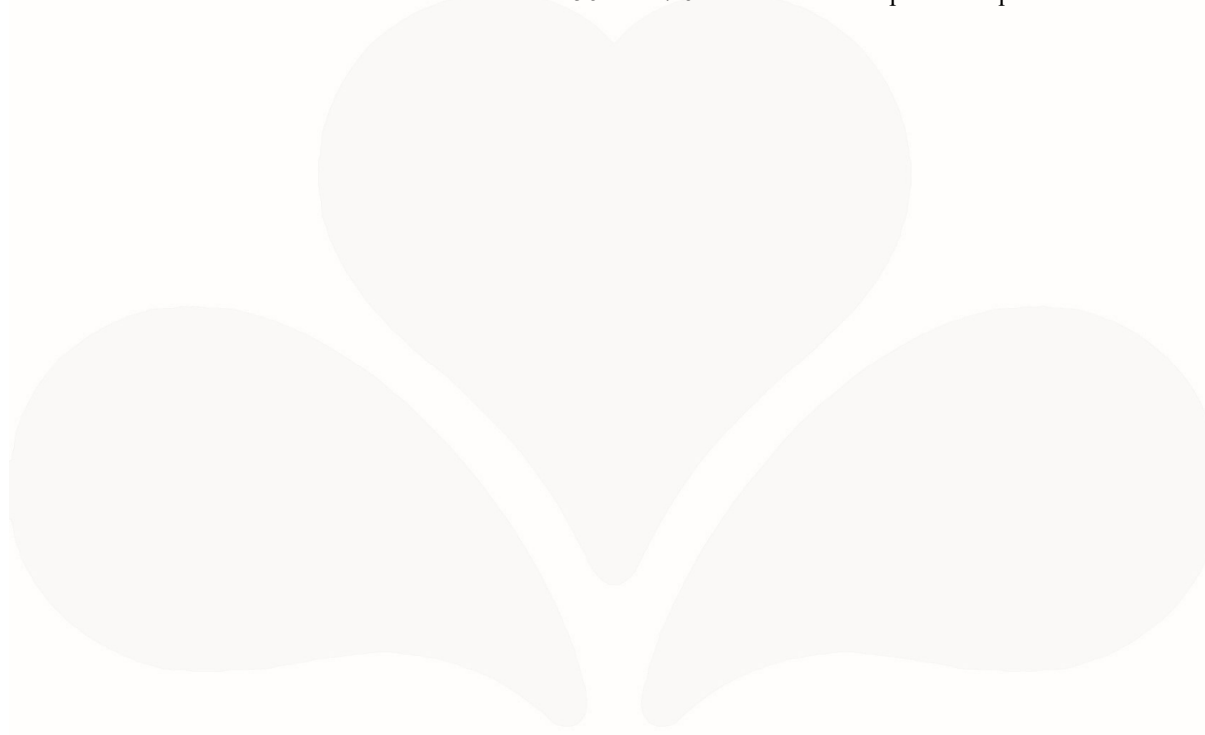


Hoofdstuk 12.	Geïntegreerd beheer van regenwater	5	Chapitre 12.	Gestion intégrée de l’eau pluviale	5
12.1.	Preambule.....	5	12.1.	Préambule	5
12.1.1.	GBRW-voorzieningen	5	12.1.1.	Les dispositions GIEP	5
12.1.2.	Referentiemaatvoering.....	5	12.1.2.	Dimensionnement de référence	5
12.1.3.	Overdracht van de kunstwerken van GBRW	6	12.1.3.	Reprise-remise des ouvrages GIEP	6
12.1.4.	Risico-analyse.....	6	12.1.4.	Etude de risque	6
12.1.5.	Beslissingsboom	6	12.1.5.	Arbre de décision.....	6
12.2.	Wadi's, holle groene ruimten, drainage sleuven	8	12.2.	Noues, espaces vert creux, tranchées drainantes	8
12.2.1.	Beschrijving.....	8	12.2.1.	Description	8
12.2.1.1	Wadi's en holle groene ruimten.....	9	12.2.1.1.	Noues et espaces vert creux.....	9
12.2.1.2	Wadi uit aarde-steenmengsel.....	11	12.2.1.2.	Noue en terre-pierre.....	11
12.2.1.3	Enkelvoudige drainagesleuf.....	12	12.2.1.3.	Tranchée drainante simple.....	12
12.2.1.3.1	Onder volle grond restituerend met gecontroleerde doorstroming	14	12.2.1.3.1.	Sous pleine terre restituant à débit contrôlé.....	14
12.2.1.3.2	Onder volle grond resituerend door infiltratie	15	12.2.1.3.2.	Sous pleine terre restituant par infiltration	15
12.2.1.3.3	Onder bewerkte ruimte restituerend door infiltratie.....	16	12.2.1.3.3.	Sous espace aménagé restituant par infiltration.....	16
12.2.1.3.4	Onder volle grond en bewerkte ruimte restituerend door infiltratie.....	17	12.2.1.3.4.	Sous pleine terre et espace aménagé restituant par infiltration.....	17
12.2.1.3.5	Onder volle grond restituerend met dubbele overloop.....	18	12.2.1.3.5.	Sous pleine terre restituant à double vidange	18
12.2.1.3.6	Onder bewerkte ruimte restituerend met dubbele overloop.....	20	12.2.1.3.6.	Sous espace aménagé restituant à double vidange.....	20
12.2.1.4	Samengestelde sleuf.....	20	12.2.1.4.	Tranchée composée	20
12.2.1.4.1	In volle grond restituerend met gecontroleerde doorstroming.....	23	12.2.1.4.1.	Sur pleine terre restituant à débit contrôlé.....	23
12.2.1.4.2	In volle grond restituerend door infiltratie.....	25	12.2.1.4.2.	Sur pleine terre restituant par infiltration.....	25
12.2.1.4.3	In volle grond restituerend met dubbele overloop	26	12.2.1.4.3.	Sur pleine terre restituant à double vidange.....	26
12.2.2.	Technische bepalingen.....	27	12.2.2.	Clauses techniques.....	27
12.2.2.1	Materialen.....	27	12.2.2.1.	Matériaux.....	27
12.2.3.	Uitvoering.....	27	12.2.3.	Mise en œuvre	27
12.2.3.1	Voorbereidende werken.....	27	12.2.3.1.	Travaux de préparation.....	27
12.2.3.2	Kenmerken van de uitvoering.....	27	12.2.3.2.	Caractéristiques d'exécution.....	27
12.2.3.2.1	Grondwerken	27	12.2.3.2.1.	Terrassement	27
12.2.3.2.2	Bescherming naburige constructies	28	12.2.3.2.2.	Protection des ouvrages adjacents	28
12.2.3.2.3	Voorbereiding van infiltratieoppervlakken.....	31	12.2.3.2.3.	Préparation des surfaces d'infiltration	31
12.2.3.2.4	Het aanbrengen van de waterdichtheid	32	12.2.3.2.4.	Mise en œuvre de l'étanchéité.....	32
12.2.3.2.5	Beplantingen, grasperken en antiwortelsystemen.....	32	12.2.3.2.5.	Plantations, engazonnement et systèmes anti-racines.....	32
12.2.3.2.6	Afvoer- en drainagesysteem	32	12.2.3.2.6.	Système d'évacuation et de drainage.....	32
12.2.3.2.7	Overschrijding en wanden	32	12.2.3.2.7.	Franchissement et cloisons	32
12.2.3.2.8	Systemen voor debietregeling en - begrenzing	32	12.2.3.2.8.	Systèmes de régulation et de limitation de débit	32
12.2.3.2.9	Veiligheidsinrichtingen.....	33	12.2.3.2.9.	Dispositifs de sécurité.....	33
12.2.3.2.10	Permanente signalisatie.....	33	12.2.3.2.10.	Signalétique permanente.....	33

12.2.3.3	Uitvoeringsmethode.....	33	12.2.3.3.	Méthode d’exécution.....	33
12.2.4.	Kwaliteitseisen.....	33	12.2.4.	Exigences de qualité.....	33
12.2.5.	Controles.....	33	12.2.5.	Contrôles.....	33
12.2.5.1	A priori.....	33	12.2.5.1.	A priori.....	33
12.2.5.2	Tijdens de uitvoering.....	33	12.2.5.2.	Pendant l’exécution.....	33
12.2.5.3	A posteriori.....	33	12.2.5.3.	A posteriori.....	33
12.2.6.	Betaling.....	33	12.2.6.	Païement.....	33
12.2.6.1	Meetmethode voor hoeveelheden opmeting.....	33	12.2.6.1.	Méthode de mesurage pour les quantités.....	33
12.2.6.2	Korting wegens minderwaarde.....	34	12.2.6.2.	Réfaction pour manquement.....	34
12.3.	Rijbanen met reservoirconstructie.....	34	12.3.	Chaussées à structure réservoir.....	34
12.3.1.	Beschrijving.....	34	12.3.1.	Description.....	34
12.3.2.	Technische bepalingen.....	36	12.3.2.	Clauses techniques.....	36
12.3.2.1	Materialen.....	36	12.3.2.1.	Matériaux.....	36
12.3.3.	Uitvoering.....	37	12.3.3.	Mise en œuvre.....	37
12.3.3.1	Vorbereidende werken.....	37	12.3.3.1.	Travaux de préparation.....	37
12.3.3.2	Kenmerken van de uitvoering.....	38	12.3.3.2.	Caractéristiques d’exécution.....	38
12.3.3.3	Uitvoeringsmethode.....	39	12.3.3.3.	Méthode d’exécution.....	39
12.3.4.	Kwaliteitseisen.....	39	12.3.4.	Exigences de qualité.....	39
12.3.5.	Controles.....	39	12.3.5.	Contrôles.....	39
12.3.5.1	A priori.....	39	12.3.5.1.	A priori.....	39
12.3.5.2	Tijdens de uitvoering.....	39	12.3.5.2.	Pendant l’exécution.....	39
12.3.5.3	A posteriori.....	39	12.3.5.3.	A posteriori.....	39
12.3.6.	Betaling.....	39	12.3.6.	Païement.....	39
12.3.6.1	Meetmethode voor hoeveelheden opmeting.....	39	12.3.6.1.	Méthode de mesurage pour les quantités.....	39
12.3.6.2	Korting wegens minderwaarde.....	39	12.3.6.2.	Réfaction pour manquement.....	39
12.4.	Ondergrondse bekkens met ultralichte alveolaire structuren.....	39	12.4.	Bassins enterrés en structures portantes alvéolaires ultra légères.....	39
12.4.1.	Beschrijving.....	39	12.4.1.	Description.....	39
12.4.2.	Technische bepalingen.....	40	12.4.2.	Clauses techniques.....	40
12.4.2.1	Materialen.....	40	12.4.2.1.	Matériaux.....	40
12.4.3.	Uitvoering.....	40	12.4.3.	Mise en œuvre.....	40
12.4.3.1	Vorbereidende werken.....	40	12.4.3.1.	Travaux de préparation.....	40
12.4.3.2	Kenmerken van de uitvoering.....	41	12.4.3.2.	Caractéristiques d’exécution.....	41
12.4.3.3	Uitvoeringsmethode.....	41	12.4.3.3.	Méthode d’exécution.....	41
12.4.4.	Kwaliteitseisen.....	42	12.4.4.	Exigences de qualité.....	42
12.4.5.	Controles.....	42	12.4.5.	Contrôles.....	42
12.4.5.1	A priori.....	42	12.4.5.1.	A priori.....	42
12.4.5.2	Tijdens de uitvoering.....	42	12.4.5.2.	Pendant l’exécution.....	42
12.4.5.3	A posteriori.....	42	12.4.5.3.	A posteriori.....	42
12.4.6.	Betaling.....	42	12.4.6.	Païement.....	42

12.4.6.1	Meetmethode voor hoeveelheden opmeting	42	12.4.6.1.	Méthode de mesurage pour les quantités	42
12.4.6.2	Korting wegens minderwaarde	42	12.4.6.2.	Réfaction pour manquement	42
12.5.	Regentuin	42	12.5.	Jardin de pluie	42
12.5.1.	Beschrijving	42	12.5.1.	Description	42
12.5.2.	Technische bepalingen	45	12.5.2.	Clauses techniques	45
12.5.2.1	Materialen	45	12.5.2.1.	Matériaux	45
12.5.3.	Uitvoering	45	12.5.3.	Mise en œuvre	45
12.5.3.1	Voorbereidende werken	45	12.5.3.1.	Travaux de préparation	45
12.5.3.2	Kenmerken van de uitvoering	46	12.5.3.2.	Caractéristiques d'exécution	46
12.5.3.3	Uitvoeringsmethode	46	12.5.3.3.	Méthode d'exécution	46
12.5.4.	Kwaliteitseisen	47	12.5.4.	Exigences de qualité	47
12.5.5.	Controles	47	12.5.5.	Contrôles	47
12.5.5.1	A priori	47	12.5.5.1.	A priori	47
12.5.5.2	Tijdens de uitvoering	47	12.5.5.2.	Pendant l'exécution	47
12.5.5.3	A posteriori	47	12.5.5.3.	A posteriori	47
12.5.6.	Betaling	48	12.5.6.	Païement	48
12.5.6.1	Meetmethode voor hoeveelheden opmeting	48	12.5.6.1.	Méthode de mesurage pour les quantités	48
12.5.6.2	Korting wegens minderwaarde	48	12.5.6.2.	Réfaction pour manquement	48
12.6.	Regenboom	48	12.6.	Arbre de pluie	48
12.6.1.	Beschrijving	48	12.6.1.	Description	48
12.6.2.	Technische bepalingen	52	12.6.2.	Clauses techniques	52
12.6.2.1	Materialen	52	12.6.2.1.	Matériaux	52
12.6.3.	Uitvoering	52	12.6.3.	Mise en œuvre	52
12.6.3.1	Voorbereidende werken	52	12.6.3.1.	Travaux de préparation	52
12.6.3.2	Kenmerken van de uitvoering	53	12.6.3.2.	Caractéristiques d'exécution	53
12.6.3.3	Uitvoeringsmethode	53	12.6.3.3.	Méthode d'exécution	53
12.6.4.	Kwaliteitseisen	53	12.6.4.	Exigences de qualité	53
12.6.5.	Controles	53	12.6.5.	Contrôles	53
12.6.5.1	A priori	54	12.6.5.1.	A priori	54
12.6.5.2	Tijdens de uitvoering	54	12.6.5.2.	Pendant l'exécution	54
12.6.5.3	A posteriori	54	12.6.5.3.	A posteriori	54
12.6.6.	Betaling	54	12.6.6.	Païement	54
12.6.6.1	Meetmethode voor hoeveelheden opmeting	54	12.6.6.1.	Méthode de mesurage pour les quantités	54
12.6.6.2	Korting wegens minderwaarde	54	12.6.6.2.	Réfaction pour manquement	54
12.7.	Injectiesysteem in een infiltrerend of drainerend massief	54	12.7.	Système d'injection vers un massif d'infiltration ou drainant	54
12.7.1.	Beschrijving	54	12.7.1.	Description	54
12.7.2.	Technische bepalingen	54	12.7.2.	Clauses techniques	54
12.7.2.1	Materialen	54	12.7.2.1.	Matériaux	54
12.7.3.	Uitvoering	54	12.7.3.	Mise en œuvre	54

12.7.4.	Kwaliteitseisen.....	55	12.7.4.	Exigences de qualité.....	55
12.7.5.	Controles.....	55	12.7.5.	Contrôles	55
12.7.5.1	A priori	55	12.7.5.1.	A priori	55
12.7.5.2	Tijdens de uitvoering	55	12.7.5.2.	Pendant l'exécution	55
12.7.5.3	A posteriori	55	12.7.5.3.	A posteriori.....	55
12.7.6.	Betaling.....	56	12.7.6.	Païement	56
12.7.6.1	Meetmethode voor hoeveelheden opmeting	56	12.7.6.1.	Méthode de mesurage pour les quantités.....	56
12.7.6.2	Korting wegens minderwaarde	56	12.7.6.2.	Réfaction pour manquement.....	56



Hoofdstuk 12. Geïntegreerd beheer van regenwater

12.1. Preambule

12.1.1. GBRW-voorzieningen

De voorzieningen van het Geïntegreerd Beheer van Regenwater (GBRW) helpen de natuurlijke watercyclus in stedelijke gebieden te herstellen door elke druppel regenwater zo dicht mogelijk bij de plek waar hij valt te laten infiltreren. In voorkomend geval wordt het water in situ behandeld, in multifunctionele systemen, bij voorkeur in open lucht en beplant, voordat het wordt teruggevoerd naar de natuurlijke omgeving.

De keuze van het (de) geschikte systeem(en) wordt gemaakt na een grondige studie van de bebouwde en onbebouwde omgeving, na voorafgaande tests om de infiltratiecapaciteit en bodemkwaliteit te beoordelen en via voorafgaand overleg met alle belanghebbenden en vooral met de concessiehouders en toekomstige beheerders van de systemen.

De uitvoering van de werkzaamheden in verband met Geïntegreerd Beheer van Regenwater vormt een cruciale fase voor hun goede werking. Bij het uitvoeren van de verschillende werffasen moet rekening worden gehouden met meerdere aanbevelingen:

- Alle gebieden voorafgaand aan andere bouwwerkzaamheden vrijwaren en alle planten verplanten, zo vroeg mogelijk en in de optimale periode voor hergroei;
- De werkzones afbakenen opdat de gemeten doorlaatbaarheid niet zou verstoord worden tijdens de werkzaamheden of a posteriori;
- Het grondprofiel en de hellingen voorbereiden om stagnatie te voorkomen;
- Verdichting vermijden, met respect voor de grondprofielen. Het risico op bodemdecompressie in de buurt van gebouwen en wegen moet worden beschouwd als een verplichting tot uitvoering.

De belangrijkste GBRW-voorzieningen worden als volgt ingedeeld:

- Wadi's/holle groene ruimten
- Drainerende sleuven
- Beplante infiltratiestrook
- Regenboom
- Drainerende onderfunderingen – met toevoer via drainerende verhardingen of door injectiemond
- Ultralichte honingraatstructuur (SAUL)
- Rijbanen met reservoir
- Overspoelbare openbare ruimte

12.1.2. Referentiemaatvoering

Chapitre 12. Gestion intégrée de l'eau pluviale

12.1. Préambule

12.1.1. Les dispositions GIEP

Les dispositifs de Gestion Intégrée de l'Eau Pluviale (GIEP) contribuent au rétablissement du cycle naturel de l'eau en milieu urbain, en infiltrant chaque goutte d'eau de pluie au plus près possible de l'endroit où elle tombe. Le cas échéant les eaux sont temporisées in situ, dans des dispositifs multifonctionnels, de préférence à ciel ouvert et végétalisés, pour être ensuite rendues aux milieux naturels.

Le choix du ou des dispositifs appropriés est réalisé suite à une étude approfondie du contexte bâti et non bâti, à la réalisation des tests préalables permettant d'évaluer les capacités d'infiltrations et la qualité du sol et à la consultation préalable de l'ensemble des acteurs concernés, en particulier des concessionnaires et des futurs gestionnaires des dispositifs.

L'exécution des travaux relatif à la Gestion Intégrée des Eaux Pluviales représente une étape cruciale pour leur bon fonctionnement, plusieurs recommandations doivent être prises en compte lors du déroulement des phases des travaux :

- Concevoir l'ensemble des zones au préalable des autres travaux de constructions et transplanter l'ensemble des végétaux, le plus tôt possible dans les périodes optimales à leur reprise ;
- Délimiter les zones de travaux afin d'éviter de perturber les perméabilités mesurées en cours des travaux ou a posteriori ;
- Préparer les formes de fond et les pentes pour éviter les stagnations ;
- Eviter le compactage, en portant attention aux formes de fond. Le risque de décompression des sols à proximité des immeubles et des voiries doit être tenu comme une obligation d'exécution.

Les principaux dispositifs GIEP sont répertoriés comme suit :

- Noues / espaces vert creux
- Tranchées drainantes
- Bande filtrante végétalisée
- Arbre de pluie
- Sous-fondations drainantes – soit par alimentation via revêtements drainant, soit par bouche d'injection
- Structure Alvéolaire Ultra Légère (SAUL)
- Chaussées à réservoir
- Espace public inondable

12.1.2. Dimensionnement de référence

De studies en ontwikkelingen van de openbare ruimte verzekeren minstens het waterbeheer van een 4 uur durende neerslag en een terugkeertijd van 100 jaar.

De bijbehorende pluviometerwaarneming bedraagt 58,3 mm in 4 u (= 583 m³ per hectare), volgens statistieken die in 2016 gepubliceerd werden door het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België, voor zijn meetstation in Ukkel. (Waterbeheersplan Brussels Hoofdstedelijk Gewest).

12.1.3. Overdracht van de kunstwerken van GBRW

Alle GBRW-structuren moeten aangeduid worden met een permanente signalisatie die de aanwezigheid van het ondergronds GBRW-kunstwerk aangeeft.

Deze bewegwijzering kan een informatiebord zijn, in overeenstemming met de eisen van hfst II.10, of een indicatieve straatsteen.

Een GBRW-kunstwerk kan enkel worden betaald mits een volledige inventaris van de GBRW-constructie, overeenkomstig de eisen van II.3.17. 'Post-Interventiedossier'.

12.1.4. Risico-analyse

Voordat enig GBRW-systeem wordt overwogen, moet een belangrijke vraag worden onderzocht: is er sprake van bodemverontreiniging waarvan de infiltratie zou kunnen leiden tot een ontoelaatbaar risico van verspreiding van verontreiniging?

