, haies dont l'objectif est de retenir l'eau de pluie au niveau des parcelles et de l'infiltrer.

Les aménagements de rivières

Le réseau hydrographique secondaire peut aussi être aménagé :

- la réhabilitation d'anciens vannages, qui va permettre d'une part, de réaliser des réserves d'eau importantes et d'autre part, de ralentir les écoulements ;
- les prairies inondables : stockage des débits de crues de rivière à l'amont et entre des talus (chaussées, etc.) sur des surfaces dont l'intérêt est faible ;
- au sujet des "bras morts", seul le lien aval avec le fleuve présente un intérêt écologique.

2.5 Les critères de choix

Les techniques envisagées ne sont en aucun cas universellement applicables. Dans certains cas, il vaudra mieux s'abstenir de les utiliser et avoir recourt à un assainissement pluvial dit "classique". L'expérience acquise par les maîtres d'ouvrages ayant mis en place ces méthodes depuis longtemps est essentielle car elle permet de ne pas répéter certaines de leurs erreurs.

Les critères de choix peuvent être :

- des contraintes liées à l'environnement du projet ou à des problèmes techniques précis ;
- des contraintes liées aux souhaits de l'aménageur en terme d'urbanisme, d'aménagement paysager ou bien encore liées à la récupération des eaux de pluie ;
- des critères d'échelle et de type d'usage de l'aménagement de surface.

2.6 Recharge artificielle d'aquifères : possibilités et limites

Identification sommaire des zones d'intérêt

La question méritait d'être analysée, au moins sommairement, dans le cadre de cette étude car la ré-alimentation artificielle des nappes est une technique qui peut être intéressante pour rétablir rapidement l'équilibre des nappes.

Une analyse hydrogéologique sommaire a montré que les zones possibles d'infiltration (selon un critère de perméabilité des sols assez grand notamment) sont :

- à l'affleurement de l'anticlinal du Mélandois Tournais ;
- au niveau des nappes alluviales de la haute Deûle et de la Marque (pour l'aquifère crayeux) ou de l'Escaut ;
- au niveau d'une couverture tertiaire à l'est de Tournai.

2.6 Kunstmatig bijvullen van grondwaterlagen: mogelijkheden en beperkingen

Beknopte identificatie van de belangrijke gebieden

Van dit onderwerp moest, in het kader van deze studie, een – op zijn minst beknopte – analyse worden gemaakt. Het kunstmatig bijvullen van de waterlagen is immers een techniek die interessant kan zijn om het evenwicht van de waterlagen snel te herstellen.

Uit een beknopte hydrogeologische analyse is gebleken dat de volgende gebieden als infiltratiegebied in aanmerking kunnen komen (in het bijzonder volgens het criterium van vrij grote doorlatendheid van de bodem):

- bij de dagzoom van de anticlinaal van de Mélantois Tournaisis;
- ter hoogte van de alluviale bekkens van de Haute Deûle en van de Marque (voor het krijthoudende grondwater) of van de Schelde;
- ter hoogte van een tertiair dekblad ten oosten van Tournai.

Toch moeten nauwkeurige bodemonderzoeken ter plaatse worden verricht om de geschiktheid van de bodem voor massale infiltratie van water voldoende precies te kunnen evalueren. Bovendien zal het absoluut noodzakelijk zijn om hydrogeologische informatie te verzamelen over de sterkte van de onderliggende lagen, over hun kwetsbaarheid en hun aanwending.

Risico's

De risico's doen zich voor op twee vlakken: op ecologisch en mechanisch vlak (bodembreuk door vorming van een inzakking of een doline) en op het vlak van gezondheid (door toevoer van onzuiver regenwater in ondergrondse voorraden).

Het eerste risico zal slechts aandacht trekken in gebieden waar er in het verleden veel mijnactiviteit was (steengroeven, enz.): in dit geval kunnen pijlers van ondergrondse kamers aangetast worden door de aanwezigheid van water.

Elders heeft het op grote schaal leegpompen van de kalksteen bij de daling van het niveau van het bekken van de Karboonkalk bijgedragen tot de verzwakking van de structuur van de ondergrond. Een verhoging van het waterpeil in de ondergrond zal in tegendeel leiden tot een verbetering van de mechanische stabiliteit ervan.

Het tweede risico daarentegen is veel ernstiger, zoals Waalse afgevaardigden trouwens goed duidelijk maakten. De grondwaterlagen bevinden zich in een karstgebied, zijn dus gespleten en zeer gevoelig voor vervuiling. Er moet dus worden toegezien op de kwaliteit van het geïnfilterde water.

Toutefois, des études de sols précises doivent être conduites sur place pour évaluer avec une précision suffisante l'aptitude des sols à infiltrer massivement l'eau. De plus, il sera indispensable de recueillir des informations d'hydrogéologie concernant la puissance des nappes sous-jacentes, leur vulnérabilité et leurs usages.