Risico-onderzoek naar 2 punten is een absolute voorwaarde tot overweging van infiltratie:

A) de aanwezige verontreinigende stoffen (kunnen sommige migreren in de ondergrond naar de grondwaterspiegel, worden sommige afgebroken door microbiologische processen, enz.);
B) de gevoeligheid van de omgeving (gevoeliger als de grondwaterspiegel ondiep is, in de buurt van drinkwateropvang, enz.).

Enkel nadat deze risicobeoordeling is uitgevoerd, rekening houdend met deze parameters, kunnen we inschatten of infiltratie al dan niet compatibel is met de aanwezige verontreinigende stoffen.

De risico-analyse zal gebaseerd zijn op de 'Code van goede praktijk voor risico-analyses' van Brussel Leefmilieu en zal bepalen of infiltratie al dan niet aanleiding kan geven tot een onduidelijk risico op verspreiding van bodemverontreiniging.

Vervuilde deeltjes worden ingesloten door de bovenste grondslag in de wadi en organische deeltjes zoals koolwaterstoffen worden geëlimineerd door bacteriële activiteit.

12.1.5. Beslissingsboom

Les études et aménagements de l'espace public assurent au minimum la GIEP d'une pluie d'une durée de 4 h et d'un temps de retour de 100 ans.

La pluviométrie associée est de 58,3 mm en 4 h (= 583 m³ par hectare), selon les statistiques publiées en 2016 par l'Institut Royal Météorologique de Belgique, pour sa station de mesure à Uccle (Plan de Gestion de l'Eau de la Région de Bruxelles-Capitale).

12.1.3. Reprise-remise des ouvrages GIEP

Chaque ouvrage GIEP doit obligatoirement être marqué par une signalisation définitive qui indique la présence en sous-sol du dispositif de GIEP enterré.

Cette signalisation peut être un panneau d'information, selon les prescriptions du ch II.10, soit un pavé signalétique.

Un ouvrage GIEP ne pourra être payé à condition d'un inventaire complet de l'ouvrage GIEP, selon les exigences reprises au ch II.3.17. 'Dossier d'intervention Ulérieure'.

12.1.4. Etude de risque

Avant d'envisager la mise en place de n'importe quel dispositif GIEP, une question primordiale est à examiner: existe-t-il une contamination du sol dont l'infiltration pourrait entraîner un risque de dissémination de pollution intolérable?

La recherche sur 2 points est une condition préalable à la prise en compte de l'infiltration:

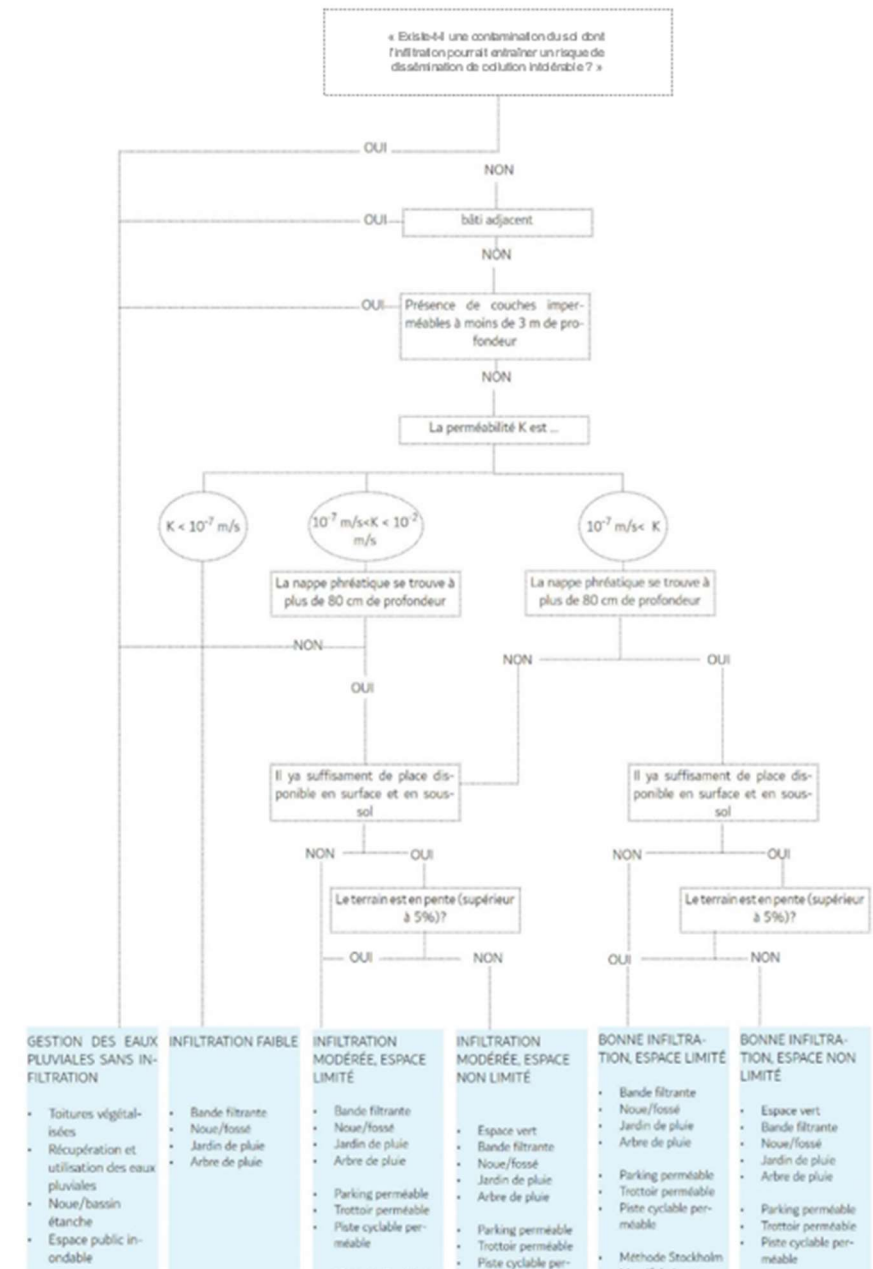
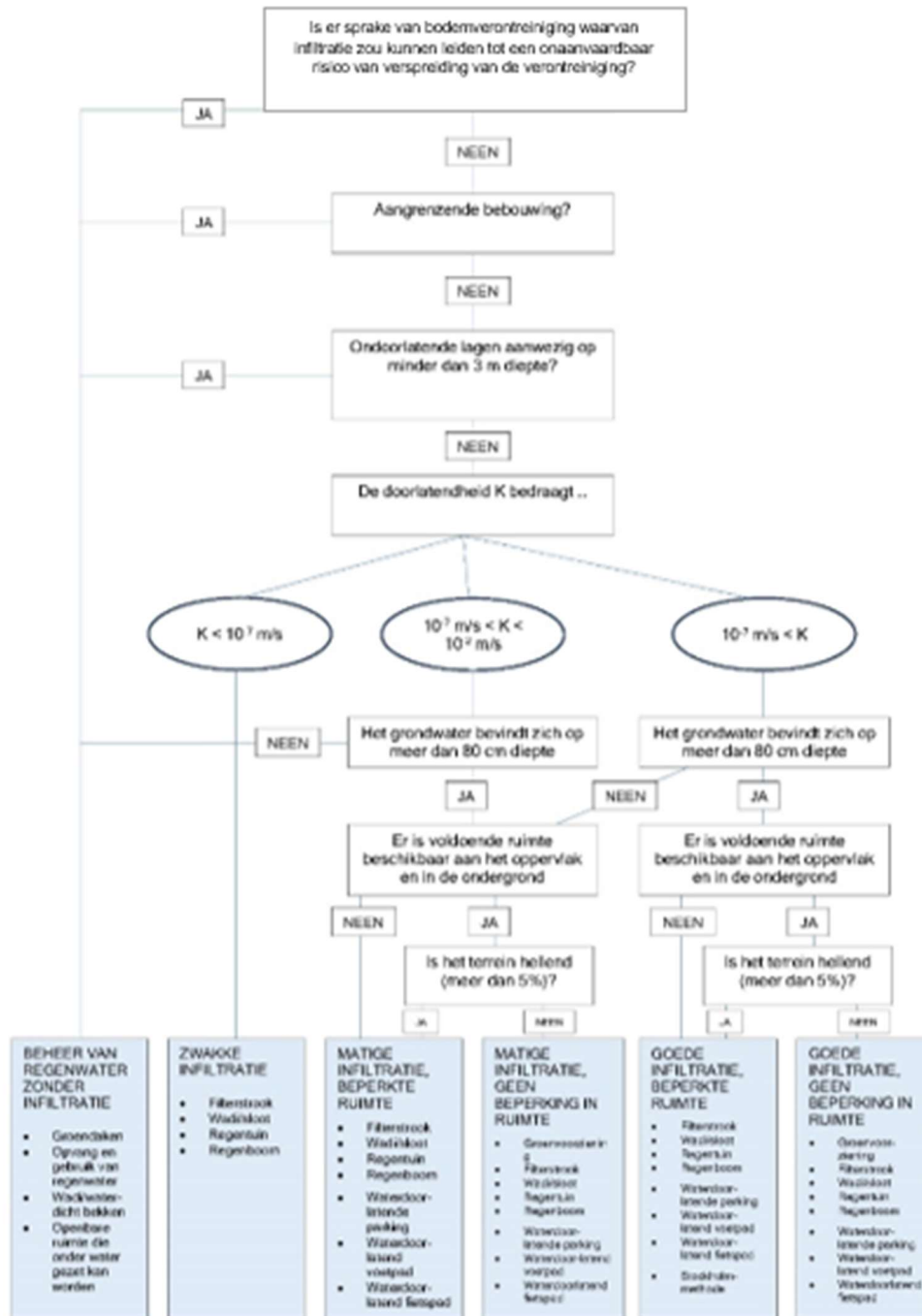
A) des polluants en présence (certains sont-ils susceptibles de migrer dans le sous-sols vers les nappes, certains sont-ils dégradé par les processus microbiologiques, etc);
B) la sensibilité du milieu (qui est sensible si faible profondeur de nappe, présence de captage d'eau potable, etc).

Ce n'est seulement qu'après avoir fait cette évaluation du risque tenant compte de ces paramètres qu'on peut estimer si l'infiltration est ou non compatible avec les polluants en, présence.

L'étude de risque se basera sur le 'Code de bonne pratique pour les études de risque' de Bruxelles Environnement et déterminera si l'infiltration pourra ou pas donner lieu à un risque intolérable de dissémination pour une pollution du sol.

Les polluants particuliers sont piégés par la couche de terre végétale de la noue et les particules organiques comme les hydrocarbures sont éliminés par l'activité bactérienne.

12.1.5. Arbre de décision



Figuur F12-1 : Beslissingsboom voor GBRW-voorziening

Figuur F12-1 is een leidraad voor het bepalen van de mogelijkheid tot inplanting van een GBRW-voorziening.

De voorgestelde hellingswaarde (5%) lijkt erg ontmoedigend.

In de praktijk is 10% mogelijk, maar het is vaak een kwestie van redelijke kosten die de keuze bepaalt. In de praktijk zal dit eerder rond de 7% zijn, dan rond de 5%.

De aanwezigheid van ondoordringbare lagen op minder dan 3 m diepte lijkt niet veel verschil te maken in de Brusselse context.

Wat de doorlaatbaarheid betreft, is het raadzaam om een lage infiltratie ($<10^{-7}$) en $>10^{-7}$ te specificeren.

Het verschil tussen de twee is in het geval van 10^{-7} om de contactoppervlakken met de bodem te vergroten en wat leidt tot meer uitgebreide structuren (sloot, infiltratiebekken, ...)

In het geval van aangrenzende gebouwen is er de optie om geomembraan op de gevel te plaatsen tussen een infiltratiesysteem en de huizen. Deze optie moet worden overwogen voordat direct wordt overgegaan op niet-infiltratiebeheer.

De aanwezigheid van een boom is een bijkomende technische oplossing die toegevoegd kan worden aan figuur F12-1: het concept van de regenboom.

12.2. Wadi's, holle groene ruimten, drainage sleuven

12.2.1. Beschrijving

Wadi's, holle groene ruimten, sleuven kunnen worden geïntegreerd in de inrichting op perceelniveau, de eigendomseenheid of een project van ruimtelijke ordening, evenals langs lijnvormige infrastructuur. Ze voorzien geheel of gedeeltelijk in de volgende functies: opvang, opslag en/of restitutie van regenwater.

De opvang van regenwater wordt verzekerd:

door aanvoer die rechtstreeks wordt verdeeld via de afvoer van oppervlaktewater, zonder hulpapparatuur, wanneer de hellingen en de egalisatie van de oppervlakken waar het water wordt gedistribueerd dit toelaten,

of, als dat niet mogelijk is, door lokale aanvoer met opvang-, transport-, injectie- of opsloringsapparatuur die stroomopwaarts en in lijn met de uitmonding in de constructie is geïnstalleerd.

De opslag van regenwater wordt gegarandeerd door de geometrische afmetingen van de constructie en het waterniveau.

Het opslagvolume wordt bepaald door het gehalte aan holtes van de materialen of producten die in de sloten en infiltratieputten worden gebruikt.

Figure F12-1 : Arbre de décision pour dispositif GIEP

La figure F12-1 est un guide permettant de déterminer la possibilité d'implanter une installation de GBRW.

La valeur de pente proposée (5%) semble très dissuasive.

En pratique c'est possible pour du 10% mais souvent c'est une notion de coût raisonnable qui va orienter le choix. Celui-ci est en pratique plutôt aux alentours de 7% et non 5%

La présence de couches imperméables à moins de 3 m de profondeur ne semble pas apporter grand-chose dans le contexte bruxellois.

En ce qui concerne la perméabilité, que l'infiltration faible ($<10^{-7}$) et $>10^{-7}$ est conseillé de préciser.

La différence entre les deux est dans le cas 10^{-7} est d'augmenter les surfaces de contacts avec le sols et donc des ouvrages plus étendus (noue, bassin infiltrant,...)

Pour des bâtis adjacents, il y a la possibilité de placer une géomembrane côté façade entre un dispositif d'infiltration et les maisons. Ce choix doit être envisagé avant d'aller directement vers une gestion sans infiltration

La présence de l'arbre est une solution technique supplémentaire qui peut être ajoutée à la figure F12-1 : le concept de l'arbre de pluie.

12.2. Noues, espaces vert creux, tranchées drainantes

12.2.1. Description

Les noues, espaces vert creux, tranchées peuvent être intégrés à l'aménagement à l'échelle de la parcelle, de l'unité foncière ou d'une opération d'aménagement, ainsi que le long d'infrastructures linéaires. Ils assurent tout ou partie des fonctions suivantes : recueil, stockage, et/ou restitution des eaux pluviales.

Le recueil des eaux pluviales assuré :

par apport réparti directement par le ruissellement de surface, sans équipement annexe, lorsque les pentes et le nivellement des surfaces d'apport le permettent,

ou, à défaut, par apport localisé avec des équipements de collecte, de transport, d'injection ou d'engouffrement mis en place en amont et au droit des arrivées dans l'ouvrage.

Le stockage des eaux pluviales est assuré par les dimensions géométriques de l'ouvrage et niveau d'eau.

Le taux de vide des matériaux ou produits utilisés dans les tranchées et les puits d'infiltration, conditionne le volume de stockage.

Afhankelijk van de context waarin ze worden ingevoegd, kunnen de wadi's, de holle groene ruimten en de sleuven worden uitgerust met wanden die hun hydraulische prestaties optimaliseren (groter opslagvolume, vertraging van de stroming op steile hellingen).

Voor de wadi's, de holle groene ruimten en de sleuven wordt de restitutie van het regenwater

- ofwel verdeeld door infiltratie in de bodem of ondergrond, en/of verdamping, of zelfs evapotranspiratie via de aanwezige planten.
- ofwel gelokaliseerd door lozing in een oppervlaktewatermilieu of in een oppervlakte- of ondergronds opvangnetwerk.

De twee methodes van restitutie kunnen worden gecombineerd.

Bij infiltratieputten wordt het water gerestitueerd door infiltratie in de ondergrond.

Drainagesleuven zijn lineaire uitgravingen met materialen of opslagproducten met holle ruimtes. De constructies zijn zodanig geplaatst dat ze afvloeiend regenwater opvangen om het op te slaan of te restitueren.

Afhankelijk van de context waarin ze worden ingevoegd, kunnen deze constructies bereden worden.

De sleuven kunnen worden gecombineerd met een bovenliggende wadi om regenwater op te slaan voor de zwaarste regenbuien, wanneer de sleuf zelf de limieten van zijn opslagcapaciteit heeft bereikt.

De sleuven kunnen eventueel worden uitgerust met een drainagesysteem aan de onderkant.

De constructies kunnen ook een landschappelijke of recreatieve functie hebben, vooral wanneer ze geïntegreerd zijn in landschapsgebieden.

De GBRW-studie geeft aan of er wanden nodig zijn. De positie van de wanden wordt gespecificeerd in de inplantingsplannen van de constructies of door een afstand tussen de wanden.

Het onderhoud wordt vergemakkelijkt door zachte hellingen.

Om de erosie van de oevers en de bodem van de wadi's en grachten te beperken kan de inrichting een energieverdeler voorzien, bijvoorbeeld met kiezelstenen.

Om de afvoersnelheid van het water te beperken en zo de opslagcapaciteit te optimaliseren, moeten de hellingsgraad van de langsprofielen idealiter minder zijn dan 2%. Indien dit niet het geval is, zijn schotten met overloopfunctie nodig.

12.2.1.1 Wadi's en holle groene ruimten

De constructies zijn ontworpen om afvloeiend regenwater op te vangen, te infiltreren, af te voeren, op te slaan, te restitueren en eventueel te behandelen.

Een wadi is een iets dieper ingegraven ruimte die langer dan breed is, met zachte dwarshellingen (meestal minder dan 25%).

Men onderscheidt:

- holle groene ruimten en infiltratiewadi's of niet-waterdichte voorzieningen waarbij het water in de grond wordt afgevoerd;

Selon le contexte dans lequel ils s'insèrent, les noues, espaces vert creux et tranchées sont susceptibles d'être équipés de cloisons afin d'optimiser leurs performances hydrauliques (augmentation du volume de stockage, ralentissement des écoulements en cas de fortes pentes).

Pour les noues, espaces vert creux et tranchées, la restitution des eaux pluviales est

- soit répartie par infiltration dans le sol ou dans le sous-sol, et/ou évaporation, voire évapotranspiration en présence de végétaux.
- soit localisée par rejet dans les milieux aquatiques superficiels ou vers un réseau de collecte superficiel ou enterré.

Les deux modes de restitution peuvent être combinés.

Pour les puits d'infiltration, la restitution se fait par infiltration dans le sous-sol.

Les tranchées drainantes sont des excavations linéaires comprenant des matériaux ou produits de stockage d'un taux de vide donné. Les ouvrages sont implantés de manière à recueillir le ruissellement des eaux pluviales afin d'en assurer le stockage ou la restitution.

Selon le contexte dans lequel ils s'insèrent, ces ouvrages sont susceptibles de recevoir une circulation.

Les tranchées peuvent être associées à une noue sus-jacente qui assure le stockage des eaux pluviales pour les pluies les plus importantes, lorsque la tranchée elle-même a atteint ses capacités limites de stockage.

Les tranchées peuvent éventuellement être équipées d'un système de drainage en fond.

Les ouvrages peuvent également avoir une fonction paysagère ou de loisirs, en particulier lorsqu'ils s'intègrent dans des espaces paysagers.

L'étude GIEP précise si des cloisons sont prévues. La position des cloisons est précisée soit dans les plans d'implantation des ouvrages, soit par une distance entre cloisons.

L'entretien sera facilité par des pentes douces.

Afin de limiter l'érosion des bords et du fond des noues et fossés, l'aménagement peut prévoir un dissipateur d'énergie comme des galets.

Pour limiter la vitesse d'écoulement de l'eau et ainsi optimiser la capacité de stockage, les pentes de profil en long doivent être idéalement inférieures à 2%. Sinon, l'installation de cloisons fonctionnant par surverse est préconisée.

12.2.1.1. Noues et espaces vert creux

Les ouvrages sont implantés de manière à recueillir le ruissellement des eaux pluviales afin d'en assurer l'écoulement, l'infiltration, le stockage, la restitution et éventuellement le traitement.

Une noue est un espace légèrement surcreusé plus long que large, aux pentes transversales douces (généralement inférieures à 25 %).

On distingue :

- les espaces vert creux et noues d'infiltration, ou non-étanches, pour lesquels l'évacuation de l'eau se fait dans le sol ;

- holle groene ruimten en retentie- of waterdichte wadi's waarvoor een oppervlakteafvoer nodig is (bv. riolering).

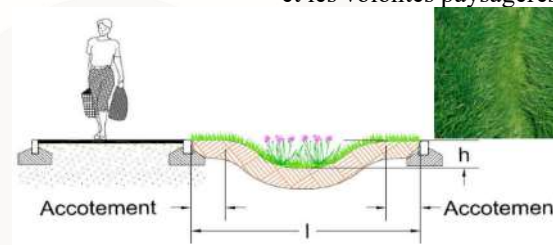
Een sloot of een wadi kan in een geul liggen en een driehoekige, trapeziumvormige of elke andere vorm hebben die aangepast is aan de topografie van het project, het gebruik ervan of de beschikbare grondinname. De doorsnede van de constructie kan over het volledige lijnvormige element variëren.

Er bestaan oneindig veel wadiprofielen, afhankelijk van de beschikbare ruimte, de volumevereisten en de landschapswensen.

- les espaces vert creux et noues de rétention, ou étanches, qui nécessitent un exutoire de surface (réseau d'assainissement par exemple).

Un fossé ou une noue peut être en cunette, de section triangulaire, trapézoïdale ou de toute autre forme s'adaptant à la topographie du projet, à ses usages et à l'emprise disponible. La section de l'ouvrage peut varier sur l'ensemble du linéaire.

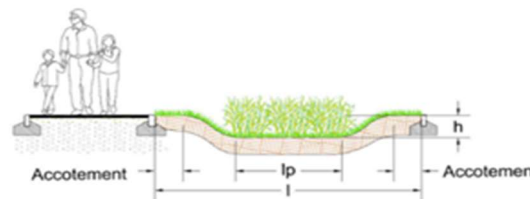
Il existe une infinité de profil de noues selon l'espace capable disponible, les besoins en volume et les volontés paysagères.



Accotement	Zijberm
------------	---------

Figuur F12-2 : Geulwadi (bron INFRA Services)

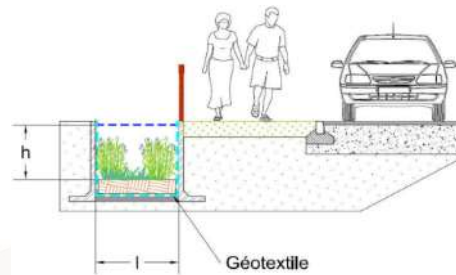
Figure F12-2 : Noue cunette (source INFRA Services)



Accotement	Zijberm
------------	---------

Figuur F12-3 : Trapeziumvormige wadi (bron INFRA Services)

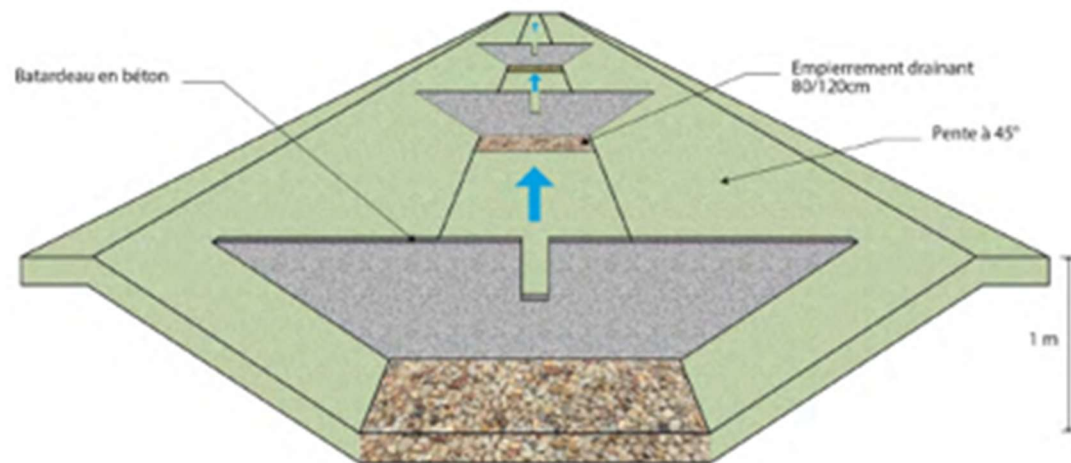
Figure F12-3 : Noue trapézoïdale (source INFRA Services)



Géotextile	Geotextiel
------------	------------

Figuur F12-4 : Stedelijke wadi (kanaal) (bron INFRA Services)

Figure F12-4 : Noue urbaine dite canal (source INFRA Services)



Batardeau en béton	Dam in beton
Empierrement drainant	Drainerend steenslag
Pente à 45°	Helling van 45°

Figuur F12-5 : Trapvormige wadi= wadi met schotten / sproeier / in cascade

Figure F12-5 : Noue à redan = noue avec cloison / ajutage / en cascade

12.2.1.2 Wadi uit aarde-steenmengsel

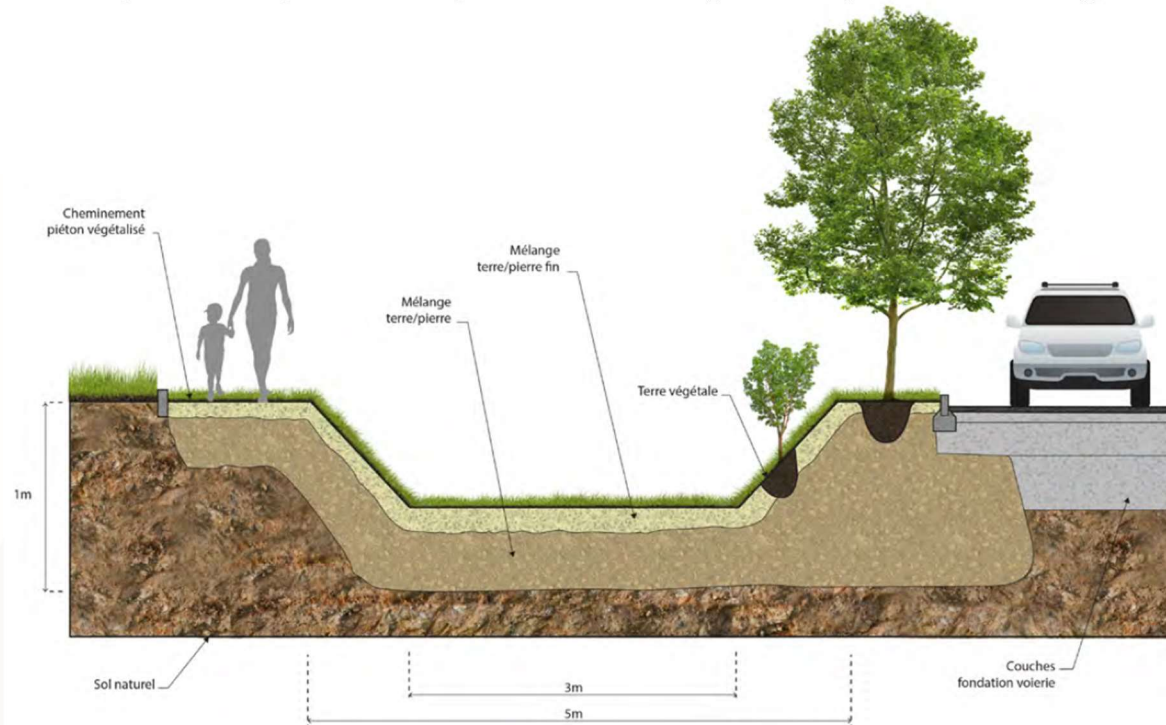
De wadi bestaat uit een mengsel van aarde -steen, waardoor planten en bomen beter kunnen wortelen en het draagvermogen van de grond toeneemt. De stenen vormen een zelfsluitend,

12.2.1.2. Noue en terre-pierre

La noue est constituée d'un mélange terre-pierre assurant l'enracinement des plantes et des arbres tout en augmentant la portance du sol. Les pierres forment un squelette autobloqué portant, entre

dragend skelet, waartussen de niet-verdichte grond wortelkolonisatie ondersteunt. Grasperken zijn ook mogelijk door een extra laag aan de bovengrond toe te voegen.

lesquelles la terre non compactée est le support de la colonisation racinaire. L'engazonnement est aussi possible en ajoutant une couche supplémentaire de terre végétale en surface.



Begroeid voetgangerspad	Cheminement piéton végétalisé
Aarde-steenmengsel	Mélange terre-pierre
Aarde-fijn steenmengsel	Mélange terre-pierre fin
Plantaardige grond	Terre végétale
Natuurlijke bodem	Sol naturel
Funderingslagen van de weg	Couches fondation voirie

Figuur F12-6 : Wadi uit aarde-steenmengsel

Figure F12-6 : Noue en terre-pierre

12.2.1.3 Enkelvoudige drainagesleuf

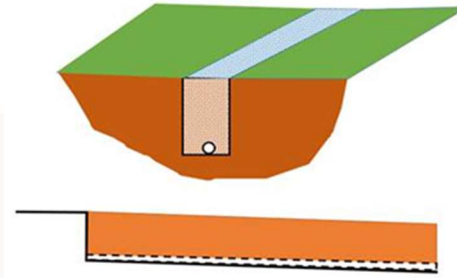
Een enkelvoudige drainagesleuf is een lijnvormige geul uitgegraven uit de grond met een rechthoekig dwarsprofiel. De breedte is tussen 30 centimeter en 2 meter (gewoonlijke afmetingen van 80 centimeter tot 1 meter) en de diepte ligt tussen 50 centimeter en maximaal 2 meter.

12.2.1.3. Tranchée drainante simple

La tranchée drainante simple est un ouvrage linéaire creusée dans le sol et dont le profil en travers est de forme rectangulaire. Sa largeur est comprise entre 30 centimètres et 2 mètres (valeurs habituelles 80 centimètres à 1 mètre) et sa profondeur entre 50 centimètres et 2 mètres au maximum.

Deze dient opgevuld te worden met granulaatvormige materialen (porositeit tussen 0,25 en 0,50) of lichtgewicht honingraatstructuur (porositeit tussen 0,9 en 1). De bodem van de sleuf wordt vaak voorzien van een afvoer om te zorgen voor een betere waterverdeling in de sleuf en om deze op het einde gemakkelijker te kunnen leegmaken.

Elle est obligatoirement remplie de matériaux granulaires (porosité comprise entre 0.25 et 0.5) ou d'une structure alvéolaire ultralégère (porosité entre 0.9 et 1). Elle est souvent munie d'un drain en fond de fouille qui permet à la fois une meilleure répartition de l'eau dans la tranchée et une meilleure vidange en fin d'évènement.

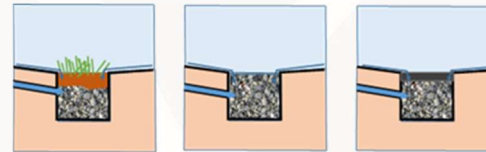


Figuur F12-7 : Enkelvoudige drainagesleuf

De sleuven kunnen onder elk type onbebouwd oppervlak worden gegraven. Vermits het gaat om nauwe lijnvormige elementen, zijn ze gemakkelijk in de inrichting, langs gebouwen, langs wegen (voet- of fietspaden) of in structurerende parkeerelementen te integreren. Ze nemen weinig plaats in beslag. Ze kunnen met aarde worden bedekt en beplant, afgewerkt met tegels of onbedekt worden gelaten.

Figure F12-7 : Tranchée drainante simple

Les tranchées peuvent être installées sous n'importe quel type de surface sans bâtiment. Comme il s'agit d'éléments linéaires étroits, elles s'intègrent facilement dans les aménagements, le long des bâtiments, le long des voiries (trottoirs ou pistes cyclables) ou en éléments structurants de parkings. Elles occupent peu de foncier. Elles peuvent être recouvertes de terre et végétalisées, recouvertes de dalles, ou non couvertes.



Figuur F12-8 : Bedekking enkelvoudige drainagesleuven

Water kan worden aangevoerd via afvloeiing (indien de oppervlaktebedekking waterdoorlaatbaar is) of via een leidingsysteem.

De waterdoorstroming is in de sleuf bijzonder langzaam wat de afzetting van deeltjes, ook als ze heel fijn zijn, vergemakkelijkt. Op deze manier vangen de sleuven een groot deel van de verontreinigende stoffen op.

In het geval water via de oppervlakte wordt aangevoerd moet erop worden gelet dat het infiltratievermogen van de oppervlaktebedekking niet wordt gewijzigd (door grondafzetting, dode bladeren, enz. die kunnen leiden voor verstopping).

De helling van de sleuf moet 1 tot maximaal 3 % zijn om het beschikbare opslagvolume zo optimaal mogelijk te benutten.

Figure F12-8 : Recouvrement des tranchées drainantes simples

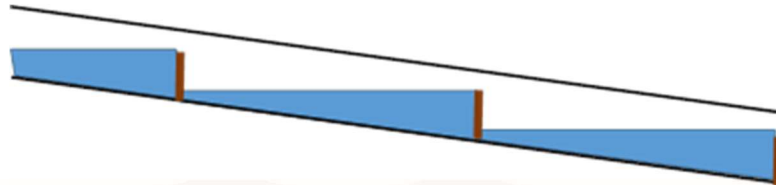
L'eau peut être apportée par ruissellement sur la surface (si le revêtement de surface est perméable) ou introduite par une canalisation.

La vitesse d'écoulement de l'eau est très lente dans la tranchée, ce qui facilite le dépôt des particules, même fines. Les tranchées piègent ainsi une grande partie des polluants.

Dans le cas où l'eau est introduite par la surface, il faut veiller à ne pas altérer la capacité d'infiltration du revêtement de surface (éviter les dépôts de terre, de feuilles mortes, etc., susceptibles de le colmater).

La pente de la tranchée doit être comprise entre 1 et 3% au maximum pour utiliser au mieux le volume de stockage disponible.

Als de helling groter is, moet worden gezorgd voor een afscheiding, wat de realisatie bemoeilijkt.



Figuur F12-9: Afscheiding van een drainagesleuf

Elke afscheiding moet uitgerust zijn met een debietregeling.

In het geval van afvoer door alleen gereguleerde lekstroom met natuurlijke infiltratie, wordt elke sectie afgescheiden om efficiënte opslag en infiltratie mogelijk te maken en wordt dus slechts één overstort voorzien.

12.2.1.3.1 Onder volle grond restituerend met gecontroleerde doorstroming

Indien aangebracht onder een oppervlak in volle grond, worden de sleuven bij voorkeur beplant om ze te integreren in de groenvoorziening. De groene zone kan worden beplant met soorten die geen al te groot wortelstelsel hebben, maar niet de drainagesleuf, die wordt omgeven door een geotextiel om de toevoeging van fijne deeltjes te voorkomen.

Indien ze langs een weg zijn gelegen, kunnen ze lateraal worden gevoed door rechtstreekse afvloeiing via hun oppervlak.

Als ze in contact staan met een ondoordringbaar oppervlak dat ze aan een uiteinde draineren, verdient het de voorkeur om ze te voorzien van een afvoer om de waterverdeling in het bouwwerk te vergemakkelijken.

Als ze verder af zijn gelegen van een ondoordringbaar oppervlak, verdient het de voorkeur om een bouwwerk aan de oppervlakte (wadi of goot) of ondergronds te voorzien om ze te voeden.

In het geval van een restitutie met gecontroleerde doorstroming naar een ander bouwwerk of een externe afvoer, moet de sleuf die instaat voor de opslag onderaan het afvoerende uiteinde zijn voorzien van een inrichting om het debiet op een gecontroleerde vaste waarde te regelen, onafhankelijk van het vulniveau. Om het onderhoud en de controle te vergemakkelijken is het aangewezen om deze inrichting te plaatsen in een inspectieput.

Si la pente est plus forte il devient nécessaire de la cloisonner ce qui complique la réalisation.

Figure F12-10 : Cloisonnement de la tranchée drainante

Chaque cloison doit être équipée d'un système de régulation du débit.

Dans le cas d'une vidange par débit de fuite régulé uniquement avec infiltration naturelle, chaque tronçon est cloisonné afin de permettre un stockage et une infiltration efficace et donc qu'une surverse n'est prévue.

12.2.1.3.1. Sous pleine terre restituant à débit contrôlé

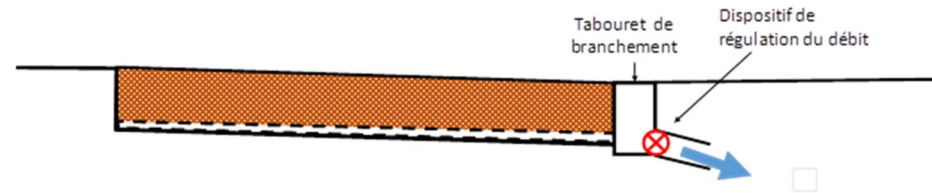
Lorsqu'elles sont implantées sous une surface de pleine terre les tranchées sont de préférence végétalisées pour s'intégrer dans l'espace vert. L'espace vert pourra être végétalisé d'espèces ne possédant pas un système racinaire trop important, mais pas la tranchée drainante qui est entourée d'un géotextile pour éviter l'apport de fines.

Si elles sont situées en bordure de voirie elles peuvent être alimentées latéralement par ruissellement direct à travers leur surface.

Si elles sont en contact avec des surfaces imperméables qu'elles drainent par une extrémité, il est préférable de les doter d'un drain pour faciliter la répartition de l'eau dans l'ouvrage.

Si elles sont éloignées des surfaces imperméables, il est préférable d'utiliser un ouvrage de surface (noue, caniveau) ou souterrain pour les alimenter.

Dans le cas d'une restitution à débit contrôlé vers un autre ouvrage ou vers un exutoire extérieur, la tranchée stockante doit être munie à la partie basse de son extrémité aval d'un dispositif permettant de réguler le débit à une valeur contrôlée fixe indépendante du niveau de remplissage. Il est conseillé d'installer ce dispositif dans un tabouret de branchement pour faciliter son contrôle et son entretien.



Inspectieput	Tabouret de branchement
Debietregelaar	Dispositif de régulation du débit

Figuur F12-11: Gecontroleerde doorstroming van drainagesleuf

In het geval water via de oppervlakte wordt aangevoerd, moet erop worden gelet dat het infiltratievermogen van de oppervlaktedekking niet wordt gewijzigd (door grondafzetting, dode bladeren, enz., die kunnen zorgen voor verstopping).

De helling van de sleuf moet 1 tot maximaal 3 % zijn om het beschikbare opslagvolume zo optimaal mogelijk te benutten. Als de helling groter is, moet worden gezorgd voor een afscheiding, wat de realisatie bemoeilijkt.

12.2.1.3.2 Onder volle grond resituerend door infiltratie

In dit geval gebeurt de restitutie hoofdzakelijk door infiltratie langs de laterale wanden en eventueel bijkomend door overloop met gecontroleerd debiet naar een volgend bouwwerk of een externe afvoer.

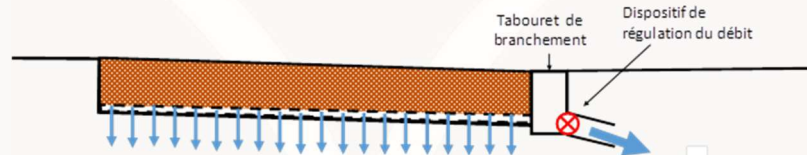
Figure F12-12 : Débit contrôlé d'une tranchée drainante

Dans le cas où l'eau est introduite par la surface, il faut veiller à ne pas altérer la capacité d'infiltration du revêtement de surface (éviter les dépôts de terre, de feuilles mortes, etc., susceptibles de le colmater).

La pente de la tranchée doit être comprise entre 1 et 3% au maximum pour utiliser au mieux le volume de stockage disponible. Si la pente est plus forte il devient nécessaire de la cloisonner ce qui complique la réalisation.

12.2.1.3.2. Sous pleine terre restituant par infiltration

Dans ce cas, la restitution de l'eau se fait principalement par infiltration à travers les parois latérales et éventuellement de façon complémentaire par une vidange à débit contrôlé vers un ouvrage aval ou vers un exutoire extérieur.



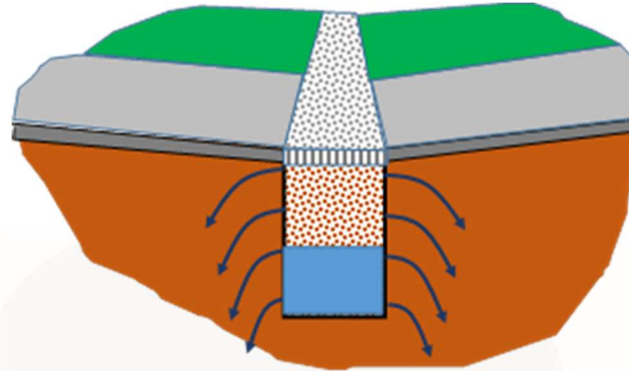
Inspectieput	Tabouret de branchement
Debietregelaar	Dispositif de régulation du débit

Figuur F12-13: Infiltratie langs de laterale wanden van drainagesleuf

Voor de berekening wordt uitgegaan van een dichtgemaakte sleufbodem en dat de infiltratie alleen gebeurt via de laterale wanden.

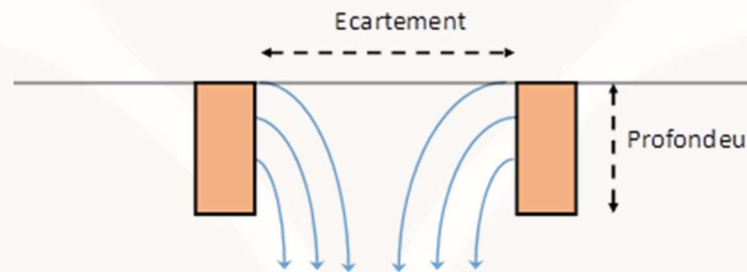
Figure F12-14 : Infiltration à travers les parois latérales d'une tranchée drainante

Pour les calculs, on considère que le fond de la tranchée est colmaté et que l'infiltration ne se fait que par les parois latérales.



Figuur F12-15: Bodem van een drainagesleuf onder volle grond restituerende door infiltratie
Wanneer meerdere parallelle sleuven worden gemaakt, is het dus nodig om een minimale ruimte te voorzien tussen de sleuven om te vermijden dat de bodem verzadigd raakt. Deze tussenruimte moet ongeveer twee keer de diepte van de sleuf zijn.

Figure F12-16 : Fond d'une tranchée drainante sous pleine terre restituant par infiltration
Il est donc nécessaire si on implante plusieurs tranchées en parallèle de prévoir un espacement minimum entre ces tranchées de façon à ne pas saturer le sol. Cet écartement doit être d'environ deux fois la profondeur de la tranchée.