Les risques

Ils sont de deux natures : mécaniques (rupture du sol par formation d'un fontis ou d'une doline) ou écologique et sanitaire (par introduction d'eau de pluie impure dans des réserves souterraines). Le premier cas de figure ne retiendra l'attention que dans les zones où il s'est trouvée, par le passé, une forte activité minière (carrières, etc.) : dans ce cas, des piliers de chambres souterraines peuvent être fragilisés par la présence d'eau.

Ailleurs, le dénoyage des calcaires conséquent à la baisse du niveau de la nappe du Carbonifère a contribué à fragiliser la structure des sous-sols. Augmenter le niveau d'eau dans le sous-sol permettra donc, au contraire, d'améliorer sa stabilité mécanique.

Le second risque est en revanche beaucoup plus sérieux, comme les représentants wallons l'ont bien souligné. Les aquifères sont karstiques, donc fissurés et sont très vulnérables aux pollutions. Il faudra donc veiller à la qualité des eaux infiltrées.

Deel 3

Oriëntaties per sector

3.1 Stedenbouw

Compenserende technieken, die steeds meer in opmars zijn, openen talloze wegen voor nieuwe verstedelijking:

- infiltratie van regenwater en bevoorrading van de bekkens;
- recyclage van regenwater;
- beheersing van de afvloeiing van regenwater;
- vermindering van de hinder beneden (minder overstromingen en hoogwater enz.);
- troeven voor de economie en het landschap;
- vermindering van de watervervuiling.

Het gebied van de Frans-Belgische metropool heeft nood aan deze technieken.

De enige manier om ze te ontwikkelen is de (al dan niet privé-) projectontwikkelaars ertoe verplichten het afvloeiend water op hun eigen perceel te beheren en het aanvaardbare debiet beneden te beperken (de gemeente). Het is vandaag de dag essentieel elke gelegenheid aan te wenden om dergelijke specificaties op te nemen in de stedenbouwkundige documenten (bodembestemmingsplan, diverse reglementen, algemeen gemeentelijk afwateringsplan enz.).

Parallel daarmee moet worden nagedacht over de beperking van de gevolgen van de ondoorlatendheid in vroeger verstedelijkte gebieden.

3.2 Bouw

Er bestaan verschillende technische oplossingen voor de recyclage van dakwater voor wc's.

Maar hun kostprijs ligt relatief hoog en zonder bijzondere voorzorgsmaatregelen zijn er gezondheidsrisico's aan verbonden.

In navolging van het Vlaamse gedeelte van de regio zou het dus goed zijn mochten enkele globale denkpijpen worden uitgestippeld om te bepalen of vaklui en privé-personen bereid zijn een dergelijke opgelegde maatregel te aanvaarden. Ongetwijfeld zal een voorafgaande fase "ter aansporing" noodzakelijk zijn.

3.3 Industrie

De denkpijpen hebben betrekking op:

- de recyclage van industrieel afvalwater;
- de strijd tegen verkwisting van water van goede kwaliteit (grondwater);
- de mini-netwerken met "ruw" water voor industrieel gebruik;
- een alternatieve oplossing: oppervlaktewater, bij te grote volumes.

3.4 Landbouw en landelijke omgeving

Het komt er in eerste instantie op aan een indeling op te maken van de gebieden waar meer aandacht moet worden besteed aan het regenwater in de winter: volgens type bebouwing, aard van de herverkaveling, reliëf, erosie enz.

In tweede instantie kunnen dan, naargelang het reliëf en de herverkaveling, voorzieningen per voedingsgebied (of bekken) worden gerealiseerd waarbij gebruik wordt gemaakt van landelijke technieken. Parallel daarmee kunnen landbouwers ertoe worden aangezet hun gronden in te zaaien en ze zodanig te bewerken dat de infiltratie 's winters maximaal is.

3° partie

Orientations par secteur

3.1 Urbanisme

Les techniques compensatoires, en développement croissant, ouvrent de multiples voies pour les nouvelles urbanisations :

- infiltration de l'eau de pluie et alimentation des nappes ;
- recyclage des eaux de pluie ;
- maîtrise du ruissellement pluvial ;
- réduction des nuisances à l'aval (crues et inondations moins fréquentes, etc.) ;
- atouts économiques et paysagers ;
- réduction de la pollution des eaux .

Le territoire de la métropole franco-belge a besoin de ces techniques.

Le seul moyen de les développer est de contraindre les aménageurs (privés ou non) à gérer, sur leur propre parcelle, leurs eaux de ruissellement, et de limiter les débits acceptables par l'aval (la commune). Il est essentiel aujourd'hui de profiter de toutes les occasions pour insérer dans les documents d'urbanisme de telles spécifications (Plan local d'urbanisme, règlements divers, Plan Communal Général d'Egouttage, etc.).

En parallèle, il faudra réfléchir à la réduction des effets de l'imperméabilisation sur les zones anciennement urbanisées.

3.2 Bâtiment

Diverses solutions techniques de recyclage des eaux de toiture pour les WC existent.

Mais elles ont un coût relativement élevé et peuvent présenter, sans précautions particulières, des risques sanitaires.

A l'instar de la partie flamande du territoire, il conviendra donc de mener une réflexion globale afin de déterminer si professionnels et particuliers sont prêts à accepter une telle mesure coercitive. Sans doute, une étape préalable "incitative" sera nécessaire.

3.3 Industrie

Les réflexions à mener concernent :

- le recyclage des eaux industrielles ;
- la lutte contre le gaspillage de l'eau de bonne qualité (l'eau des nappes) ;
- les mini réseaux d'eau "brute" à usage industriel ;
- l'alternative que présente les eaux de surface, lorsque les volumes sont excédentaires.

3.4 Agriculture et milieu rural

Dans un premier temps, il s'agit de réaliser une sectorisation (selon le type de cultures, la nature du remembrement, le relief, l'érosion, etc.) des zones où les eaux pluviales hivernales doivent faire l'objet d'une plus grande attention.

Dans un second temps, suivant les conditions de relief et de remembrement, des aménagements de bassins versants faisant appel aux techniques rurales pourront être réalisés. En parallèle, les agriculteurs pourront être incités à ensemercer leurs sols et à les travailler de telle façon que l'infiltration soit maximale en hiver.

Synthese

In voorliggende studie werden uiteenlopende technieken voorgesteld en geïllustreerd. De aandacht ging hoofdzakelijk uit naar de analyse van de mogelijkheden die het regenwater biedt: in de context van de Frans-Belgische metropool is dat immers een belangrijke uitdaging.

Wat moet blijven is dat, wat ook de technische oplossingen zijn, regenwater – de enige natuurlijke voeding van de grondwaterlagen – in stedelijke gebieden niet langer als een hinderlijk iets mag worden beschouwd. Een zo hoog (of vroeg) mogelijke opslag (in de percelen of in de aangelegde gebieden) zorgt voor een betere beheersing van de piekafvoer van regenwater, voor beperking van de vervuiling en voor verbetering van de waterbalans van de bodem. Natuurlijk is ook de economische en financiële dimensie gunstig.

Regenwater wordt steeds meer gerecupereerd voor minder “nobel” gebruik. Dat soort van recycling vormt een substantiële besparing op drinkwater (tot 40%).

Ook de landelijke omgeving worden in de denkpiste betrokken. Bodembewerking en eenvoudige en bescheiden voorzieningen verhogen op doeltreffende wijze de infiltratie van regenwater.

Duurzame ontwikkeling van de regio van de Frans-Belgische metropool kan verwezenlijkt worden via een langetermijnbeleid voor het beheer van de watervoorraden. Het huidige chronische tekort is op die termijn ondraaglijk. Er moet dus minder beroep worden gedaan op grondwaterlagen (besparen op water, recycling van regen), en men moet ze op natuurlijke wijze bijvullen (door infiltratie van regen).

Waar het nu op aan komt is dat de verschillende actoren zich bewust worden van de verschillende hierboven uiteengezette technieken en van de oplossingen die ze bieden, en ze toepassen.

Synthèse

Au cours de la présente étude, des techniques variées ont été présentées et illustrées. La réflexion s'est axée principalement sur l'analyse du potentiel des eaux de pluie : dans le contexte du territoire de la métropole franco-belge, c'est en effet un enjeu majeur.

Ce qu'il faut retenir, c'est qu'au-delà de la technique, les eaux de pluies, seule alimentation naturelle des nappes souterraines, ne doivent plus être considérées comme nuisibles en zones urbaines. Un stockage le plus à l'amont possible (au niveau des parcelles ou des zones aménagées) contribue à une meilleure maîtrise des débits de pointe pluviaux, à la réduction des pollutions et à l'amélioration du bilan hydrique des sols. Naturellement, l'intérêt économique est généralement tout à fait satisfait.

Les eaux de pluies sont de plus en plus récupérées pour des usages moins "nobles". Ce type de recyclage constitue une économie d'eau potable substantielle (jusqu'à 40%).

Le milieu rural n'est pas exclu de la réflexion : au contraire, le travail du sol ou la réalisation d'aménagements rustiques et modestes augmente efficacement les volumes infiltrés dans le sous-sol.

Le développement durable du territoire de la métropole franco-belge passe par la mise en place d'une politique de gestion de la ressource à très long terme. La situation actuelle de déficit chronique n'est pas supportable à cette échéance. Les aquifères devront donc être moins sollicités (économies d'eau à réaliser, recyclage de la pluie) tandis que leur ré-alimentation naturelle (par infiltration de la pluie) sera encouragée.

Il reste aux différents acteurs à prendre conscience des multiples solutions proposées par les techniques exposées et à les faire appliquer.