Tussenruimte	Ecartement
Diepte	Profondeur

Figuur F12-17 : Benodigde ruimte bij meerdere parallelle drainerende sleuven

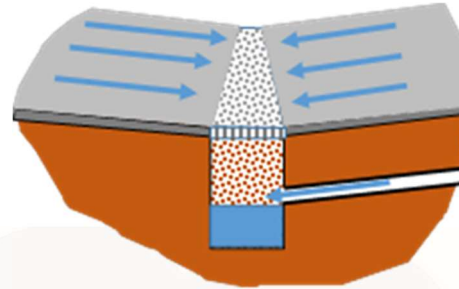
12.2.1.3.3 Onder bewerkte ruimte restituerend door infiltratie

Wanneer geplaatst onder een bewerkt oppervlak, bijvoorbeeld een parking, kunnen de sleuven worden gebruikt om de ruimte te structureren (bijvoorbeeld als afbakening van een parkeerplaats). In dat geval kan de bovenliggende groene zone worden beplant. Het verdient de voorkeur om de hellingen zo in te richten dat het water lateraal en over de volledige lengte van de sleuf wordt aangevoerd om de verdeling in het bouwwerk te vergemakkelijken.

Figure F12-18 : Ecartement nécessaire entre plusieurs tranchées drainantes

12.2.1.3.3. Sous espace aménagé restituant par infiltration

Lorsqu'elles sont implantées sous une surface aménagée, par exemple un parking, les tranchées peuvent être utilisées pour structurer l'espace (par exemple limiter les places de stationnement). Dans ce cas, l'espace vert sus jacent pourra être végétalisé. Il est préférable d'aménager les pentes de façon à amener l'eau latéralement à la tranchée et sur toute sa longueur pour faciliter sa répartition dans l'ouvrage.



Figuur F12-19: Onder bewerkte ruimte drainagesleuf restituerend door infiltratie

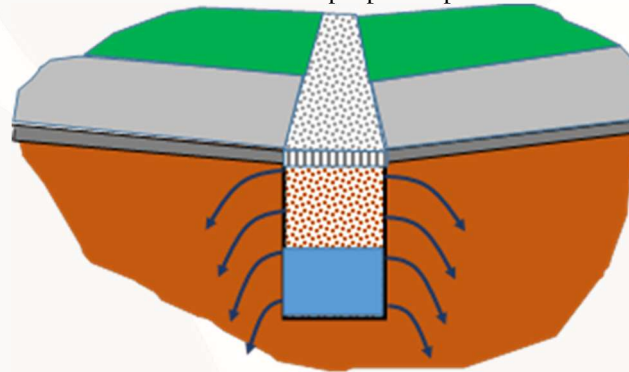
De restitutie gebeurt hoofdzakelijk door infiltratie langs de laterale wanden en eventueel bijkomend door overloop met gecontroleerd debiet naar een volgend bouwwerk of een externe afvoer, zie figuur F12-14.

Voor de berekening wordt uitgegaan van een dichtgemaakte sleufbodem en dat de infiltratie alleen gebeurt via de laterale wanden.

Figure F12-20 : Tranchée drainante sous espace aménagé restituant par infiltration

La restitution de l'eau se fait principalement par infiltration à travers les parois latérales et éventuellement de façon complémentaire par une vidange à débit contrôlé vers un ouvrage aval ou vers un exutoire extérieur, cfr figure F12-14.

Pour les calculs, on considère que le fond de la tranchée est colmaté et que l'infiltration ne se fait que par les parois latérales.



Figuur F12-215: Bodem van een drainagesleuf restituerend door infiltratie

Bij meerdere parallelle sleuven : zie figuur F12-13.

12.2.1.3.4 Onder volle grond en bewerkte ruimte restituerend door infiltratie

De inplanting van een sleuf deels onder een bewerkte ruimte en deels onder een ruimte in volle grond laat toe om de volledig beschikbare ruimte buiten het gebouw te gebruiken. Het uitzicht en de aanvoersmodaliteiten zijn afhankelijk van de te voorziene inrichting.

In dit geval gebeurt de restitutie hoofdzakelijk door infiltratie langs de laterale wanden en eventueel bijkomend door overloop met gecontroleerd debiet naar een volgen bouwwerk of een externe afvoer : zie figuur F12-11.

Figure F12-15 : Fond d'une tranchée drainante restituant par infiltration

En cas de plusieurs tranchées en parallèle : cfr figure F12-13.

12.2.1.3.4. Sous pleine terre et espace aménagé restituant par infiltration

Planter une tranchée en partie sous un espace aménagé et en partie sous un espace de pleine terre permet d'utiliser la totalité de l'espace disponible hors bâtiment. L'aspect et les modalités d'alimentation dépendent de l'aménagement à réaliser.

Dans ce cas, la restitution de l'eau se fait principalement par infiltration à travers les parois latérales et éventuellement de façon complémentaire par une vidange à débit contrôlé vers un ouvrage aval ou vers un exutoire extérieur : cfr figure F12-11.

Voor de berekening wordt uitgegaan van een dichtgemaakte sleufbodem en dat de infiltratie alleen gebeurt via de laterale wanden : zie figuur F12-15.

Bij meerdere parallelle sleuven : zie figuur F12-13.

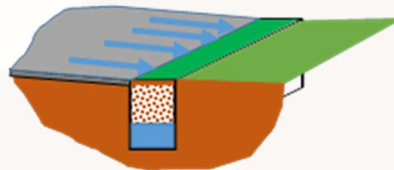
12.2.1.3.5 Onder volle grond restituerend met dubbele overloop

Indien aangebracht onder een oppervlak in volle grond worden de sleuven bij voorkeur beplant om ze te integreren in de groenvoorziening.

Indien ze langs een weg zijn gelegen, kunnen ze lateraal worden gevoed door rechtstreekse afvloeiing via hun oppervlak.

Als ze in contact staan met een ondoordringbaar oppervlak dat ze aan een uiteinde draineren, verdient het de voorkeur om ze te voorzien van een afvoer om de waterverdeling in het bouwwerk te vergemakkelijken.

Als ze verder af zijn gelegen van een ondoordringbaar oppervlak, verdient het de voorkeur om een bouwwerk aan de oppervlakte (wadi of goot) of ondergronds te voorzien om ze te voeden.



Figuur F12-16: Drainagesleuf onder volle grond met dubbele overloop

Een bouwwerk met dubbele overloop wordt gekenmerkt door het feit dat het in staat is om de totaliteit van het water geproduceerd door zwakke tot gemiddelde regenval te infiltreren. Het is eveneens voorzien van een overloop die toelaat om het water onder gecontroleerd debiet af te voeren naar een afvoer aan de oppervlakte of naar een ander volgend bouwwerk als het peil in het bouwwerk een bepaalde drempel overschrijdt. Deze lozingswijze wordt gebruikt wanneer er een verplichting is om het volume geproduceerd door de eerste millimeter regen te infiltreren, gekoppeld aan een maximaal lozingsdebiet.

Pour les calculs, on considère que le fond de la tranchée est colmaté et que l'infiltration ne se fait que par les parois latérales : cfr figure F12-15.

En cas de plusieurs tranchées en parallèle : cfr figure F12-13.

12.2.1.3.5. Sous pleine terre restituant à double vidange

Lorsqu'elles sont implantées sous une surface de pleine terre les tranchées sont de préférence végétalisées pour s'intégrer dans l'espace vert.

Si elles sont situées en bordure de voirie elles peuvent être alimentées latéralement par ruissellement direct à travers leur surface.

Si elles sont en contact avec des surfaces imperméables qu'elles drainent par une extrémité, il est préférable de les doter d'un drain pour faciliter la répartition de l'eau dans l'ouvrage.

Si elles sont éloignées des surfaces imperméables, il est préférable d'utiliser un ouvrage de surface (noue, caniveau) ou souterrain pour les alimenter.

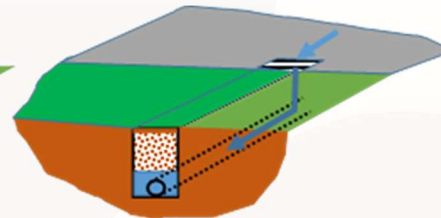
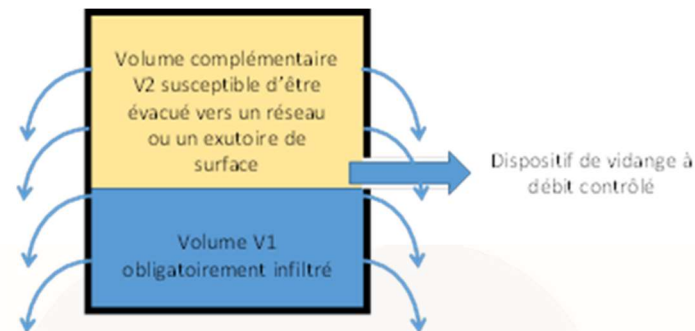


Figure F12-16 : Tranchée drainante sous pleine terre à double vidange

Un ouvrage à double vidange est caractérisé par le fait qu'il est capable d'infiltrer la totalité de l'eau produite par des pluies faibles à moyennes. Il est également muni d'un trop plein permettant d'évacuer l'eau avec un débit régulé vers un exutoire de surface, vers un réseau ou vers un autre ouvrage en aval lorsque le niveau dans l'ouvrage dépasse un certain seuil. Ce mode de rejet est utilisé lorsqu'il y a une obligation à infiltrer le volume produit par les premiers millimètres de pluie associée à un débit maximum de rejet.



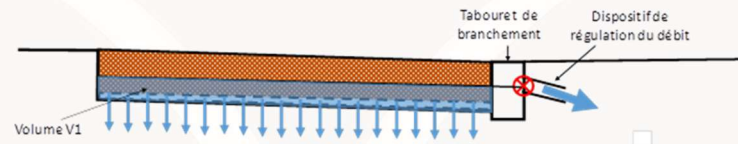
Extra volume V2 dat moet worden afgevoerd naar een netwerk of een afvoer aan de oppervlakte	Volume complémentaire V2 susceptible d'être évacué vers un réseau ou un exutoire de surface
Volume V1 verplicht te infiltreren	Volume V1 obligatoirement infiltré
Overloopinrichting met gecontroleerd debiet	Dispositif de vidage à débit contrôlé

Figuur F12-17: Volumes voor drainagesleuf met dubbele overloop

In het geval van een sleuf wordt het volume V1 bepaald door de hoogte waarop de debietcontrole-inrichting wordt geplaatst aan de uitloop van de sleuf.

Figure F12-17 : Volumes pour tranchée drainante à double vidange

Dans le cas d'une tranchée, le volume V1 est déterminé par la hauteur à laquelle on installe le dispositif de contrôle du débit à l'aval de la tranchée.



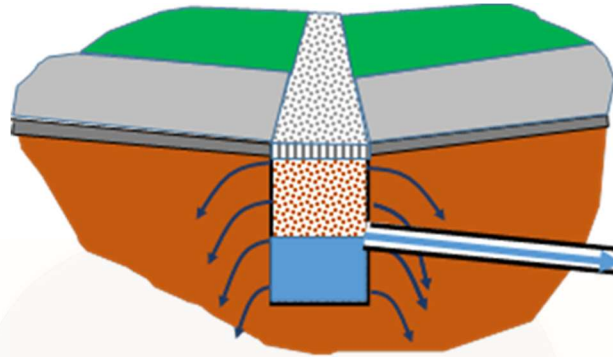
Inspectieput	Tabouret de branchement
Debietregelaar	Dispositif de régulation du débit

Figuur F12-18: Volume V1 voor drainagesleuf met dubbele overloop

Voor de berekening wordt uitgegaan van een dichtgemaakte sleufbodem en dat de infiltratie alleen gebeurt via de laterale wanden.

Figure F12-18 : Volume V1 pour tranchée drainante à double vidange

Pour les calculs, on considère que le fond de la tranchée est colmaté et que l'infiltration ne se fait que par les parois latérales.



Figuur F12-19 : Bodem voor drainagesysteem met dubbele overloop

Bij meerdere parallelle sleuven : zie figuur F12-13.

12.2.1.3.6 Onder bewerkte ruimte restituerend met dubbele overloop

Wanneer geplaatst onder een bewerkt oppervlak : zie figuren F12-14 en F12-17.

Het volume V1 wordt bepaald door de hoogte waarop de debietcontrole-inrichting wordt geplaatst aan de uitloop van de sleuf, zie figuur F12-18.

Voor de berekening wordt uitgegaan van een dichtgemaakte sleufbodem en dat de infiltratie alleen gebeurt via de laterale wanden : zie figuur F12-19.

Bij meerdere parallelle sleuven : zie figuur F12-13.

12.2.1.4 Samengestelde sleuf

Een samengestelde sleuf is een lijnvormig bouwwerk bestaande uit twee, boven elkaar liggende elementen:

een sleuf gegraven in de bodem waarvan het dwarsprofiel rechthoekig is, met daarboven een wadi of een gracht die veel breder is en ondiep.

Figure 12-19 : Fond pour tranchée drainante à double vidange

En cas de plusieurs tranchées en parallèle : cfr figure F12-13.

12.2.1.3.6. Sous espace aménagé restituant à double vidange

Lorsqu'elles sont implantées sous une surface aménagée : cfr figures F12-14 et F12-17.

Le volume V1 est déterminé par la hauteur à laquelle on installe le dispositif de contrôle du débit à l'aval de la tranchée, cfr figure F12-18.

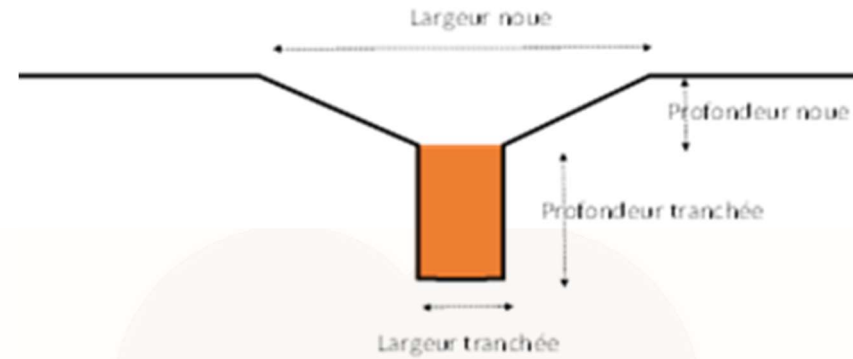
Pour les calculs, on considère que le fond de la tranchée est colmaté et que l'infiltration ne se fait que par les parois latérales : cfr figure F12-19.

En cas de plusieurs tranchées en parallèle : cfr figure F13-12.

12.2.1.4. Tranchée composée

Une tranchée composée est un ouvrage linéaire constitué de deux éléments superposés :

une tranchée, creusée dans le sol et dont le profil en travers est de forme rectangulaire, surmontée d'une noue ou d'un fossé de largeur beaucoup plus grande et de profondeur faible.



Breedte wadi	Largeur noe
Diepte wadi	Profondeur noe
Diepte sleuf	Profondeur tranchée
Breedte sleuf	Largeur tranchée

Figuur F12-20: Samengestelde sleuf

De sleuf heeft een breedte tussen 30 centimeter en 2 meter (gewoonlijke afmetingen 80 centimeter tot 1 meter) en een diepte tussen 50 cm en maximaal 2 meter. Deze is verplicht op te vullen met korrelvormige materialen (porositeit tussen 0,25 en 0,50) of lichtgewicht honingraatstructuur (porositeit tussen 0,9 en 1). Het kan nuttig zijn de sleuf op de bodem te voorzien van een afvoer om te zorgen voor een betere waterverdeling in de sleuf en om deze op het einde gemakkelijker te kunnen leegmaken.

De wadi heeft een breedte van minder dan 8 meter en een diepte tussen 20 cm en 1 m. De helling van de taluds van de wadi is eveneens beperkt (meestal wordt geadviseerd om de verhouding breedte wadi / diepte wadi > 6 aan te houden).

Het dwarsprofiel van de wadi is van invloed op de K'-waarde die het volume van de wadi koppelt aan zijn oppervlakte:

Volum $e = K' \times \text{ lengte} \times \text{ breedte wadi} \times \text{ diepte wadi}$.

Figuur F12-21 illustreert de K'-waarde voor verschillende wadidwarsprofielen.

Figure F12-20 : Tranchée composée

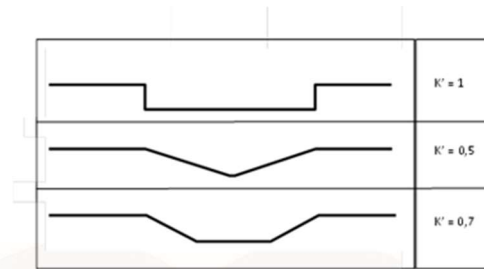
La tranchée a une largeur comprise entre 30 centimètres et 2 mètres (valeurs habituelles 80 cm à 1 m) et une profondeur comprise entre 50 cm et 2 m au maximum. Elle est obligatoirement remplie de matériaux granulaires (porosité entre 0.25 et 0.5) ou d'une structure alvéolaire ultralégère (porosité entre 0.9 et 1). Il peut être utile d'équiper la tranchée d'un drain en fond de fouille pour permettre à la fois une meilleure répartition de l'eau dans la tranchée et une meilleure vidange en fin d'évènement.

La noe a une largeur inférieure à 8 mètres et une profondeur comprise entre 20 cm et 1 m. La pente des talus de la noe doit également être limitée (en général on conseille de vérifier la condition largeur noe / profondeur noe > 6).

Le profil en travers de la noe influence le terme K' qui permet de relier le volume de la noe à sa surface :

Volume = $K' \times \text{longueur} \times \text{largeur noe} \times \text{profondeur noe}$.

Figure F12-21 illustre la valeur de K' pour différents profils en travers de noe :



Figuur F12-2122: K'-waardes voor wadi bij samengestelde sleuf

Een samengestelde sleuf mag alleen worden aangebracht op een oppervlakte in volle grond. Om deze reden is het ook weinig interessant om dit type bouwwerk te gebruiken zonder de infiltratiecapaciteit van de bodem te mobiliseren.

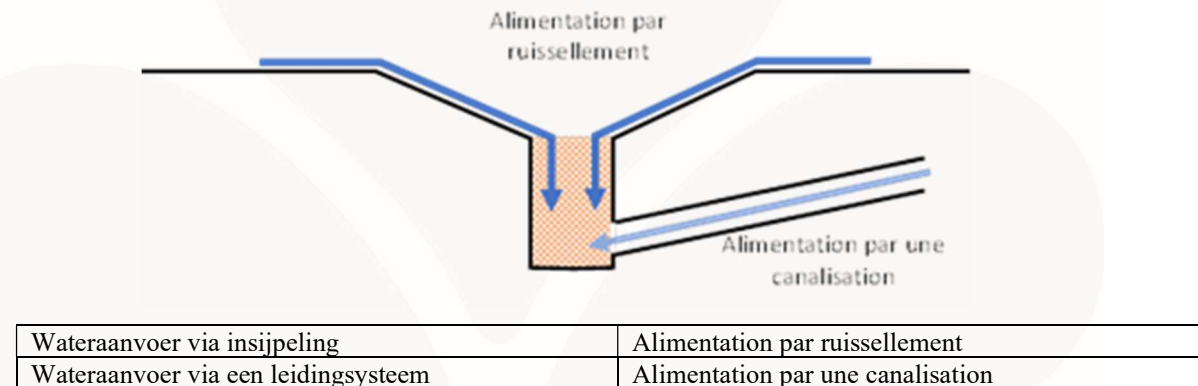
De wadi wordt beplant (meestal met gazon, maar het is ook mogelijk om te werken met struiken).

Figure F12-21 : Valeurs K' pour noue d'une tranchée composée

Une tranchée composée ne peut être installée que sur une surface de pleine terre.

Pour cette raison il est généralement peu intéressant d'utiliser ce type d'ouvrage sans mobiliser la capacité d'infiltration du sol.

La noue est végétalisée (en général une pelouse, mais il est également possible d'utiliser une végétation arbustive).



Figuur F12-22: Wateraanvoer samengestelde sleuf

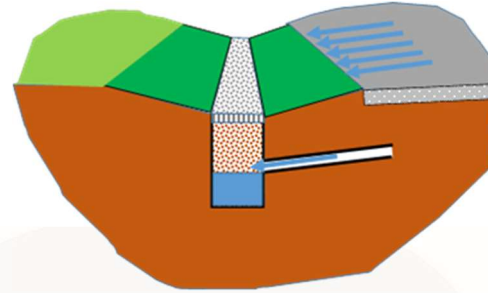
Water kan worden aangevoerd via de oppervlakte (indien de oppervlaktebedekking van de sleuf waterdoorlatend is) of rechtstreeks in de sleuf worden aangebracht via een leidingsysteem. In dat geval doet de wadi bij overvloedige regen dienst als expansievat.

Als het water via de oppervlakte wordt aangevoerd, moet het bouwwerk worden geplaatst langs het oppervlak waarvan men het water wenst op te vangen (deze oplossing is erg goed geschikt voor wegen, fiets- of voetpaden).

Figure F12-22 : Alimentation eau pour une tranchée composée

L'eau peut être apportée par la surface (si le revêtement de surface de la tranchée est perméable) ou introduite par une canalisation directement dans la tranchée. Dans ce cas la noue sert de vase d'expansion en cas de pluie plus forte.

Si l'eau est apportée par la surface, il faut positionner l'ouvrage le long de la surface dont on souhaite recueillir l'eau (Cette solution convient bien pour les voiries, les pistes cyclables ou les cheminements piétonniers).



Figuur F12-23: Wateraanvoer via oppervlakte bij samengestelde sleuf

Het volume van de sleuf moet zo worden gekozen dat de wadi niet te vaak wordt gemobiliseerd voor wateropslag. De sleuf zodanig te dimensioneren dat deze tussen de 10 en 20 millimeter water kan opslaan, laat toe om de aanwezigheid van water in de wadi te beperken tot periodes met zwaardere regenval.

12.2.1.4.1 In volle grond restituerend met gecontroleerde doorstroming

In dit geval loopt het bouwwerk hoofdzakelijk over via een inrichting met gecontroleerde doorstroming op de bodem van de sleuf.

Ongeacht of er een afvoer is voorzien, moet de sleuf aan de uitloop zijn voorzien van een inrichting om het debiet te regelen op een gecontroleerde vaste waarde, onafhankelijk van het vulniveau. Om het onderhoud en de controle te vergemakkelijken verdient het de voorkeur om deze inrichting te plaatsen in een inspectieput.

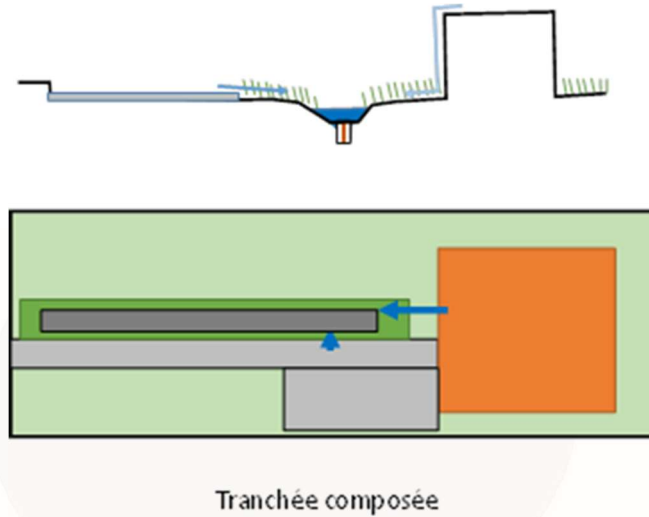
Figure F12-23 : Alimentation d'eau par la surface pour une tranchée composée

Le volume de la tranchée doit être choisi de façon à éviter une mobilisation trop fréquente de la noue pour le stockage. Dimensionner la tranchée pour qu'elle puisse stocker entre 10 et 20 millimètres d'eau permet de limiter la présence d'eau dans la noue aux événements pluvieux les plus forts.

12.2.1.4.1. Sur pleine terre restituant à débit contrôlé

Dans ce cas l'ouvrage se vidange principalement par un dispositif à débit contrôlé situé au fond de la tranchée.

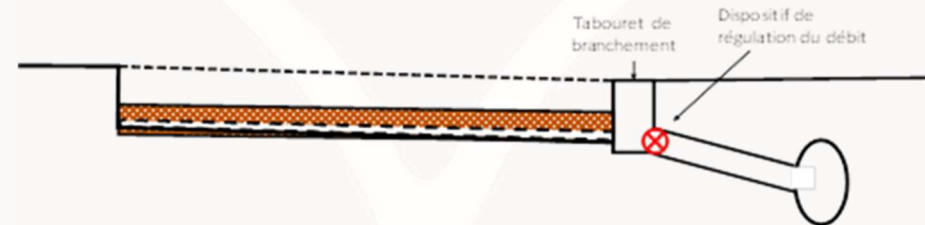
Qu'il y ait ou non un drain, la tranchée doit être munie à son extrémité aval d'un dispositif permettant de réguler le débit à une valeur contrôlée fixe indépendante du niveau de remplissage. Il est préférable d'installer ce dispositif dans un tabouret de visite pour faciliter son contrôle et son entretien.



Samengestelde sleuf	Tranchée composée
---------------------	-------------------

Figuur F12-24: Samengestelde sleuf met gecontroleerde doorstroming

Figure F12-24 : Tranchée composée à débit contrôlé



Inspectieput	Tabouret de branchement
Debietregelaar	Dispositif de régulation du débit

Figuur F12-25: Debietregeling bij samengestelde sleuf met gecontroleerde doorstroming

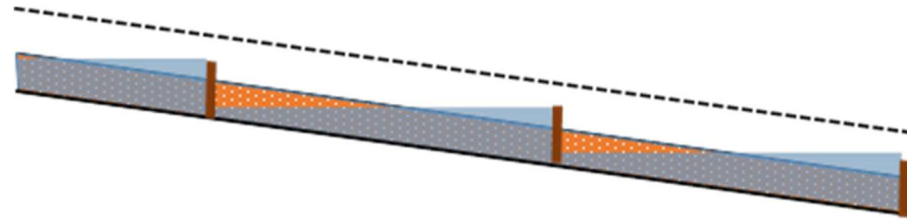
De langshelling van de sleuf moet 1 tot maximaal 3 % zijn om het beschikbare opslagvolume zo optimaal mogelijk te benutten. Als de helling groter is moet worden gezorgd voor een afscheiding, wat de realisatie bemoeilijkt.

In dat geval is het noodzakelijk van elk deel apart te regelen.

Figure F12-25 : Régulation du débit d'une tranchée composée à débit contrôlé

La pente longitudinale de l'ouvrage doit être comprise entre 1 et 3% au maximum pour utiliser au mieux le volume de stockage disponible. Si la pente est plus forte il devient nécessaire de la cloisonner ce qui complique la réalisation.

Dans ce cas il est nécessaire de réguler chaque tronçon



Figuur F12-26: Afscheiding bij samengestelde sleuf met gecontroleerde doorstroming

De belangrijkste beperking is dat het laagste punt aan de uitloop hoger moet liggen dan het overlooppunt, ongeacht of het gaat om een volgend bouwwerk of een externe afvoer.

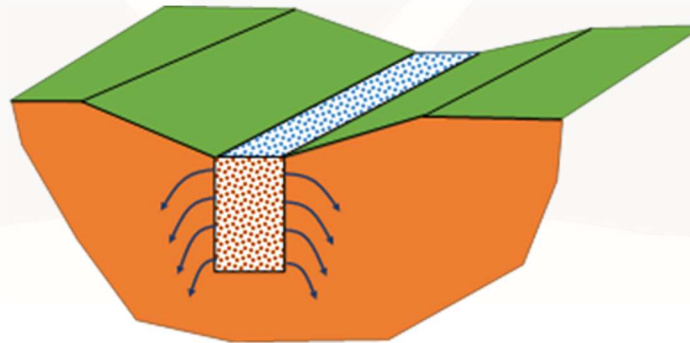
Het is raadzaam om een inspectieput te voorzien aan de uitloop van de sleuf om de controle en het onderhoud van de debietregelaar te vergemakkelijken.

In het geval water via de oppervlakte wordt aangevoerd, moet erop worden gelet dat het infiltratievermogen van de bedekking niet wordt gewijzigd (door grondafzetting, dode bladeren, enz., die kunnen zorgen voor verstopping).

12.2.1.4.2 In volle grond restituerend door infiltratie

In dit geval gebeurt de restitutie van het water hoofdzakelijk door infiltratie langs de laterale wanden van de sleuf en eventueel bijkomend door overloop met gecontroleerd debiet naar een volgend bouwwerk of een externe afvoer, zie figuur F12-11.

Voor de berekening wordt uitgegaan van een dichtgemaakte sleufbodem en dat de infiltratie alleen gebeurt via de laterale wanden.



Figuur F12-27: Bodem samengestelde sleuf met infiltratie

Wanneer meerdere parallelle sleuven worden gemaakt, is het dus nodig om een minimale ruimte te voorzien tussen de sleuven om te vermijden dat de bodem verzadigd raakt. Deze tussenruimte die ongeveer twee keer de diepte moet zijn van de sleuf, wordt meestal opgelegd door de aanwezigheid van deze wadi's.

Figure F12-65 : Cloisonnement d'une tranchée composée à débit contrôlé

La contrainte principale est que le point le plus bas à l'extrémité aval doit être à une altitude supérieure à celle du point de rejet, que ce soit un ouvrage aval ou un exutoire extérieur.

Il est conseillé d'installer un tabouret de visite au point aval de la tranchée de façon à faciliter le contrôle et l'entretien du dispositif de régulation du débit.

Dans le cas où l'eau est introduite par la surface, il faut veiller à ne pas altérer la capacité d'infiltration du revêtement (éviter les dépôts de terre, de feuilles mortes, etc., susceptibles de le colmater).

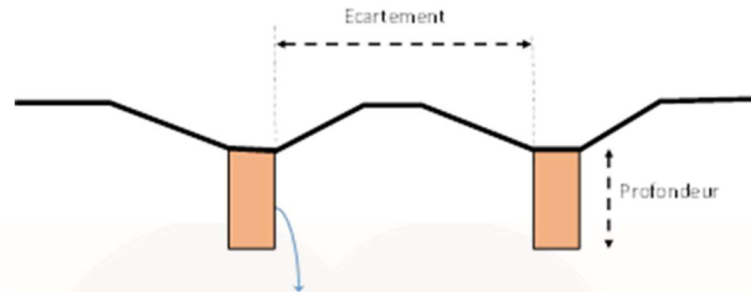
12.2.1.4.2. Sur pleine terre restituant par infiltration

Dans ce cas, la restitution de l'eau se fait principalement par infiltration à travers les parois latérales de la tranchée et éventuellement de façon complémentaire par une vidange à débit contrôlé vers un ouvrage aval ou vers un exutoire extérieur, zie figuur F12-11.

Pour les calculs, on considère que le fond de la tranchée est colmaté et que l'infiltration ne se fait que par les parois latérales.

Figure F12-27 : Fond d'une tranchée composée avec infiltration

Il est donc nécessaire si on implante plusieurs tranchées en parallèle de prévoir un espacement minimum entre ces tranchées de façon à ne pas saturer le sol. Cet écartement qui doit être d'environ deux fois la profondeur de la tranchée est généralement imposé par la simple présence des noues.



Tussenruimte	Ecartement
Diepte	Profondeur

Figuur F12-28: Tussenruimtes voor samengestelde sleuven met infiltratie

12.2.1.4.3 In volle grond restituerend met dubbele overloop

In het geval van een samengestelde sleuf met dubbele overloop: zie figuur F12-17.

De sleuf wordt gebruikt om het Volume V1 op te slaan en de wadi om het volume V2 op te slaan.

De overloopinrichting met gecontroleerd debiet bevindt zich dus bovenaan de sleuf (op de bodem van de wadi). Het water komt maar in de wadi bij een hogere regenval dan deze in die zijn totaliteit moet worden opgevangen door infiltratie.

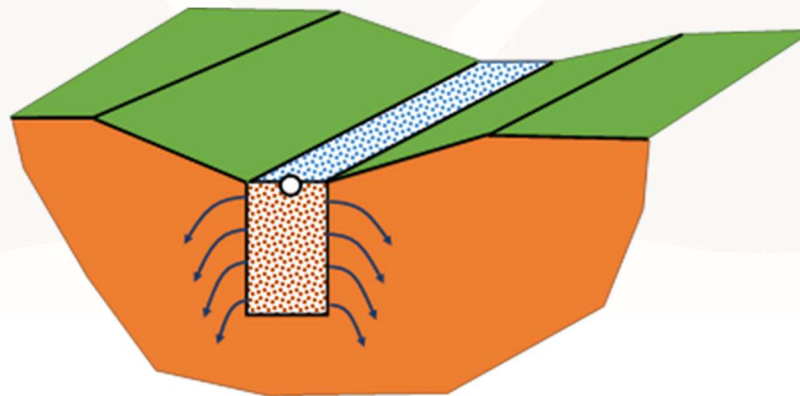
Figure F12-28 : Espacement pour tranchées composées avec infiltration

12.2.1.4.3. Sur pleine terre restituant à double vidange

Dans le cas d'une tranchée composée à double vidange : cfr figure F12-17.

La tranchée est utilisée pour stocker le volume V1, la noue pour stocker le volume V2.

Le dispositif de vidange à débit régulé est donc situé en haut de la tranchée (i.e. au fond de la noue). L'eau ne vient occuper la noue que si la pluie est plus forte que celle devant obligatoirement être infiltrée en totalité.



Figuur F12-29: Samengestelde sleuf met dubbele overloop

De sleuf loopt leeg via infiltratie van het water in de bodem. Voor de berekening wordt uitgegaan van een dichtgemaakte sleufbodem en dat de infiltratie alleen gebeurt via de laterale wanden.

Figure F12-29 : Tranchée composée à double vidange

La tranchée se vide par infiltration de l'eau dans le sol. Pour les calculs, on considère que le fond de la tranchée est colmaté et que l'infiltration ne se fait que par les parois latérales.

De wadi loopt hoofdzakelijk leeg via gecontroleerd debiet en er wordt geen rekening gehouden met de infiltratie via het horizontale oppervlak van de wadi. Er wordt echter aangenomen dat dit oppervlak zelfdrainerend is (de regen die valt op dit oppervlak infiltreert rechtstreeks in de bodem zonder via de sleuf te gaan).

De uitloop van de sleuf is voorzien van een inrichting om het debiet te regelen: zie figuur F12-25.

12.2.2. Technische bepalingen

12.2.2.1 Materialen

Geomembraan volgens II.2.42

Grond-steenmengsel volgens 2.74

Anti-wortelscherm volgens II.2.60

12.2.3. Uitvoering

12.2.3.1 Voorbereidende werken

De aannemer zorgt ervoor dat er voldoende beschermende maatregelen worden genomen opdat de activiteiten op de bouwplaats de GBRW-voorzieningen niet beschadigen of hun prestaties tijdens de operationele fase in gevaar brengen.

In dit opzicht zal de GBRW-studie:

- herinneren aan de kenmerken van de site waar de werkzaamheden worden uitgevoerd, die van invloed kunnen zijn op de uitvoering van de constructies (aanwezigheid van een afvloeiingsas, een overstromingsgebied...);
- de voorwaarden specificeren voor eventuele co-activiteiten met andere bouwplaatsen die de werking van de constructies vóór de oplevering zouden kunnen verstoren (naburige bouwplaatsen die cementmelk kunnen lozen of overlast kunnen veroorzaken, illegaal parkeren op de constructies ...);
- de geplande maatregelen beschrijven om de constructies te beschermen tegen deze storingen en om opleveringsverrichtingen te kunnen uitvoeren op constructies die in goede staat verkeren;
- de voorziene maatregelen beschrijven die ervoor zorgen dat de machines die over het terrein van de bouwplaats rijden, de uitgravingen van de killen, de holle groene ruimten en de sleuven tijdens de werken niet destabiliseren.

Wanneer regenwater wordt gerestitueerd door infiltratie in de grond of ondergrond, dient de aannemer ervoor te zorgen dat de betreffende oppervlakken tijdens de werkzaamheden worden beschermd, ongeacht of deze zich aan de zijanten of onderaan de constructie bevinden. Er moet ook worden nagedacht over bescherming tegen het risico van verstopping door wildparkeren op de structuren in geval van co-activiteit met andere bouwplaatsen.

12.2.3.2 Kenmerken van de uitvoering

12.2.3.2.1 Grondwerken

La noue se vide principalement à débit régulé et on ne tient pas compte de l'infiltration au travers la surface horizontale de la noue. On considère cependant que cette surface est auto-drainante (la pluie précipitée sur cette surface s'infiltre directement dans le sol sans passer par la tranchée).

L'extrémité aval est pourvu d'un dispositif permettant de réguler le débit : cfr figure F12-25.

12.2.2. Clauses techniques

12.2.2.1. Matériaux

Geomembrane selon II.2.42

Mélange terre- pierre selon 2.74

Ecran anti-racines selon II.2.60

12.2.3. Mise en œuvre

12.2.3.1. Travaux de préparation

L'entreprise s'assure que des mesures de protection suffisantes sont mises en œuvre afin que l'activité du chantier n'endommage pas les ouvrages GIEP et ne compromette leurs performances en phase d'exploitation.

A ce titre, l'étude GIEP :

- rappelle les caractéristiques du site de réalisation des travaux pouvant avoir des conséquences sur la mise en œuvre des ouvrages (présence d'un axe de ruissellement, d'une zone inondable...);
- précise les conditions de co-activités éventuelles avec d'autres chantiers qui pourraient venir perturber le fonctionnement des ouvrages avant leur réception (chantier de construction voisin pouvant rejeter des laitances ou créer des nuisances, stationnements sauvages sur les ouvrages...);
- décrit les mesures prévues afin de protéger les ouvrages de ces dysfonctionnements et de pouvoir réaliser les opérations de réception sur des ouvrages en bon état de fonctionnement;
- décrit les mesures prévues afin que les engins circulant sur le chantier ne destabilisent pas les excavations des noues, espaces vert creux et tranchées durant les travaux.

Lorsque la restitution des eaux pluviales se fait par infiltration sur le sol ou dans le sous-sol, l'entrepreneur assure la protection des surfaces concernées pendant le chantier, qu'elles soient latérales ou en fond d'ouvrage. Une protection contre les risques de colmatage liés aux stationnements sauvages sur les ouvrages doit également être envisagée en cas de co-activité avec d'autres chantiers.

12.2.3.2. Caractéristiques d'exécution

12.2.3.2.1. Terrassement

De grondwerken worden uitgevoerd conform hfdst II.4

De helling en het profiel van de wadi's of de holle groene ruimten houden rekening met de kenmerken van de materialen om een goede stabiliteit te waarborgen.

De wanden van de sleuf moeten doorlatend zijn om laterale infiltratie mogelijk te maken als de bodem van de geul verstopt raakt.

Er wordt nauwlettend toegezien dat de grond op de plaats van de wadi's niet wordt verdicht, waardoor de structuur verstopt zou kunnen raken (aandacht voor de fasering van de werkzaamheden en veranderingen in de omgeving).

De wadi's worden beschermd tegen afspoeling van het terrein (slib, kalk), waardoor ze kunnen dichtslibben alsook tegen wildparkeren.

Tijdens de constructie wordt bijzondere aandacht besteed aan de hoogte van het profiel om ervoor te zorgen dat het afvloeiend water direct wordt opgevangen.

Voor de holle putten specificeert de GBRW-studie de methoden voor de verwezenlijking van de wanden van de constructie op het bodemniveau dat geschikt is voor infiltratie.

Wanneer gereconstitueerde grond wordt gebruikt voor landschapsinrichting, vermijdt de onderneming alle verkeer op de betreffende zone.

De plaatsing van deze grond gebeurt in dunne lagen en zonder zetting. Het licht aandrukken van de grond zal nodig zijn om de bodem te stabiliseren zonder de doorlatendheid te verminderen.

In het geval van een beplantingszone met bomen, wordt 30 cm 20/80 steenslag geplaatst om verstikking van de wortels te voorkomen en drainage te bevorderen. Bij aanwezigheid van inkepingen, moeten deze onder deze basislaag worden doorgetrokken om elk drainage-effect en doorvoer in bypass te vermijden.

Aanvoer van teelaarde en vormgeven van hellingen, met minstens 120 cm plantaardige grond, verloopt volgens II.4.

In het geval van een zone die niet beplant is met bomen, wordt 20 cm 20/80 steenslag geplaatst om verstikking van de wortels te voorkomen en drainage te bevorderen. Bij aanwezigheid van inkepingen, moeten deze onder deze basislaag worden doorgetrokken om elk drainage-effect en doorvoer in bypass te vermijden. Aanvoer van plantaardige grond en vormgeven van hellingen, met minstens 30 cm vruchtbare grond.

12.2.3.2.2 Bescherming naburige constructies

De wanden die in de holle groene ruimten en de killen worden gebruikt, zijn gemetseld, begroeid of gemaakt van geomembranen. Ze kunnen al dan niet voorzien zijn van openingen, afhankelijk van het feit of het opvang- of infiltratiewadi's zijn.

Het geomembraan is geschikt voor compartimentering in het drainagesysteem (aanleg van terrassen als de helling in de lengterichting meer dan 4 % bedraagt).

Het geomembraan moet ook worden gebruikt voor de laterale bescherming van constructies (wegen, tramperrons, huizen, ondergrondse parkings, kelders enz.) die dicht bij de GBRW-

Les terrassements sont réalisés conformément ChII.4

La pente et le profil des noues ou espaces vert creux prennent en compte les caractéristiques des matériaux afin d'assurer une bonne stabilité.

Les parois de la tranchée doivent impérativement être perméables pour permettre une infiltration latérale si le fond de la tranchée se colmate.

Il faut veiller attentivement à ne pas compacter le sol à l'emplacement des noues et risquer de colmater la structure (attention au phasage des travaux et à l'évolution de l'environnement).

Les noues devront également être protégées des eaux de ruissellement de chantier (boues, laitance) qui peuvent colmater, et du stationnement sauvage.

Lors de la réalisation, une attention particulière sera portée sur la réalisation du profil altimétrique pour une collecte directe des eaux de ruissellement

Pour les puits creux, l'étude GIEP précise les modalités de réalisation des parois de l'ouvrage au niveau de l'horizon de sol apte à l'infiltration.

Lorsqu'un sol reconstitué est mis en place pour un aménagement paysager, l'entreprise évite toute circulation sur la zone concernée.

La mise en place de ces sols s'effectue par couches de faible épaisseur et sans tassement. Néanmoins, un léger serrage sera nécessaire pour stabiliser les terres sans entraîner une diminution de la perméabilité du sol.

Dans le cas d'une zone de plantation d'arbres, 30 cm d'empierrement 20/80 sera mise en œuvre pour éviter l'asphyxie des racines et favoriser le drainage. En cas de présence de redans, ils doivent être prolongés en dessous de cette couche de fond pour éviter tout effet de drainage et chasse en by-pass.

Apport de terre végétale de qualité et façonnage des pentes, à minima 120 cm de terre végétale selon II.4.

Dans le cas d'une zone hors plantation d'arbres, 20 cm d'empierrement 20/80 sera mise en œuvre pour éviter l'asphyxie des racines et favoriser le drainage. En cas de présence de redans, ils doivent être prolongés en dessous de cette couche de fond pour éviter tout effet de drainage et chasse en by-pass. Apport de terre végétale et façonnage des pentes, minimum 30 cm de terre végétale fertile.