Bijlagen

Bibliografie

- Code voor Goede praktijk, 1999
- Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial door Y. Azzout, 1994.
- L'aménagement des parcelles contre le ruissellement dans le vignoble champenois: description des techniques et perspectives de développement. Studie uitgevoerd door het Agence de l'eau Seine-Normandie, 1996.
- Maîtrise du ruissellement et de l'érosion – conditions d'adaptation des méthodes américaines door J.J. Gril en B. Duvoux, 1991.
- Contrat de Rivière des Helpes majeure et mineure par le Syndicat Intercommunal d'Aménagement et d'Entretien des Cours de l'Avesnois, 1995.

Adressen

- SAN des Portes de la Brie: Château de Chessy B.P. 40 Chessy F-77701 Marne-la-Vallée Cedex 4
- Commune de Vitrolles, EPAREB 5, Parc Griffon F-13127 Vitrolles
- Chambre de Commerce et d'Industrie de la Gironde: 33 cours de la République 33390 F-Blaye
- ADOPTA: 3 place d'Haubersart F-59500 Douai
- Société des Eaux de France: 31 rue Fonderie F-59200 Tourcoing

Lijst van afbeeldingen

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 1a: Principe van de infiltratiegreppels | 26 |
| Figuur 1b: Principe van de opslaggreppels | 27 |
| Figuur 2a: Principe van de infiltratieputten | 30 |
| Figuur 2b: Principe van de infiltratieputten | 31 |
| Figuur 3: Infiltratieput en onderliggende laag | 32 |
| Figuur 4a: Principe van de infiltratiegeulen | 36 |
| Figuur 4b: Principe van de retentiegeulen | 37 |
| Figuur 5: Principe voor verzameling van water in rijwegen met reservoirstructuur | 40 |
| Figuur 6: Principe voor afvoer van water in rijwegen met reservoirstructuur | 41 |
| Figuur 7: Principe van individuele recyclage van regenwater | 46 |
| Figuur 8: Principe voor opslag op hellend dak | 51 |
| Figuur 9: Principe van de wallen | 54 |
| Figuur 10: Profiel van de verschillende types van wallen | 55 |
| Figuur 11: Voorbeeld van een niet doorlopende wal | 56 |
| Figuur 12: Standaardprofiel voor geul | 59 |
| Figuur 13: Principe van de dijkjes | 62 |
| Figuur 14: Perspectiefzicht van een dijkje met draineerbuis | 63 |
| Figuur 15: Schema van een opvangbekken op een heuvel | 67 |

Annexes

Bibliographie

- Code voor Goede praktijk, 1999
- Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial par Y. Azzout, 1994.
- L'aménagement des parcelles contre le ruissellement dans le vignoble champenois : description des techniques et perspectives de développement. Etude réalisée par l'Agence de l'eau Seine-Normandie, 1996.
- Maîtrise du ruissellement et de l'érosion – conditions d'adaptation des méthodes américaines par J.J. Gril et B. Duvoux, 1991.
- Contrat de Rivière des Helpes majeure et mineure par le Syndicat Intercommunal d'Aménagement et d'Entretien des Cours de l'Avesnois, 1995.

Adresses mentionnées

- SAN des Portes de la Brie: Château de Chessy B.P. 40 Chessy F-77701 Marne-la-Vallée Cedex 4
- Commune de Vitrolles, EPAREB 5, Parc Griffon F-13127 Vitrolles
- Chambre de Commerce et d'Industrie de la Gironde: 33 cours de la République 33390 F-Blaye
- ADOPTA: 3 place d'Haubersart F-59500 Douai
- Société des Eaux de France: 31 rue Fonderie F-59200 Tourcoing

Liste des schémas

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1a : Principe des noues d'infiltration | 26 |
| Figure 1b : Principe des noues de stockage | 27 |
| Figure 2a: Principe des puits d'infiltration | 30 |
| Figure 2b: Principe des puits d'infiltration | 31 |
| Figure 3 : Puits d'infiltration et nappe sous-jacente | 32 |
| Figure 4a : Principe des tranchées d'infiltration | 36 |
| Figure 4b : Principe des tranchées de rétention | 37 |
| Figure 5 : Principe de collecte de l'eau dans les chaussées à structure réservoir | 40 |
| Figure 6 : Principe d'évacuation de l'eau dans les chaussées à structure réservoir | 41 |
| Figure 7 : Schéma de principe du recyclage individuel des eaux de pluie | 47 |
| Figure 8 : Principe de stockage sur toit incliné | 51 |
| Figure 9 : Principe des banquettes | 54 |
| Figure 10 : Profil des différents types de banquettes | 55 |
| Figure 11 : Exemple de banquette discontinue | 56 |
| Figure 12 : Profil type de chenal | 59 |
| Figure 13 : Principe des diguettes | 62 |
| Figure 14 : Vue en perspective d'une diguette avec son drain | 63 |
| Figure 15 : Schéma d'une retenue collinaire | 67 |