12.2.3.2.2. Protection des ouvrages adjacents

Les cloisons utilisées dans les espaces vert creux et noues sont maçonnées, végétalisées ou constituées de geomembranes. Elles comportent ou non des orifices selon qu'il s'agit de noues de rétention ou d'infiltration.

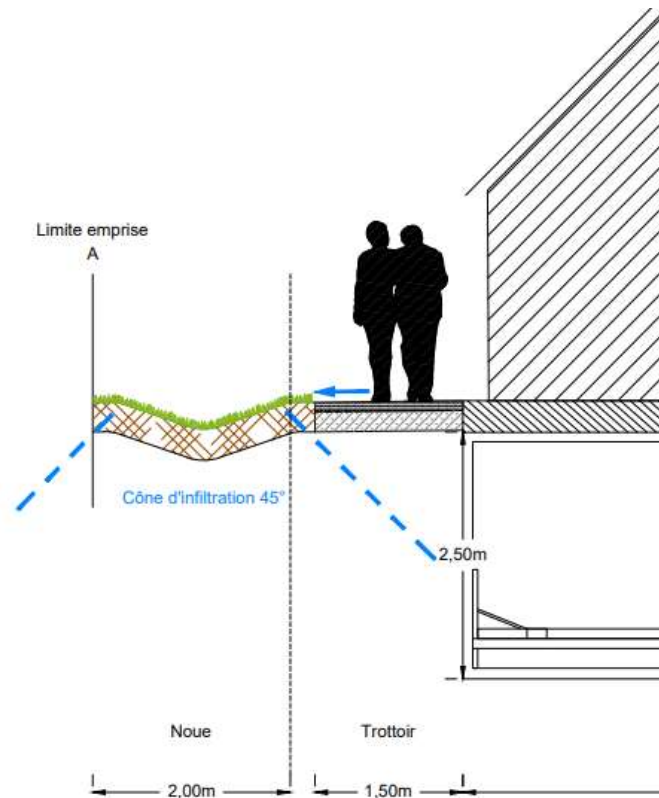
La geomembrane est adaptée pour la fonction de redans dans le massif drainant (création de terrasses si pente de plus de 4% en long).

La geomembrane devra également être utilisée dans le cadre des protections latérales d'ouvrages (voirie, plateforme tram, maisons, parking souterrain, cave, etc.) enfouis à proximité des ouvrages GIEP (noues paysagères, arbres, jardins de pluie et volume stockant sous zone de

constructies ingegraven zijn (landschapswadi's, bomen, regentuinen en opslagvolume onder de parkeerstrook en fietspaden om te voorkomen dat water in deze constructies sijpelt). Het toepassingsprincipe om de waterdichtheid van deze constructies te garanderen is als volgt: een minimale diepte naleven zodat de infiltratiekegel geen schade toebrengt aan aangrenzende constructies/funderingen/gebouwen (figuren F12-30 en F12-31)

stationnement et les pistes cyclables afin d'éviter toute infiltration de l'eau en direction de ces ouvrages).

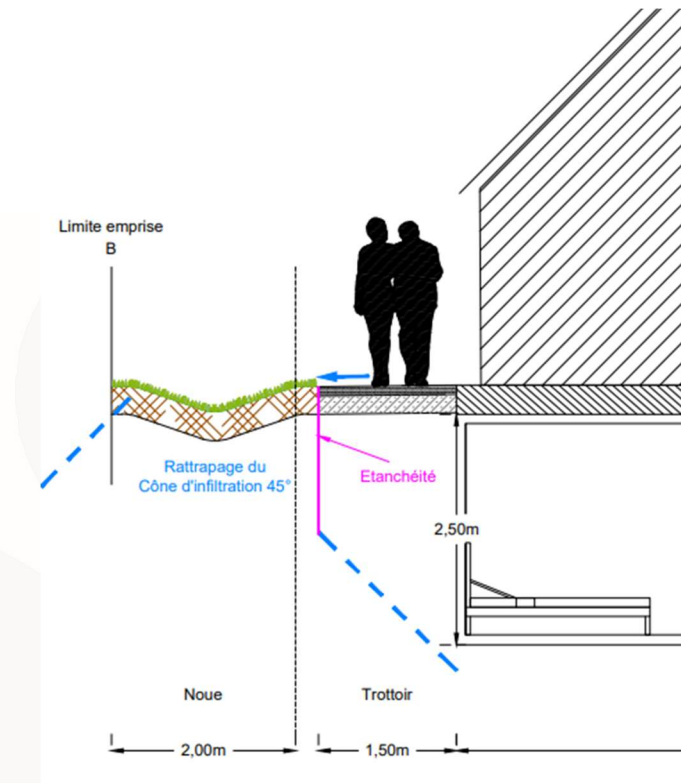
Le principe d'application pour garantir l'étanchéité vers ces ouvrages est le suivant : respecter une profondeur minimale afin que le cône d'infiltration n'endommage pas les ouvrages/fondations/bâtiments adjacents (figures F12-30 et F12-31).



Cône d'infiltration	infiltratiekegel
Noue	wadi
Trottoir	voetpad
Limite entreprise	grens van de werf

Figuur F12-30 : Minimale veiligheidsafstand tussen gebouw en GBRW-constructie (bron INFRA Service)

Figure F12-30 : Distance minimale de sécurité entre bâti et ouvrage de GIEP (source INFRA Service)



Rattrapage du cône d'infiltration	herstel van de infiltratiekegel
Étanchéité	waterdichting
Noue	wadi
Trottoir	voetpad
Limite entreprise	grens van de werf

*Figuur F12-31 : Plaats van het waterdicht membraan tussen GBRWconstructie en façade
(bron INFRA Service)*

De gebruikte wanden zijn gemaakt van:

- waterdichte geomembranen die door hun mechanische eigenschappen bestand zijn tegen de aantasting van materialen
- lage scheidingsmuurtjes gemaakt van materialen met weinig of geen doorlatendheid.

*Figure F12-31 : Emplacement de la membrane d'étanchéité le long du dispositif côté façade
(source INFRA Service)*

Les cloisons utilisées sont constituées de :

- géomembranes étanches dont les caractéristiques mécaniques permettent de résister aux agressions des matériaux
- murets en matériaux très peu ou peu perméables.

De GBRW-studie specificceert de geometrische afmetingen (diameter of doorsnede) voor de waterstroming tussen de wanden aan de onderkant van de constructie en over de wanden.

Wanneer de restitutie plaatselijk is, bevatten de belangrijkste debietbegrenzingssystemen die kunnen worden gebruikt voor de wadis, de holle groene ruimten en de sleuven onder meer:

- gekalibreerde openingen,
- kleppen,
- beknelde leidingen.

De GBRW-studie specificceert de verwachte regelmodus (debietbegrenzing of -regeling).

De aannemer geeft gebruiksbereiken, werkingscurves en berekeningen voor de voorgestelde apparaten in antwoord op de eisen van de opdracht, evenals installatie- en onderhoudsvoorwaarden.

De GBRW-studie omvat de hydraulische dimensionering, waarbij rekening moet worden gehouden met:

- het al dan niet handhaven in de loop van de tijd van het opslagvolume;
- de helling;
- het afscheiden door wanden.

In het geval van restitutie door infiltratie is de geometrie van de constructie (contactoppervlak aan de onderkant en vooral aan de zijkanten) een integraal onderdeel van het ontwerp.

12.2.3.2.3 Voorbereiding van infiltratieoppervlakken

De aannemer bereidt de infiltratieoppervlakken voor met inachtneming van de in de opdracht gespecificeerde hoogteniveaus en nivellering.

Het egaliseren of verdichten van de ondergrond of het tijdelijk storten van materialen op deze oppervlakken is verboden.

Wanneer een korrelig materiaal voor de aanvoer wordt gebruikt als basis van de infiltratieconstructie, neemt de onderneming de eigenschappen van de materialen die in de opdracht zijn gespecificeerd in acht.

Tijdens de werkzaamheden wordt een tijdelijke bescherming van de infiltratiezones geplaatst om de aanvoer van insijpelingswater met zwevende deeltjes te vermijden en het risico op vervuiling te voorkomen.

Wanneer niet-geweven geotextiel voor infiltratie is voorzien, wordt dit geplaatst op een schoon oppervlak, vrij van onregelmatigheden en harde plekken. De overlappings van geotextiel zijn minstens 0,30 m.

In het geval van sleuven of infiltratieputten die dieper zijn dan 2 m, is de overlapping 0,50 m.

Wanneer een filtermassief aanwezig is onder vorm van een infiltratiesleuf, dient de samenstelling ervan te voldoen aan de specificaties van de opdracht. Het aanbrengen van de materialen gaat van materialen met een kleinere deeltjesgrootte (zand) naar materialen met een grotere deeltjesgrootte (grind).

L'étude GIEP précise les dimensions géométriques (diamètre ou section) prévues pour l'écoulement des eaux entre les cloisons en fond d'ouvrage et en surverse des cloisons.

Lorsque la restitution est localisée, les principaux systèmes de limitation de débit pouvant être utilisés pour les noues, espaces vert creux et tranchées comprennent :

- les orifices calibrés,
- les vannes,
- les conduites étranglées.

L'étude GIEP précise le mode de régulation attendue (limitation ou régulation du débit).

L'entrepreneur fournit les plages d'utilisation, les courbes de fonctionnement et les notes de calcul des dispositifs proposés en réponse aux exigences du marché, ainsi que les conditions de mise en œuvre et d'entretien.

L'étude GIEP reprend le dimensionnement hydraulique qui doit prendre en compte :

- la possibilité ou non de maintenir le volume de stockage dans le temps ;
- la pente ;
- le cloisonnement .

Dans le cas d'une restitution par infiltration la géométrie de l'ouvrage (surface de contact en fond et surtout latérale) fait partie intégrante de la conception.

12.2.3.2.3 Préparation des surfaces d'infiltration

L'entreprise prépare les surfaces d'infiltration en respectant les niveaux altimétriques et les nivellements prévus au marché.

Tout lissage, compactage du fond de forme ou dépôt temporaire de matériaux sur ces surfaces est proscrit.

Lorsqu'un matériau granulaire d'apport est mis en œuvre à la base de l'ouvrage d'infiltration, l'entreprise respecte les caractéristiques des matériaux prévus au marché.

Une protection temporaire des zones d'infiltration est mise en place lors des travaux pour éviter les apports d'eaux de ruissellement chargées en matières en suspension et prévenir les risques de pollution.

Lorsque des géotextiles de filtration non tissé sont prévus, ils sont mis en place sur une surface propre, exempte d'irrégularités et de points durs. Les recouvrements du géotextile sont au minimum de 0,30 m.

Dans le cas de tranchées ou puits d'infiltration de profondeur supérieure à 2m, le recouvrement est de 0,50 m.

Lorsqu'un massif filtrant est présent sous forme de tranchée d'infiltration, sa composition respecte les spécifications du marché. La mise en œuvre des matériaux se fait des matériaux à plus faible granulométrie (sable) vers les matériaux à plus fortes granulométrie (graviers).

12.2.3.2.4 Het aanbrengen van de waterdichtheid

Wanneer de waterdichtheid wordt gevormd door één of meer lagen kleiachtig materiaal, voorziet de GBRW-studie de verwezenlijking van voorafgaande proefvakjes om de juiste omstandigheden voor het gebruik van de materialen te bepalen.

De aannemer zorgt ervoor dat de omstandigheden voor opslag, behandeling en aanbrenging van de waterdichtheid in overeenstemming zijn met de uitvoeringsprocedures.

De onderneming geeft berekeningsnota's voor de stabiliteit van waterdichtheidssystemen voor wanden tijdens de uitvoering (korrelige bedekking of plantenbescherming).

Wanneer de waterdichtheid is bedekt met teelaarde, wordt een beschermend geotextiel op het geomembraan geplaatst.

De onderneming neemt de nodige maatregelen om schade aan de waterdichtheid tijdens het bedekken te voorkomen.

12.2.3.2.5 Bepantingen, grasperken en antiwortelsystemen

De onderneming voert de werkzaamheden conform hfdst II.11 uit

Voor de sleuven dient een antiwortelsysteem te worden voorzien in functie van het gebladerte van struiken en bomen in de buurt van de constructies om te voorkomen dat ze later beschadigd raken.

12.2.3.2.6 Afvoer- en drainagesysteem

Wanneer drains worden geplaatst onderaan de wadis, de holle groene ruimten of de sleuven, zal de aannemer:

ervoor zorgen dat ze van stroomafwaarts naar stroomopwaarts worden gelegd en dat ze niet rusten op harde punten of punten met een zeer laag draagvermogen;

controleren of er geen tegenhellingen zijn en zorgen voor regelmatige controle van de in de opdracht gespecificeerde hoogteniveaus om de hydraulische continuïteit van de stromen en van eventuele aansluitleidingen of aansluitstukken te garanderen.

De aannemer respecteert de minimale afstanden tussen deze laatste en elk ander netwerk.

12.2.3.2.7 Overschrijding en wanden

Voor de wadi's, de holle groene ruimten of de sleuven specificeert de uitvoeringsprocedure de modaliteiten voor het aanbrengen en het controleren van de materialen die worden gebruikt voor de overschrijdingen of voor de wanden.

Wanneer wanden worden geplaatst in de holle groene ruimten, de wadi's en de drainagesleuven, neemt de aannemer de minimale afstanden voor de plaatsing tussen wanden in acht, alsook de afmetingen die voorzien zijn voor de eventuele restitutieopeningen en de overloopinrichtingen.

De aannemer zorgt ervoor dat alle eventuele geplaatste openingen toegankelijk zijn en geïnspecteerd kunnen worden.

12.2.3.2.8 Systemen voor debietregeling en -begrenzing

12.2.3.2.4. Mise en œuvre de l'étanchéité

Lorsque l'étanchéité est assurée par une ou plusieurs couches de matériaux argileux, l'étude GIEP prévoit la réalisation de planches d'essais préalables afin de définir les conditions adaptées de mise en œuvre des matériaux.

L'entreprise s'assure que les conditions de stockage, de manutention et de mise en œuvre de l'étanchéité sont conformes aux procédures d'exécution.

L'entreprise fournit les notes de calcul relatives à la stabilité des dispositifs d'étanchéité des parois lors de la mise en œuvre (recouvrement granulaire ou protection végétale).

Lorsque l'étanchéité est recouverte de terre végétale, un géotextile de protection est mis en place sur la géomembrane.

L'entreprise prend les dispositions nécessaires pour éviter tout endommagement de l'étanchéité lors du recouvrement.

12.2.3.2.5. Plantations, engazonnement et systèmes anti-racines

L'entreprise effectue les travaux conformément au ChII.11

Pour les tranchées un système anti-racines est à prévoir en fonction de la frondaison des arbustes et des arbres à proximité des ouvrages afin d'éviter leur endommagement ultérieur.

12.2.3.2.6. Système d'évacuation et de drainage

Lorsque des drains sont mis en place à la base de noues, espaces vert creux ou tranchées, l'entreprise :

assure leur pose de l'aval vers l'amont et s'assure qu'ils ne reposent sur aucun point dur ou point de très faible portance ;

vérifie l'absence de contre-pente et assure un contrôle régulier des niveaux altimétriques prévus au marché afin d'assurer la continuité hydraulique des écoulements et des branchements ou piquages éventuels.

L'entrepreneur respecte les distances minimales entre ces derniers et tout autre réseau.

12.2.3.2.7. Franchissement et cloisons

Pour les noues, espaces vert creux ou tranchées, la procédure d'exécution précise les modalités de mise en œuvre et de contrôle des matériaux constitutifs des franchissements ou des cloisons.

Lorsque des cloisons sont mises en œuvre dans les espaces vert creux, noues et tranchées drainantes, l'entreprise respecte les distances d'implantation entre cloisons, ainsi que les dimensions prévues pour les éventuels orifices de restitution et les dispositifs de surverse.

L'entrepreneur s'assure de l'accessibilité et de la possibilité d'inspecter les orifices éventuellement implantés.

12.2.3.2.8. Systèmes de régulation et de limitation de débit

Wanneer geprefabriceerde hulpapparatuur wordt geïnstalleerd, zorgt de aannemer voor een regelmatige controle van de hoogteniveaus om de continuïteit en de hydraulische prestaties van de constructies te garanderen.

Wanneer een hevelvormige waterruimte wordt geïnstalleerd, wordt de hoogte waarop deze wordt aangebracht ten opzichte van het maximale waterniveau dat in de constructie kan worden bereikt regelmatig gecontroleerd door de onderneming.

Wanneer een veiligheidsoverloop is voorzien, dient de aannemer ervoor te zorgen dat deze wordt geplaatst in overeenstemming met de hoogteniveaus die in de opdracht zijn gespecificeerd. De GBRW-studie specificeert de modaliteiten voor het aansluiten van de overloop van de infiltratieputten op het ontvangende milieu of op het opvangnetwerk.

De studie beschrijft ook de eventuele zelfcontrolesystemen die worden opgezet voor de kwantitatieve en kwalitatieve controle van de restitutie van regenwater.

12.2.3.2.9 Veiligheidsinrichtingen

De aannemer respecteert de minimale afstanden voor de plaatsing van de constructies ten opzichte van beplanting en gebouwen.

12.2.3.2.10 Permanente signalisatie

Levering en installatie van een specifieke signalisatie voor opvang- en infiltratiesleuven alsook voor putten (afrastering als waarschuwing voor ondergrondse constructies).

12.2.3.3 Uitvoeringsmethode

Conform de betreffende posten

12.2.4. Kwaliteitseisen

Conform de betreffende posten

12.2.5. Controles

12.2.5.1 A priori

Conform de betreffende posten

12.2.5.2 Tijdens de uitvoering

Conform de betreffende posten

12.2.5.3 A posteriori

Conform de betreffende posten

12.2.6. Betaling

12.2.6.1 Meetmethode voor hoeveelheden opmeting

De verschillende uitvoeringsposten van de killen, de holle groene ruimten, de sleuven en de infiltratieputten zijn in hun respectieve hoofdstukken opgenomen.

- Grondwerken, volgens hfdst II.4
- Onderfunderingen, volgens hfdst II.5
- Drainerende verhardingen, volgens hfdst II.6
- Kunstwerken, volgens hfdst II.9

Lorsqu'un équipement annexe préfabriqué est implanté, l'entreprise s'assure du contrôle régulier des niveaux altimétriques pour garantir la continuité et les performances hydrauliques des ouvrages.

Lorsqu'une lame siphonide est implantée, l'altimétrie de pose par rapport au niveau d'eau maximal pouvant être atteint dans l'ouvrage fait l'objet d'un contrôle régulier par l'entreprise.

Lorsqu'une surverse de sécurité est prévue, l'entreprise est tenue d'assurer son implantation conformément aux niveaux altimétriques prévus au marché. L'étude GIEP précise les modalités du raccordement du trop-plein des puits d'infiltration vers le milieu récepteur ou le réseau de collecte.

L'étude décrit également les éventuels ouvrages d'autosurveillance à mettre en place pour le contrôle quantitatif et qualitatif de la restitution des eaux pluviales.

12.2.3.2.9. Dispositifs de sécurité

L'entreprise respecte les distances minimales d'implantation des ouvrages par rapport à la végétation et aux bâtiments.

12.2.3.2.10. Signalétique permanente

Fourniture et installation d'une signalétique spécifique pour les tranchées de rétention et d'infiltration ainsi que pour les puits (grillage avertisseur pour des ouvrages enterrés).

12.2.3.3. Méthode d'exécution

Conforme aux postes concernés

12.2.4. Exigences de qualité

Conforme aux postes concernés

12.2.5. Contrôles

12.2.5.1. A priori

Conforme aux postes concernés

12.2.5.2. Pendant l'exécution

Conforme aux postes concernés

12.2.5.3. A posteriori

Conforme aux postes concernés

12.2.6. Païement

12.2.6.1. Méthode de mesurage pour les quantités

Les différents postes d'exécution des noues, espaces vert creux, tranchées et puits d'infiltration sont repris dans leurs chapitres respectifs.

- Terrassement, selon ChII.4
- Sous-fondations, selon ChII.5
- Revêtements drainants, selon ChII.6
- Ouvrages d'art, selon ChII.9

- Kolken, buizen, volgens hfdst II.7
- Signalisatie, volgens hfdst II.10
- Landschapinrichting, volgens hfdst II.11
- Herstelling en onderhoud, volgens hfdst II.15 en hfdst II.16

12.2.6.2 Korting wegens minderwaarde

Conform de betreffende post

12.3. Rijbanen met reservoirconstructie

12.3.1. Beschrijving

Rijbanen met reservoirconstructie zijn ondergrondse opslagstructuren die zich onder het weggebied van het verkeer bevinden (wegen, parkeerterreinen enz.).

Deze rijbanen met een reservoirconstructie zijn oppervlaktestructuren. Ze bestaan uit één of meer poreuze lagen van granulaire of cellulaire materialen. Water wordt geïnjecteerd in en geëvacueerd uit het reservoir via diffusie- en evacuatiestructuren.

Het zijn ruimtes om regenwater op te slaan (vast te houden) en/of te infiltreren. Het water wordt opgevangen door infiltratie via een waterdoorlatende verharding of, als de verharding ondoordringbaar is, via een opvangsysteem (geulen, afvoeren).

Naast de functie van weg laten ze toe:

- de opvang van neerslagwater op hun weggebied en eventueel op het weggebied van aangrenzende oppervlakken;
- de tijdelijke opslag van dit water, waardoor de regendebieten worden geregeld en het overstromingsrisico wordt beperkt;
- de restitutie ervan die laag genoeg is om te worden geabsorbeerd, ofwel:
 - rechtstreeks door de grond ter plaatse wanneer zijn doorlatendheid en stabiliteit dit toelaten,
 - door een bestaande collector,
 - door de grond en door een collector,
 - door een andere constructie voor regenwaterbeheer.
- het uitspoelingseffect van rijbanen en daarmee de vervuiling te beperken door verontreinigende stoffen vast te houden.