Déjà parus - reeds verschenen

Cahier 1

Concurrence et complémentarité économiques – 4 rapports introductifs
Economische concurrentie en complementariteit – 4 inleidende expertises
Wim Vanhaverbeke, Jean-François Stevens, Henri Capron, André Delpont

Cahier 2

Portrait du paysage – Portret van het landschap – *Philippe Thomas & Anne Leplat*

Cahier 3

Métropolisation transfrontalière: perception, attentes, orientations
Grensoverschrijdende metropool: perceptie, verwachtingen, oriëntaties – *TETRA*

Cahier 4

La gestion des ressources en eau – Het beheer van de watervoorraden – *Cathy Denimal*

Cahier 5

Portrait économique – Economisch portret – *François Milléquant & Hassan EL Asraoui*

Cahier 6

Mobilité et accessibilité – Les politiques des trois régions
Mobiliteit en bereikbaarheid – Het beleid van de drie deelgebieden – *TRITEL & CETE*

Cahier 7

Nouvelles stratégies à l'égard du paysage – Nieuwe strategieën aangaande het landschap – *Eric Luiten*

Cahier 8

La métropole transfrontalière en questions: ce qu'en pensent les secrétaires communaux
De grensoverschrijdende metropool vandaag en morgen: de gemeentesecretarissen aan het woord – *TETRA*

Cahier 10

Les motifs du paysage – Motieven in het landschap – *Philippe Thomas*

Cahier 12

Une métropole en réseau – Een netwerk-metropool
Bruno Sinn & Christian Vandermotten & Louis Albrechts

Cahier 13

Un maillage bleu métropolitain – Een blauw netwerk voor de metropool
wvi & Lille métropole Communauté urbaine

Cahier 14

Le décloisonnement frontalier du marché de l'emploi – De ontgrenzing van de arbeidsmarkt – *WES*

Cahier 16

Atlas de l'équipement culturel de la métropole franco-belge
Atlas van de culturele voorzieningen in de Frans-Belgische metropool
Agence de développement et d'urbanisme de Lille métropole

Dossier 1

Développement du paysage: projets, acteurs et outils -
Landschapsopbouw: projecten, actoren en instrumenten

Dossier 2

Portrait économique – version intégrale – Economisch portret – integrale versie
François Milléquant & Hassan EL Asraoui

Dossier 3

La gestion des ressources en eau – version intégrale – Het beheer van de watervoorraden – integrale versie –
Cathy Denimal

Dossier 4

Lieux stratégiques d'accessibilité optimale – Strategische plaatsen van optimale bereikbaarheid
TRITEL & CETE

Dossier 5

Mise en place d'un observatoire économique transfrontalier
Opzetten van een centrum voor grensoverschrijdende economische observatie

Dossier 6 (www.copit-gpci.org)

Mode d'emploi pour la coopération transfrontalière en matière d'urbanisme
Gebruiksaanwijzing voor grensoverschrijdende stedenbouw – *TETRA*

Dossier 7 (www.copit-gpci.org)

Vers un schéma de développement culturel - Naar een cultureel ontwikkelingsschema –
TETRA & Hilde Teuchies

Dossier 9 (www.copit-gpci.org)

État des lieux de la coopération culturelle transfrontalière
Inventaris van de grensoverschrijdende culturele samenwerking
Emmanuel Vinchon, Kling Klang

Dossier 10

Frontières ouvertes pour l'emploi – la conférence du 29 octobre 2003
Open grenzen voor werkgelegenheid – conferentie van 29 oktober 2003

Cahier Σ synthèse

Proposition de Stratégie pour une métropole transfrontalière
Ontwerp van Strategie voor een grensoverschrijdende metropool – *SPIRE & IGEAT & ISRO & Atelier*

(brochure)

Stratégie pour une métropole transfrontalière - Strategie voor een grensoverschrijdende metropool

(brochure)

Frontières ouvertes pour l'emploi – Open grenzen voor werkgelegenheid

Samenvatting

Op vraag van het Grensoverschrijdend atelier onderzoekt Jean Vuathier (bureau SAFEGE) de verschillende technieken voor de opvang van regenwater of voor de bevordering van de infiltratie ervan in grondwater. Hij maakt een overzicht op van de technieken die van toepassing zijn in een landelijke en in een stedelijke omgeving, en duidt daarbij telkens aan wat de principes en voordelen zijn, maar ook de beperkingen en de te nemen voorzorgsmaatregelen. Elke beschreven techniek wordt geïllustreerd met gebruiksvoorbeelden.

Résumé

A la demande de l'Atelier transfrontalier, Jean Vuathier (bureau SAFEGE) passe en revue les différentes techniques qui permettent de retenir l'eau de pluie ou de favoriser son infiltration vers les nappes phréatiques. Il fait l'inventaire des techniques applicables en milieu rural et en milieu urbain, en précisant à chaque fois quels en sont les principes et intérêts mais aussi les limites et les précautions d'utilisation à prendre. Chaque technique décrite est illustré par des exemples d'emploi.

Abstract

In response to a request by the cross-border workshop, Jean Vuathier (SAFEGE office) makes a review of the various techniques for receiving rain water or facilitating its infiltration towards ground waters. He lists the techniques applicable to the rural and urban environments, each time specifying their principles and advantages as well as their limitations and the precautions that have to be taken. Each technique described is illustrated by examples of how it is applied.



Les rivières et les canaux de la métropole franco-belge
De rivieren en kanalen van de Frans-Belgische metropool

oktober 1991: Vijf Franse, Waalse en Vlaamse intercommunales (Lille Métropole Communauté Urbaine, IDETA, IEG, Leiedal en WVI) beslissen samen een grensoverschrijdende permanente conferentie van intercommunales op te richten: de GPCI (of COPIT voor onze Franse en Waalse burens).

januari 1998 – december 2001: Na meerdere gezamenlijke projecten te hebben uitgevoerd en/of ingeleid, starten de vijf partners, samen met het Agence de développement et d'urbanisme, een gemeenschappelijk beslissingsproces voor de ontwikkeling en ordening van de Frans-Belgische metropool. Het project neemt de vorm aan van een Grensoverschrijdend ontwikkelings- en ordeningsschema. Het krijgt de naam "Grootstad": een acroniem van de Nederlands- en Franstalige namen van het schema. Het krijgt financiële steun van Europa (programma Terra van de DG Regio voor innoverende initiatieven inzake ruimtelijke ordening). De projectpartners, de Vlaamse en Waalse gewesten en de provincie West-Vlaanderen dragen ook bij tot zijn financiering. Voor het uitwerken van het project, dat uiteindelijk leidt tot een "Strategie voor een grensoverschrijdende metropool", ontpopt de GPCI zich tot een "machine" om ideeën te produceren en draagvlak te creëren. Het resultaat: een gezamenlijk toekomstperspectief met concrete projecten die door de drie regio's gedragen worden. Om het gezamenlijke denkwerk en de Strategie beter kenbaar te maken publiceert de GPCI zestien "Cahiers en/of Dossiers van het Grensoverschrijdend atelier", die gemiddeld in 1000 exemplaren verspreid worden.

september 2000: De GPCI krijgt een juridische basis. Bij gebrek aan grensoverschrijdende juridische instrumenten wordt ze omgevormd tot een vereniging naar Frans recht, waarin de Franse en Waalse intercommunales rechtstreeks deelnemen. Omdat de Vlaamse intercommunales vooralsnog niet kunnen toetreden tot verenigingen wordt met hen een samenwerkingsovereenkomst afgesloten, zodat ook zij evenwaardig betrokken worden bij de werking en besluitvorming van de GPCI.

25 maart 2002: Zo'n 400 Fransen, Walen en Vlamingen nemen in de Kortrijkse Schouwburg deel aan het eerste "Rendez-vous van de Frans-Belgische Eurometropool". Voor de GPCI, die dat colloquium organiseert, komt het erop aan de "Strategie voor een grensoverschrijdende metropool", resultaat van het project "Grootstad", bredere bekendheid te geven, en erover te kunnen debatteren. Op het podium en in de zaal zitten zowel actoren van permanente grensoverschrijdende samenwerking, als experts en beleidsvoerders. Er ontstaat een "positieve kortsluiting" tussen verschillende groepen actoren die samen bouwen aan de grensoverschrijdende metropool.

16 september 2002: De Belgische en Franse Eerste Ministers en de Minister Presidenten van de Franse Gemeenschaps- en de Vlaamse en Waalse Gewestregeringen ondertekenen het akkoord inzake grensoverschrijdende samenwerking tussen lokale openbare besturen. Na ratificatie door de parlementen zal dit akkoord de mogelijkheid scheppen grensoverschrijdende openbare structuren op te richten, onder meer voor de GPCI.

2002-2003: De GPCI houdt een raadpleging omtrent de "Strategie voor een grensoverschrijdende metropool" bij 270 lokale besturen, overheden, administraties en instellingen. De Strategie vindt haar weerslag in de beleidsdocumenten en de projecten van lokale, regionale en nationale overheden en van openbare en particuliere actoren aan weerszij van de grens. De GPCI vertaalt de prioriteiten van de Strategie in een "Prioritaire en Operationeel Plan" (POP) dat ze in juni 2003 goedkeurt, en dat ze samen met de intercommunales uitvoert.