Afhankelijk van de samenstelling van de oppervlaktelaag (ondoordringbaar of doorlatend) kan regenwateropvang:

- lokaal zijn: de verzameling gebeurt door middel van straatkolken;
- verdeeld zijn: het neergeslagen water infiltreert door de doorlaatbare verharding

De opslag van regenwater wordt gegarandeerd door de geometrische afmetingen van de constructie, het waterniveau en de leegteverhouding van de materialen of producten die worden gebruikt om de reservoirconstructie te maken.

- Avaloirs, tuyaux, selon ChII.7
- Signalisation, selon ChII.10
- Aménagement paysager, selon ChII.11
- Réparation et entretien, selon ChII.15 et ChII.16

12.2.6.2. Réfaction pour manquement

Conforme au poste concerné

12.3. Chaussées à structure réservoir

12.3.1. Description

Les chaussées à structures réservoirs sont des ouvrages de stockage enterrés situés sous l'emprise de la circulation (voiries, parcs de stationnement,...).

Ces chaussées à structures réservoir sont des ouvrages surfaciques. Elles sont constituées d'une ou plusieurs couches poreuses en matériaux granulaires ou alvéolaires. L'eau est injectée et évacuée dans le réservoir via des ouvrages de diffusion et d'évacuation.

Ce sont des espaces de stockage (rétention) et/ou d'infiltration des eaux pluviales. L'eau y est collectée par infiltration au travers d'un revêtement perméable ou, si le revêtement est étanche, par l'intermédiaire d'un système de collecte (avaloirs, canalisations).

Outre la fonction de voirie, elles permettent :

- le recueil des eaux précipitées sur leur emprise et éventuellement sur l'emprise de surfaces adjacentes;
- le stockage temporaire de ces eaux, régulant ainsi les débits pluviaux et limitant le risque d'inondation ;
- leur restitution à un débit suffisamment faible pour être absorbé soit :
 - directement par le sol en place lorsque ses caractéristiques de perméabilité et de stabilité le permettent,
 - par un collecteur existant,
 - par le sol et par un collecteur,
 - par un autre ouvrage de gestion des eaux pluviales .
- en piégeant les polluants, de limiter l'effet de lessivage des chaussées, et par conséquent, la pollution ;

Suivant la constitution de la couche de surface (imperméable ou perméable) le recueil des eaux pluviales peut être :

- locale: la collecte est réalisée au moyen d'avaloirs ;
- réparti : les eaux précipitées s'infiltrent à travers le revêtement perméable

Le stockage des eaux pluviales est assuré par les dimensions géométriques de l'ouvrage, ses cotes de fil d'eau et le taux de vide des matériaux ou produits utilisés pour constituer la structure réservoir.

De restitutie wordt ofwel verdeeld door infiltratie in de bodem ter plaatse, ofwel gelokaliseerd door een drainage aan te leggen op de bodem van de constructie en te lozen naar een afvoer, ofwel door infiltratie en plaatselijke restitutie te combineren.

In het geval van uitlaten naar een beek, zal de afvoer naar de beek zorgvuldig worden ontworpen teneinde:

- de bedding of oevers van de beek niet te destabiliseren,
- terugstroming van water uit de rivier naar het stroomgebied te voorkomen,
- de toevoer van verontreinigende stoffen naar de beken te beperken.

Een afsluitklep wordt geïnstalleerd om het bassin af te sluiten in geval van accidentele vervuiling.

In het geval van infiltratie moet er een minimale dikte van "onverzadigde" grond van 1 m onder het hoogste waterniveau zijn.

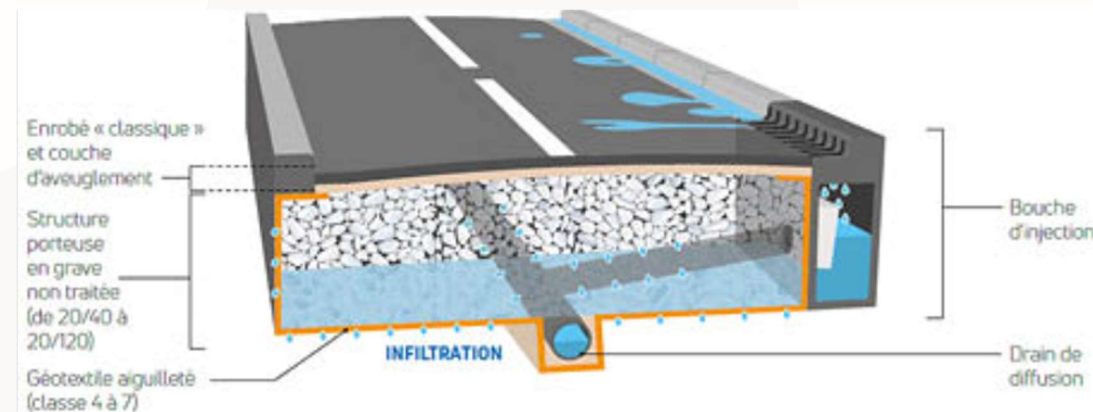
La restitution est soit répartie par infiltration dans le sol en place, soit localisée par mise en place d'un drainage en fond de structure et rejet vers un exutoire, soit en combinant infiltration et restitution localisée

En cas d'exutoire vers un cours d'eau, le rejet vers le ruisseau fera l'objet d'une conception soignée avec comme objectifs principaux :

- ne pas déstabiliser le lit ni les berges du ruisseau,
- éviter les retours d'eau de la rivière vers le bassin,
- limiter les apports de polluants aux ruisseaux.

Une vanne d'isolement devra être installée pour fermer le bassin en cas de pollution accidentelle.

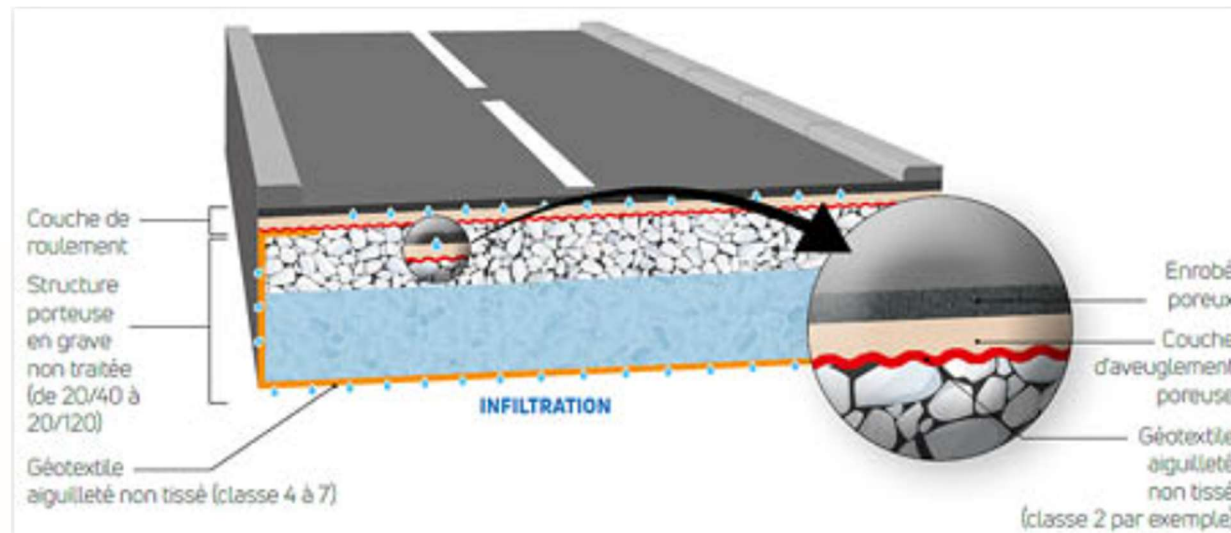
En cas d'infiltration, une épaisseur de sol « non saturé » devra être présente sous l'infiltration d'un minimum de 1m avec le niveau des plus hautes eaux.



Enrobé “classique” et couche d’aveuglement	“Klassieke” toplaag en scheidingslaag
Structure porteuse en grave non traitée (de 20/40 à 20/120)	Draagstructuur in onbehandeld steenslag (van 20/40 tot 20/120)
Géotextile aiguilleté (classe 4 à 7)	Naaldgeperforeerd geotextiel (klasse 4 tot 7)
Bouche d’injection	Injectiemond
Drain de diffusion	Afvoer van stoffen
Infiltration	Infiltratie

Figuur F12-32 : Rijbaan met reservoirconstructie met infiltratie en klassieke asfaltbedekking (bron ADOPTA)

Figure F12-32 : Chaussée à structure réservoir avec infiltration et enrobé classique (source ADOPTA)



Couche de roulement	Toplaag
Structure porteuse en grave non traitée (de 20/40 à 20/120)	Draagstructuur in onbehandeld steenslag (van 20/40 tot 20/120)
Géotextile aiguilleté non tissé (classe 4 à 7)	Naaldgeperforeerd niet-geweven geotextiel (klasse 4 tot 7)
Enrobé poreux	Poreuze asfaltlaag
Couche d'aveuglement poreuse	Poreuze scheidingslaag
Géotextile aiguilleté non tissé (classe 2 par exemple)	Naaldgeperforeerd niet-geweven geotextiel (klasse 2 bijvoorbeeld)
Infiltration	Infiltratie

Figuur F12-33 : Rijbaan met reservoirconstructie met infiltratie en poreuze afdeklaag (bron ADOPTA)

Figure F12-33 : Chaussée à structure réservoir avec infiltration et enrobé poreux (source ADOPTA)

12.3.2. Technische bepalingen

12.3.2.1 Materialen

Materialen van de verhardingen

In voorkomend geval moet de doorlatendheid van de verharding verenigbaar zijn met de infiltratievereisten gedefinieerd in de ontwerpstudie.

- Geprefabriceerde betonnen straatstenen, volgens hfdst II.6
- Geprefabriceerde straatstenen van poreus beton, volgens hfdst II.6
- Geprefabriceerde betonnen platen, volgens hfdst II.6
- Geprefabriceerde platen van poreus beton, volgens hfdst II.6
- Drainerend asfaltbeton, volgens hfdst II.6

12.3.2. Clauses techniques

12.3.2.1 Matériaux

Matériaux de revêtements

Le cas échéant, la perméabilité du revêtement doit être compatible avec les exigences d'infiltration définies dans l'étude de conception.

- Pavés préfabriqués en béton, selon ChII.6
- Pavés préfabriqués en béton poreux, selon ChII.6
- Dalles préfabriquées en béton, selon ChII.6
- Dalles préfabriquées en béton poreux, selon ChII.6
- Béton bitumineux drainant, selon ChII.6

- Drainerend cementbeton, volgens hfdst II.6
- Drainerend poreus asfalt, volgens ChII.6

Materialen voor de opslaglaag

De gebruikte producten en materialen moeten vooraf gekwalificeerd zijn voor de opslagprestaties in hun toepassingsgebied.

De opslagcapaciteit komt overeen met een gehalte van communicerende leegtes.

Deze moet gelijk zijn aan of groter dan 15%.

Hun draagvermogen moet ook verenigbaar zijn met de geplande verkeersomstandigheden op de constructie.

- Gefabriceerde betonnen gootbanden, volgens II.2.38
- Granulaatmengsel, volgens II.2.6.
- Poreus cementbeton, volgens II.2.12
- Geotextiel, volgens II.2.45.1

Producten voor verzameling en transport

- Afwateringsgoten en straatkolken, volgens hfdst II.7
- Boordstenen en goten, volgens hfdst II.8
- Inspectieputten, volgens hfdst II.7
- Zuiveringsgoten, volgens hfdst II.7

12.3.3. Uitvoering

12.3.3.1 Vorbereidende werken

Hydraulische dimensionering

De GBRW-studie omvat de hydraulische dimensionering waarbij rekening moet worden gehouden met:

- de doorlatendheid van de grond ter plaatse;
- de eventuele doorlatendheid van de verharding;
- de diepte van de grondwaterspiegel;
- de uitgangsstroom (lokale restitutie);
- de mogelijkheid om het opslagvolume in de loop der tijd te handhaven en de noodzaak om voorzieningen te installeren om te voorkomen dat macroafval in de constructie terecht komt (mechanisch rooster, geschikt mangat,...)
- in het geval van restitutie door infiltratie is de geometrie van de constructie (contactoppervlak aan de onderkant en vooral aan de zijanten) een integraal onderdeel van het ontwerp;
- ventilatie om de luchtdruk tijdens het vullen in balans te houden; deze ventilatie moet worden afgestemd op de bovengrens van de uitstroomsnelheid.

Mechanische dimensionering

- Béton de ciments drainants, selon ChII.6
- Asphalte poreux drainant, selon ChII.6

Matériaux pour la couche de stockage

Les produits et matériaux utilisés doivent avoir été préalablement caractérisés pour leur performance de stockage, dans leur domaine d'emploi.

La capacité de stockage correspond à une teneur en vides communicants.

Elle doit être supérieure ou égale à 15 %.

Leur portance doit également être compatible avec les conditions de circulation prévues sur l'ouvrage.

- Filet d'eau préfabriqué, selon II.2.38
- Graves, selon II.2.6
- Béton de ciment poreux, selon II.2.12
- Géotextiles, selon II.2.45.1

Produits pour la collecte et le transport

- Caniveaux hydrauliques et avaloirs, selon ChII.7
- Bordures et caniveaux, selon ChII.8
- Regards, selon ChII.7
- Caniveaux épuratoires, selon ChII.7

12.3.3. Mise en œuvre

12.3.3.1 Travaux de préparation

Dimensionnement hydraulique

L'étude GIEP comprend le dimensionnement hydraulique qui doit prendre en compte :

- la perméabilité du sol en place ;
- la perméabilité éventuelle du revêtement ;
- la profondeur de la nappe ;
- le débit de sortie (restitution localisée) ;
- la possibilité de maintenir le volume de stockage dans le temps et la nécessité de mettre en place des dispositifs empêchant l'introduction de macros déchets dans l'ouvrage (grille mécanique, regard adapté,...)
- dans le cas d'une restitution par infiltration la géométrie de l'ouvrage (surface de contact en fond et surtout latérale) fait partie intégrante de la conception ;
- une ventilation pour permettre l'équilibrage de la pression de l'air lors de phases de remplissage ; cette ventilation doit être dimensionnée en prenant en limite haute une vitesse de flux sortant .

Dimensionnement mécanique

De GBRW-studie omvat de mechanische dimensionering van de constructie waarbij rekening moet worden gehouden met de dimensionering van de constructie van de rijbaan. Deze dimensionering hangt af van het verkeer en van het draagvermogen dat wordt verkregen dankzij de opslagconstructie (opslagconstructie die integraal deel uitmaakt van de constructie van de rijbaan of die een platformdraagvermogen creëert).

12.3.3.2 Kenmerken van de uitvoering

Grondwerken

De grondwerken worden uitgevoerd conform hfdst II.4.

In het geval van constructies die water door infiltratie restitueren, mogen grondwerken de hydraulische kenmerken van de ondergrond niet veranderen (infiltratiecapaciteit).

In het geval van een ondergrond uit materiaal met een lage doorlatendheid (doorlatendheid van minder dan 10-6 m/s) of die waterdicht gemaakt moet worden, zal de aannemer ervoor zorgen dat de ondergrond uniform is en dat de hellingen gerespecteerd worden.

Vorbereiding van infiltratieoppervlakken

De aannemer moet ook de nodige voorzorgsmaatregelen nemen:

- om de infiltratieoppervlakken (talud en bodem) niet af te dichten;
- om de grondwaterspiegel niet te vervuilen met koolwaterstoffen of andere vervuilende stoffen moeten met name onkruidverdelgers en pesticiden worden verboden.

Aanbrengen van geokunststoffen en waterdichtheid

Een geotextiel wordt gelegd op het raakvlak tussen de natuurlijke ondergrond en de reservoirconstructie, ook op het niveau van de sleuven waarin de drains zich bevinden.

De aannemer gaat over tot de plaatsing van de geokunststoffen in overeenstemming met de goede praktijken en de instructies van de leverancier.

In geval van een waterdichte structuur vermeldt de GBRW-studie de modaliteiten voor het maken en opleveren van de bodem van de bouwput vooraleer waterdicht te maken (bijv. vooronderzoek, controle op de afwezigheid van wortels, risico van perforatie enz.)

Aanbrengen van drains

De aannemer legt de drains van stroomafwaarts naar stroomopwaarts en zorgt ervoor dat ze niet rusten op harde punten of punten met een zeer laag draagvermogen;

Hij controleert of er geen tegenhellingen zijn en zorgt voor regelmatige controle van de in de opdracht gespecificeerde hoogteniveaus om de hydraulische continuïteit van de stromen en van eventuele aansluitleidingen of aansluitstukken te garanderen.

Hij respecteert de minimale afstanden tussen deze laatste en elk ander netwerk.

Bescherming van de drains

De aannemer stelt aan de aanbestedende overheid de maatregelen voor die hij van plan is te nemen om de drain te beschermen tegen verplettering door het rollen van bouwmachines of door het morsen van materialen.

Aansluiting van de drains

L'étude GIEP comprend le dimensionnement mécanique de l'ouvrage qui doit prendre en compte le dimensionnement de la structure de chaussée.

Ce dimensionnement dépend du trafic et de la portance obtenue grâce à la structure de stockage (structure stockante faisant partie intégrante de la structure de chaussée, ou créant une portance de plate-forme).

12.3.3.2. Caractéristiques d'exécution

Terrassement

Les terrassements sont réalisés conformément au ch II.4.

Dans le cas des structures restituant par infiltration, les travaux de terrassement ne devront pas modifier les caractéristiques hydrauliques (capacité d'infiltration) du sol support.

Dans le cas d'un fond de forme constitué par un matériau peu perméable (perméabilité inférieure à 10-6 m/s) ou devant être imperméabilisé, l'entreprise veillera à l'uniformité du fond et au respect des pentes.

Préparation des surfaces d'infiltration

L'entrepreneur doit également prendre les précautions nécessaires :

- pour ne pas colmater les surfaces d'infiltration (talus et fond) ;
- pour ne pas polluer la nappe par des hydrocarbures ou autres polluants doivent être notamment proscrits les herbicides et les pesticides.

Mise en œuvre des géo synthétiques et de l'étanchéité

Un géotextile est mis en place à l'interface terrain naturel / structure réservoir y compris au niveau des tranchées contenant les drains.

L'entrepreneur procède à la mise en œuvre des géo synthétiques selon les règles de l'art en intégrant les prescriptions du fournisseur.

En cas de structure étanche, l'étude GIEP précise les modalités de réalisation et de réception du fond de fouille avant la pose de l'étanchéité (ex : étude préalable, vérification de l'absence de racines, risques de poinçonnement...).

Mise en œuvre des drains

L'entrepreneur pose les drains de l'aval vers l'amont et s'assure qu'ils ne reposent sur aucun point dur ou de très faible portance ;

Il vérifie l'absence de contre-pente et assure un contrôle régulier des niveaux altimétriques prévus au marché afin d'assurer la continuité hydraulique des écoulements et des branchements ou piquages éventuels.

L'entreprise respecte les distances minimales entre ces derniers et tout autre réseau.

Protection des drains

L'entrepreneur propose au maître d'œuvre les dispositions qu'il compte mettre en œuvre pour protéger le drain de l'écrasement par le roulement d'engins de chantier ou par le déversement de matériaux.

Raccordement des drains

Veranderingen van richting, helling of diameter worden uitgevoerd met een toegangssapparaat dat is aangepast aan de diepte van de constructie.

De aannemer legt de voorzieningen die hij wil treffen voor de aansluiting met de toegangssapparaten ter goedkeuring voor aan de leidend ambtenaar.

De diameters van de drains moeten identiek zijn of toenemen van stroomopwaarts naar stroomafwaarts

12.3.3.3 Uitvoeringsmethode

Conform de betreffende posten

12.3.4. Kwaliteitseisen

Conform de betreffende posten

12.3.5. Controles

12.3.5.1 A priori

Conform de betreffende posten

12.3.5.2 Tijdens de uitvoering

Conform de betreffende posten

12.3.5.3 A posteriori

Conform de betreffende posten

12.3.6. Betaling

12.3.6.1 Meetmethode voor hoeveelheden opmeting

De verschillende uitvoeringsposten van de wadi's, de holle groene ruimten, de sleuven en de infiltratieputten zijn in de respectievelijke hoofdstukken opgenomen.

12.3.6.2 Korting wegens minderwaarde

Conform de betreffende posten

12.4. Ondergrondse bekkens met ultralichte alveolaire structuren

12.4.1. Beschrijving

Leveren en aanleggen van een bergingsbekken met ultralichte alvéolaire structuren (SAUL), bestaande uit kunststof elementen voor de afvoer van regenwater tussen kolken en riolering of inspectieputten, inclusief grondwerk in de vorm van uitgravingen en ophogingen, schouderblokken en bescherming voor zandcementbuizen, funderingen, aansluitingen op inspectieputten, buizen of bestaande rioleringen, en alle andere bijkomende werkzaamheden. Voor geconcentreerd vervuild water van de wegen moet een behandelingseenheid stroomopwaarts worden geplaatst, om elk risico op verstopping en verontreiniging te voorkomen; deze voorzieningen zijn van het 'black box'-type

Dit soort voorzieningen mag alleen worden gebruikt op plaatsen waar beperkingen bestaan op het vlak van het draagvermogen of de grondbelasting.