29 oktober 2003: Z. M. Albert II, Koning der Belgen, op staatsbezoek in Frankrijk, spreekt tot de Grensoverschrijdende Permanente Conferentie van Intercommunales: "In tien jaar tijd heeft deze Permanente Conferentie zich een reputatie opgebouwd van heus laboratorium inzake grensoverschrijdende samenwerking." Door zijn bezoek, en door zijn deelname aan meerdere grensoverschrijdende evenementen, beklemtoont hij het belang dat de Belgische en Franse instanties, op alle bevoegdheidsniveaus, hechten aan het slagen van de grensoverschrijdende samenwerking.

2003-2005: Dank zij het Interreg 3a-programma France-Wallonie-Vlaanderen krijgt de GPCI steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO) voor het project "Een andere kijk": de GPCI publiceert een nieuwe reeks "Cahiers en Dossiers van het Grensoverschrijdend atelier" met zowel resultaten van het project "Grootstad" die nog niet de nodige bekendheid kregen als meer recent werk.

octobre 1991: Cinq intercommunales française, wallonnes et flamandes (Lille Métropole Communauté Urbaine, IDETA, IEG, Leiedal en WVI) décident de créer une conférence permanente intercommunale transfrontalière: la COPIT (ou GPCI pour nos voisins flamands).

janvier 1998 – décembre 2001: Après avoir initié et réalisé plusieurs projets communs, ces cinq structures engagent, avec le concours de l'Agence de développement et d'urbanisme, un processus décisionnel commun pour le développement et l'aménagement de la métropole franco-belge. Ce processus prend la forme d'un schéma transfrontalier: le projet "Grootstad", d'après les dénominations néerlandaise et française du schéma. Le projet bénéficie de concours financiers européens (programme Terra de la DG Regio pour les initiatives innovantes d'aménagement du territoire). Les partenaires du projet, les régions Flandre et Wallonie et la province de Flandre Occidentale participent également à son financement. Pour la réalisation du projet, qui conduit finalement à l'élaboration d'une "Stratégie pour une métropole transfrontalière", la COPIT se transforme en "machine" à produire de la matière grise et de la participation. Le résultat: une vision d'avenir commune et de nombreux projets transfrontaliers, crédibles et partagés, à concrétiser. Pour faire connaître cette réflexion commune et la Stratégie qui en résulte, la COPIT publie seize "Cahiers et/ou Dossiers de l'Atelier transfrontalier", diffusés à environ 1000 exemplaires.

septembre 2000: La COPIT se donne une base juridique. En l'absence d'outils juridiques transfrontaliers, elle se transforme en association de droit français, dont les membres sont les intercommunales wallonnes et française. Puisque les intercommunales flamandes ne peuvent adhérer à une association, une convention de coopération est conclue, qui leur permet de participer au fonctionnement et à la prise de décision de la COPIT.

25 mars 2002: Quelques 400 français, flamands et wallons se réunissent dans le théâtre de Kortrijk pour le premier "Rendez-vous de l'Eurométropole franco-belge". Pour la COPIT, organisatrice de ce colloque, il s'agit avant tout de faire connaître et de débattre de sa "Stratégie pour une métropole transfrontalière", fruit du processus "Grootstad". Sur le podium et dans la salle, ce colloque réunit des acteurs de la coopération transfrontalière, des experts et des décideurs. Il produit une sorte de "court-circuit" entre les différents groupes d'acteurs qui bâtissent ensemble la métropole transfrontalière.

le 16 septembre 2002: Les Premiers Ministres français et belge et les Ministres Présidents des gouvernements wallon, flamand et de la Communauté française de Belgique signent l'accord sur la coopération transfrontalière entre les collectivités territoriales. Après ratification par les parlements, cet accord permettra de créer des organismes publics transfrontaliers, par exemple pour la COPIT.

2002-2003: La COPIT organise une consultation au sujet de la "Stratégie pour une métropole transfrontalière" auprès de 270 collectivités locales, autorités, administrations et institutions. La Stratégie inspire désormais les orientations politiques et les projets des autorités locales, régionales et nationales et des acteurs publics et privés de part et d'autre de la frontière. La COPIT traduit les priorités de la Stratégie dans son "Plan Opérationnel Prioritaire" (POP) qu'elle approuve en juin 2003, et qu'elle met en œuvre avec les intercommunales.

29 octobre 2003: S. M. Albert II, Roi des Belges, en visite d'Etat en France, s'exprime devant la Conférence Permanente Intercommunale Transfrontalière: "Depuis dix ans, cette Conférence Permanente s'est forgée une réputation de véritable laboratoire de coopération transfrontalière." Par sa visite, et par sa participation à plusieurs événements transfrontaliers, il souligne l'intérêt qu'accordent les instances belges et françaises, à tous les niveaux de compétence, à la réussite de la coopération transfrontalière.

2003-2005: Grâce au programme Interreg 3a France-Wallonie-Vlaanderen, la COPIT obtient un concours financier du Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) pour le projet "Changer le regard": la COPIT publie une nouvelle série de "Cahiers et Dossiers de l'Atelier transfrontalier", ceci à la fois pour valoriser les résultats du projet "Grootstad" qui n'ont pas encore été diffusés, et pour faire connaître ses travaux plus récents.

GRENSOVERSCHRIJDEND atelier TRANSFRONTALIER

une initiative de la

COPIT
Conférence
Permanente
Intercommunale
Transfrontalière

een initiatief van de

GPCI
Grensoverschrijdende
Permanente
Conferentie van
Intercommunales

Ideta Tournai (b)

Ieg Mouscron (b)

Lille Métropole Communauté urbaine (f)

Leiedal Kortrijk (b)

Wvi Brugge (b)

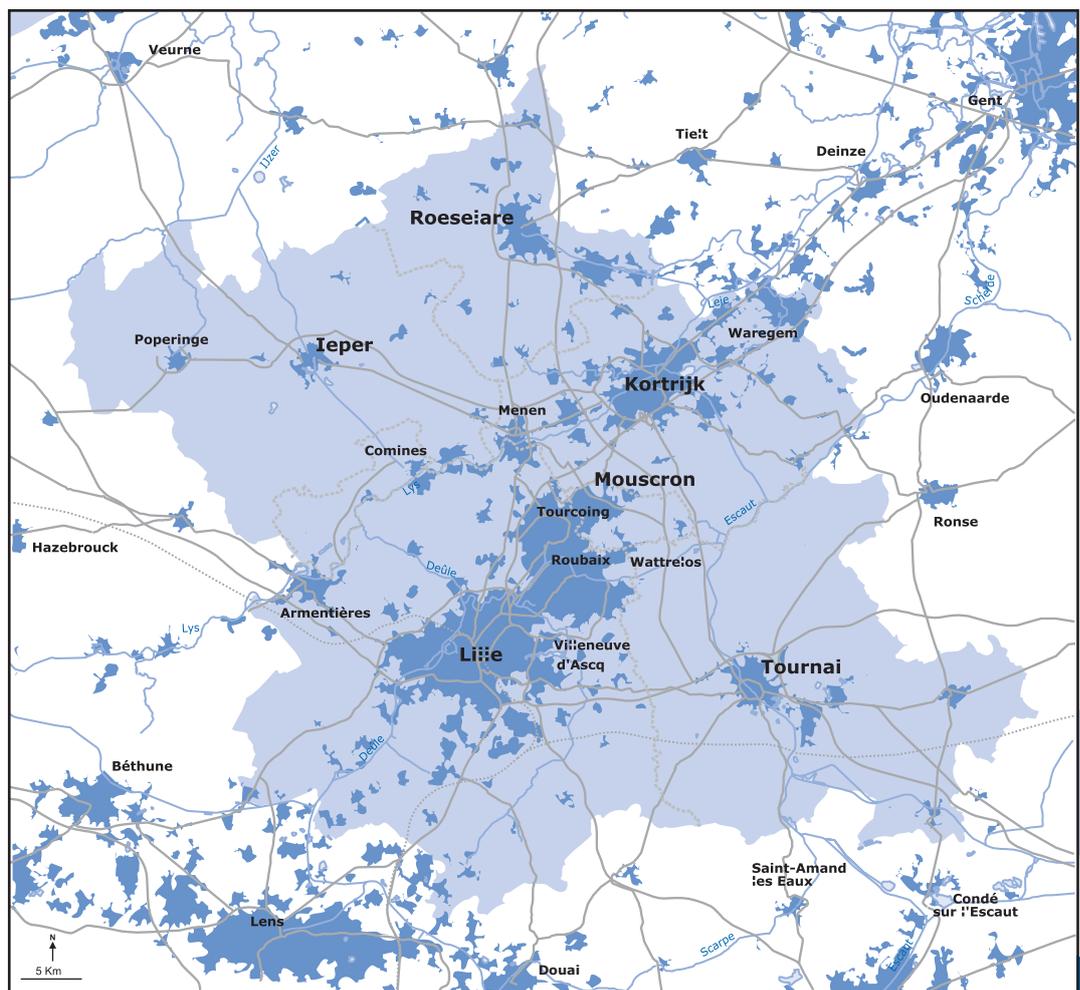
INTERREG III



France - Wallonie - Vlaanderen

ce projet bénéficie du soutien du Fonds
Européen de Développement Régional
(FEDER) dans le cadre du programme
Interreg 3a
France-Wallonie-Vlaanderen

*dit project wordt gesteund door het
Europees Fonds voor Regionale
Ontwikkeling (EFRO) in het kader van
het Interreg 3a programma
France-Wallonie-Vlaanderen*



COPIT – GPCI



bureaux - *kantoor*
rue de l'Echauffourée 1 B 7700 Mouscron

siège social - *maatschappelijke zetel*
1 rue du Ballon F 59034 Lille cedex

info@copit-gpci.org
www.copit-gpci.org