Les changements de direction, de pente ou de diamètre, sont réalisés avec un dispositif d'accès adapté à la profondeur de l'ouvrage.

L'entrepreneur soumet à l'approbation du fonctionnaire dirigeant les dispositions qu'il compte prendre au raccordement avec les dispositifs d'accès.

Les diamètres des drains doivent être identiques ou croissants de l'amont vers l'aval

12.3.3.3 Méthode d'exécution

Conforme aux postes concernés

12.3.4. Exigences de qualité

Conforme aux postes concernés

12.3.5. Contrôles

12.3.5.1 A priori

Conforme aux postes concernés

12.3.5.2 Pendant l'exécution

Conforme aux postes concernés

12.3.5.3 A posteriori

Conforme aux postes concernés

12.3.6. Païement

12.3.6.1 Méthode de mesurage pour les quantités

Les différents postes d'exécution des noues, espaces vert creux, tranchées et puits d'infiltration sont repris dans les chapitres respectifs.

12.3.6.2 Réfaction pour manquement

Conforme aux postes concernés

12.4. Bassins enterrés en structures portantes alvéolaires ultra légères

12.4.1. Description

Fourniture et pose d'un bassin de rétention à structures portantes alvéolaires ultra légères (SAUL), composé d'éléments en matière synthétique pour l'évacuation des eaux pluviales entre avaloirs et égouts ou chambres de visite, y compris terrassements en déblai et remblai, épaulement et protection des tuyaux en sable-ciment, fondation, raccordement aux chambres de visite, tuyaux ou égouts existants et toutes sujétions.

Pour des eaux de voiries concentrées, celui-ci doit se réfléchir avec une unité de traitement placée avant celui-ci pour éviter tout colmatage et risque de pollution, ce type de dispositifs étant une totale 'black box'

Ce dispositif est à limiter aux endroits où des contraintes de portance ou de foncier existent.

12.4.2. Technische bepalingen

12.4.2.1 Materialen

Ultralichte alveolaire structuren of infiltratiekragen, volgens II.2.162

Geomembraan volgens II.2.161

Geotextiel volgens II.2.16

Zand volgens II.2.4.2.

12.4.3. Uitvoering

12.4.3.1 Voorbereidende werken

Hydraulische dimensionering

De hydraulische dimensionering van de opslag moet alleen rekening houden met het nuttige volume.

De GBRW-studie omvat de hydraulische dimensionering waarbij rekening moet worden gehouden met:

- de noodzaak en/of mogelijkheid van overloop en de gevolgen voor het opslagvolume en de geloosde stroom;
- de waterdoorlatendheid van de grond ter plaatse,
- de diepte van de grondwaterspiegel,
- de uitgangsstroom (lokale restitutie)
- de mogelijkheid om het opslagvolume in de loop van de tijd te handhaven door:
 - voorzieningen te installeren om te voorkomen dat macroafval het bouwwerk terechtkomt (rooster of mechanische filter, geschikt mangat enz.)
 - constructieve voorzieningen aan te brengen om het onderhoud van het bouwwerk mogelijk te maken
- in het geval van restitutie door infiltratie, de geometrie van het bouwwerk (contactoppervlak aan de onderkant en vooral aan de zijanten) die integraal onderdeel van het ontwerp uitmaakt
- het ventilatiesysteem, dat zo gedimensioneerd moet zijn dat de luchtdruk tijdens de vulfasen in balans is; deze dimensionering omvat het aantal en de locatie van de luchtafvoersystemen en hun geometrische kenmerken.
Deze ventilatie moet worden afgestemd op de bovengrens van de uitstroomsnelheid.
- voor de metalen pijpen:
 - de snelheid van de instroomsnelheid: om afschuring te beperken, wordt ze beperkt tot 2,5 m/s

Mechanische dimensionering

De GBRW-studie omvat de mechanische dimensionering, die rekening moet houden met de specifieke gegevens van het project en deze moet vertalen naar zogenaamde statische en dynamische acties.

12.4.2. Clauses techniques

12.4.2.1 Matériaux

Structures Alvéolaire Ultra Légères, selon II.2.162

Géomembrane selon II.2.161

Géotextiles selon II.2.16

Sable selon II.2.4.2.

12.4.3. Mise en œuvre

12.4.3.1 Travaux de préparation

Dimensionnement hydraulique

Le dimensionnement hydraulique du stockage ne doit considérer que le volume utile.

L'étude GIEP comprend le dimensionnement hydraulique qui doit prendre en compte :

- la nécessité et (ou) la possibilité d'une surverse et les conséquences sur le volume de stockage et le flot déversé;
- la perméabilité du sol en place,
- la profondeur de la nappe,
- le débit de sortie (restitution localisée)
- la possibilité de maintenir le volume de stockage dans le temps en prévoyant:
 - de mettre en place des dispositifs empêchant l'introduction de macros déchets dans l'ouvrage (grille ou filtre mécanique, regard adapté ...)
 - de mettre en place des dispositifs constructifs permettant l'entretien de l'ouvrage
- dans le cas d'une restitution par infiltration, la géométrie de l'ouvrage (surface de contact en fond et surtout latérale) qui fait partie intégrante de la conception
- le système de ventilation qui doit être dimensionné pour permettre l'équilibrage de la pression de l'air lors des phases de remplissage ; ce dimensionnement inclut le nombre et la localisation des dispositifs d'évacuation d'air ainsi que leurs caractéristiques géométriques.
Cette ventilation doit être dimensionnée en prenant la limite haute de la vitesse de flux sortant.
- pour les buses métalliques :
 - la vitesse du flux entrant : dans le but de limiter l'abrasion, elle sera limitée à 2,5 m/s,

Dimensionnement mécanique

L'étude GIEP comprend le dimensionnement mécanique qui doit prendre en compte les données propres du projet pour les traduire en actions dites statiques et dynamiques.

Deze verschillende spanningen moeten worden vergeleken met de mechanische sterkte van de constructie.

Afhankelijk van het type product kan deze mechanische sterkte bepaald worden door testen of door berekeningen op basis van testen die rekening houden met de mechanische eigenschappen op lange termijn.

De toe te passen veiligheidscoëfficiënt bestaat uit een γ_M -materiaalcoëfficiënt en een γ_A -actiecoëfficiënt.

De coëfficiënten (of algemene veiligheidscoëfficiënt) zijn afhankelijk van de producten en de geldende regels van goed vakmanschap.

12.4.3.2 Kenmerken van de uitvoering

In het geval van montage over verschillende niveaus (multilagen), worden bepaalde modules gemonteerd met de openingen in het verticale plan om zo m.b.v. accessoires een toegangstunnel van Ø 500 mm tot 300 mm te maken. Deze verticale tunnel maakt rechtstreekse toegang mogelijk.

De modules worden aan de zijkant onderling bevestigd met bevestigingsklemmen en verticaal met pluggen.

Het bekken wordt afgesloten met een ondoorlaatbaar geomembraan.

Als de grondwaterstand lager is dan de bodem van het bekken, kan het geomembraan vervangen worden door geotextiel met volgende kenmerken:

- Materiaal: PE/PP
- Gewicht: 230 g/m² (+/- 10%)
- Treksterkte: min 35 kN/m in beide richtingen
- Breukrek: min. 25% maasrichting, 15% loodrecht op de maasrichting
- CBR (statische ponsweerstand): min 4,5 kN
- weerstand tegen dynamische perforatie: max. 13 mm;

12.4.3.3 Uitvoeringsmethode

Om de installatie te vergemakkelijken dient de bodem van de put geëffend te worden. Een bergingsbekken wordt bedekt en aan de zijkant omgeven door minimaal 30 cm zand.

Op de bodem van het bekken is deze laag minimum 10 cm. Indien de modules op een herbruikbare vloer worden geplaatst, kan deze opnieuw worden gebruikt.

Het opvullen gebeurt laag per laag m.b.v. een trilplaat (geen stamper), voor de zijbermen is dit toegestaan als de zijaanvulling minstens 50 cm breed is.

Het afdekken van dit bekken gebeurt zonder trilplaat; althans voor de eerste 30 cm. De aanbevolen hoogte voor het opvullen aan de bovenkant van het bekken bedraagt 80 cm voor intensief verkeer.

Ces différentes contraintes doivent être rapprochées de la résistance mécanique de l'ouvrage constitué.

Cette résistance mécanique peut-être déterminée selon le type de produit soit par essai, soit par calcul sur la base d'essais tenant compte des propriétés mécaniques à long terme.

Le coefficient de sécurité à appliquer se décompose d'un coefficient γ_M matériaux et d'un coefficient γ_A action.

Les coefficients (ou le coefficient de sécurité global) sont fonction des produits et des règles de l'art applicables.

12.4.3.2. Caractéristiques d'exécution

Dans le cas d'un montage sur plusieurs niveaux (multicouches), certains modules sont montés avec les ouvertures placées dans le plan vertical afin de former au moyen d'accessoires, un tunnel d'accès de Ø 500 à 300 mm. Ce tunnel vertical donne la possibilité d'accès direct.

Les modules sont latéralement fixés entre eux au moyen de clips de fixation et verticalement au moyen de chevilles

Le bassin est recouvert d'une géomembrane étanche.

Si le niveau de la nappe aquifère est plus bas que le fond de bassin, la géomembrane peut être remplacée par du géotextile avec les caractéristiques suivantes:

- Matériel: PE/PP
- Poids: 230 g/m² (+/- 10%)
- Résistance à la traction: min. 35 kN/m dans les deux sens
- Allongement de rupture: min. 25% sens du maillage, 15% perpendiculairement au sens du maillage
- CBR (Poinçonnement statique) : min. 4,5 kN
- résistance à la perforation dynamique: max. 13 mm

12.4.3.3. Méthode d'exécution

Pour faciliter l'installation il faudra niveler le sol de la fouille. Un bassin de rétention sera couvert et entouré latéralement au minimum 30 cm de sable.

Au fond du bassin cette couche sera au minimum de 10 cm. Dans le cas où les modules sont placés dans un sol réutilisable, celui-ci peut être réutilisé.

Le remblai se fait couche par couche près duquel l'utilisation de plaque vibrante (pas d'estampeur) pour les accotements est autorisée en cas d'une largeur de remblais latérale minimale de 50 cm.

La couverture du bassin se réalise sans utiliser de plaque vibrante, au moins pour les 30 premiers cm. La hauteur conseillée pour le remblai au-dessus du bassin est de 80 cm pour trafic intense.

Het is mogelijk van deze waarden af te wijken, maar dit moet worden gerechtvaardigd door een berekening van het systeem, als onderdeel van de stabiliteitsstudie uitgevoerd door de fabrikant.

12.4.4. Kwaliteitseisen

Conform de betreffende post

12.4.5. Controles

12.4.5.1 A priori

Conform de betreffende post

12.4.5.2 Tijdens de uitvoering

Conform de betreffende post

12.4.5.3 A posteriori

Conform de betreffende post

12.4.6. Betaling

12.4.6.1 Meetmethode voor hoeveelheden opmeting

De verschillende posten van een ondergronds bekken met ultralichte dragende structuren met honingraat zijn opgenomen in hun respectievelijke hoofdstukken.

Grondwerken, volgens hfdst II.4

Onderfunderingen, volgens hfdst II.5

Kolken, buizen, overloop volgens hfdst II.7

Ultralichte structuur met honingraat, volgens II.2.45

Herstelling en onderhoud, volgens hfdst II.15

12.4.6.2 Korting wegens minderwaarde

Conform de betreffende post

12.5. Regentuin

12.5.1. Beschrijving

De hoofdfunctie van een regentuin is de functie van een tuin te verzekeren. Vervolgens wordt daarin een kwalitatief beheer van het afvloeiende water geïntegreerd, op basis van het principe van bioretentie, door opslag, verdamping, infiltratie van het afvloeiende water en eventueel afvoer met een gereguleerd debiet.

Bioretentie, afkomstig van de processen voor het natuurlijke beheer van de watercyclus, maakt gebruik van de fysische en biochemische eigenschappen van planten in combinatie met bodembacteriën en micro-organismen om zowel de waterkwaliteit als -kwantiteit te controleren en is in dit opzicht een vorm van waterbehandelingsvoorziening.

Soorten regentuin

Il est possible de différer de ces valeurs, mais ceci doit être justifié par une calculassions du système, dans le cadre d'étude de stabilité réalisée par le fabricant.

12.4.4. Exigences de qualité

Conforme au poste concerné

12.4.5. Contrôles

12.4.5.1.A priori

Conforme au poste concerné

12.4.5.2.Pendant l'exécution

Conforme au poste concerné

12.4.5.3.A posteriori

Conforme au poste concerné

12.4.6. Paiement

12.4.6.1.Méthode de mesurage pour les quantités

Les différents postes du bassin enterré en structures portantes alvéolaires ultra légères sont repris dans leurs chapitres respectifs.

Terrassement, selon ChII.4

Sous-fondations, selon ChII.5

Avaloirs, tuyaux, trop-plein selon ChII.7

Structure alvéolaire ultra légères, selon II.2.45

Réparation et entretien, selon ChII.15

12.4.6.2.Réfaction pour manquement

Conforme au poste concerné

12.5. Jardin de pluie

12.5.1. Description

La fonction principale d'un jardin de pluie est d'assurer la fonction d'un jardin. Vient ensuite s'y intégrer une gestion qualitative des eaux de ruissellement reposant sur le principe de bio-rétention, par le stockage, l'évapotranspiration, l'infiltration des eaux de ruissellement et éventuellement l'évacuation à débit régulé.

La bio-rétention, issue des processus de gestion naturelle du cycle de l'eau, utilise les propriétés physiques et biochimiques des plantes en association avec des bactéries et micro-organismes des sols pour contrôler à la fois la qualité et la quantité des eaux et constitue à cet égard une forme d'installation de traitement de l'eau.

Types de jardin de pluie

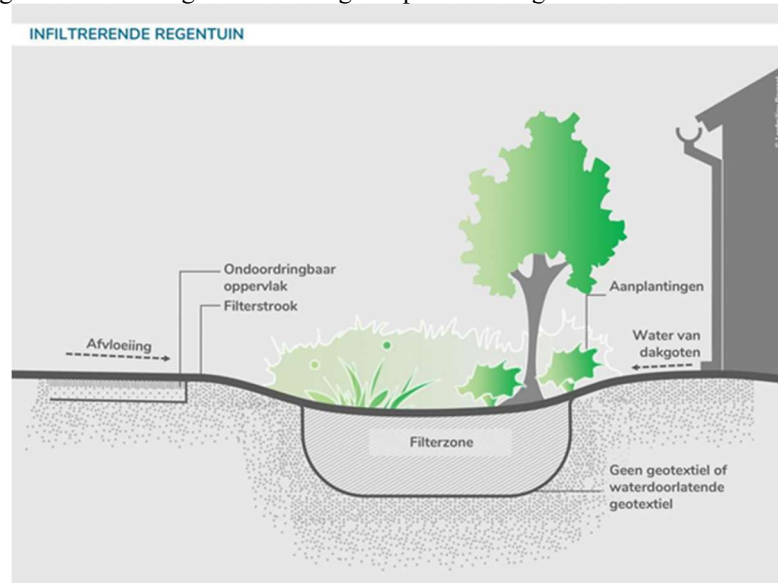
Het afstromend water wordt gefilterd door het grond-bacteriën-plantencomplex van de tuinen.

Naast deze filterrol, bepaalt de infiltreerbaarheid van de grond het type aanleg.

1. Infiltrerende regentuin

De infiltrerende regentuin wordt toegepast bij doorlaatbare bodems.

Naast de filtering van het opgeslagen water door de planten ook infiltratie in de onderliggende bodem toegestaan. In dit geval plaatst men geen afvoer.



Figuur F12-34 : Infiltrerende regentuin (Bron Brussel Leefmilieu)

2. Drainerende regentuin

De drainerende regentuin wordt toegepast voor ondoorlatende of vervuilde grond.

Bij dit type constructie wordt het water opgeslagen en gefilterd door het plantencomplex. Met een ondergrondse afvoer kan het water met een gereguleerd debiet naar het netwerk stromen of, bij voorkeur, naar een andere waterbeheertechniek. Bij vervuilde grond of grond dicht bij het grondwaterniveau, wordt een waterdicht membraan onderaan het complex gelegd.

Les eaux de ruissellement des surfaces sont filtrées par le complexe sol-bactéries-plantes des jardins.

En parallèle à ce rôle de filtration, d'infiltrabilité du sol détermine le type d'aménagement.

1. Jardin de pluie infiltrant

Le jardin de pluie infiltrant est utilisé en cas de sols perméables.

Dans ce cas, en plus de la filtration végétale de l'eau stockée, l'infiltration dans le sol sous-jacent est permise. On ne place pas de drain dans ce cas.

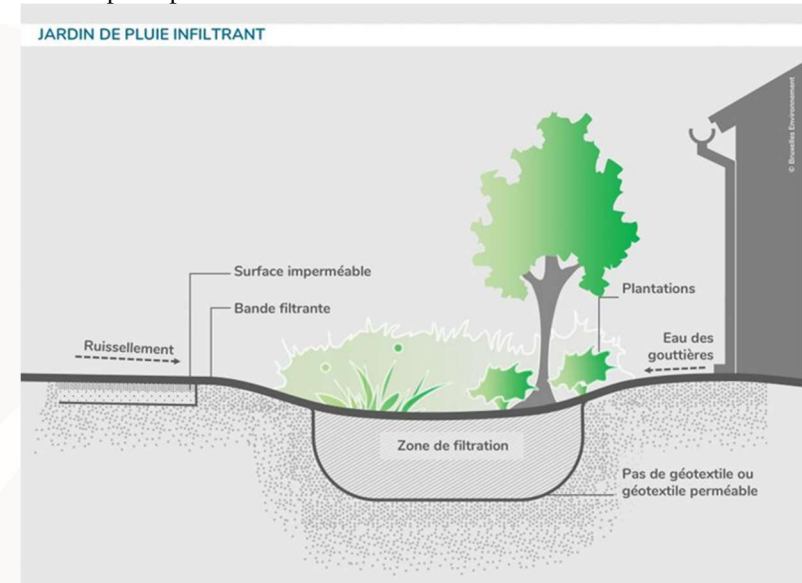
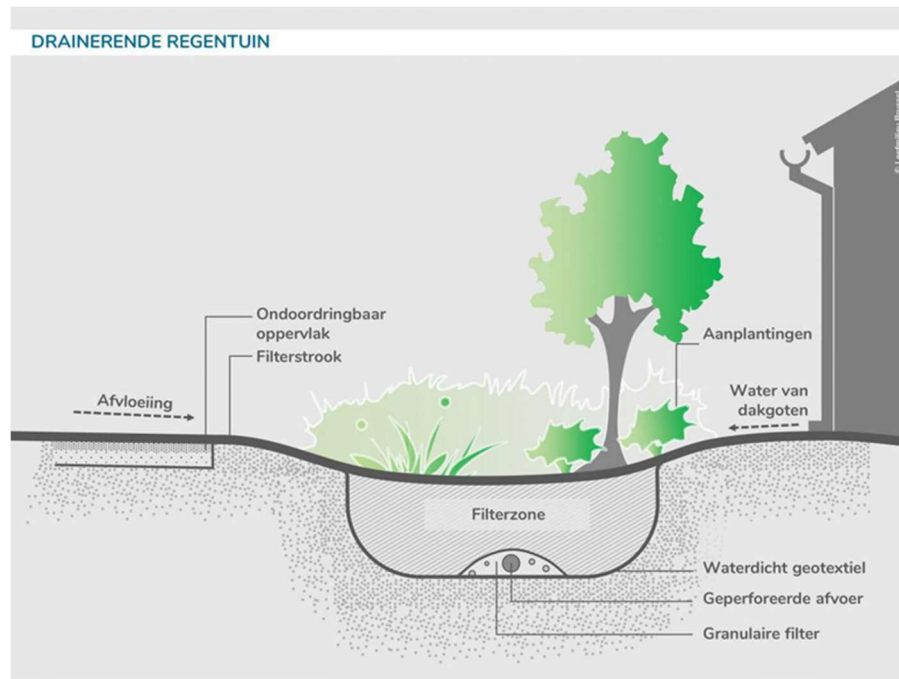


Figure F12-34 : Jardin de pluie infiltrant (Source Bruxelles Environnement)

2. Jardin de pluie drainant

Le jardin de pluie drainant est utilisé en cas de sols imperméables ou pollués.

Dans ce type d'ouvrage, l'eau est stockée et filtrée par le complexe planté. Un drain enterré permet d'évacuer les eaux à débit régulé vers le réseau ou, préférentiellement, vers une autre technique de gestion des eaux. Dans le cas d'un sol pollué ou d'une proximité de la nappe, une membrane étanche est placée au fond du complexe.



Figuur F12-35 : Drainerende regentuin (Bron Brussel Leefmilieu)

3. Semi-infiltrerende regentuin

De semi-infiltrerende regentuin wordt toegepast bij matig doorlatende bodems. Dit type regentuin compenseert de trage infiltratie van een deel van het water door het op een geregleerde snelheid af te voeren naar een afvoer voor grotere gebeurtenissen, waardoor de structuur in een redelijke tijd volledig kan worden geleegd. De ledigingstijd voor een regentuin kan langer zijn dan voor een "conventionele" constructie, als de aanwezigheid van water geen invloed heeft op het visuele uitzicht of het gebruik door de bewoners. De positie van de afvoer verschilt in functie van de doorlatendheid van de grond en de dimensionering van de regentuin. Een afvoer in de onderste stand ligt dicht bij een drainerende regentuin, terwijl hij in de bovenste stand dicht bij een infiltrerende regentuin ligt.

Inheemse plantensoorten die zijn aangepast aan afwisselend droge en overstromingsperioden verdienen de voorkeur.

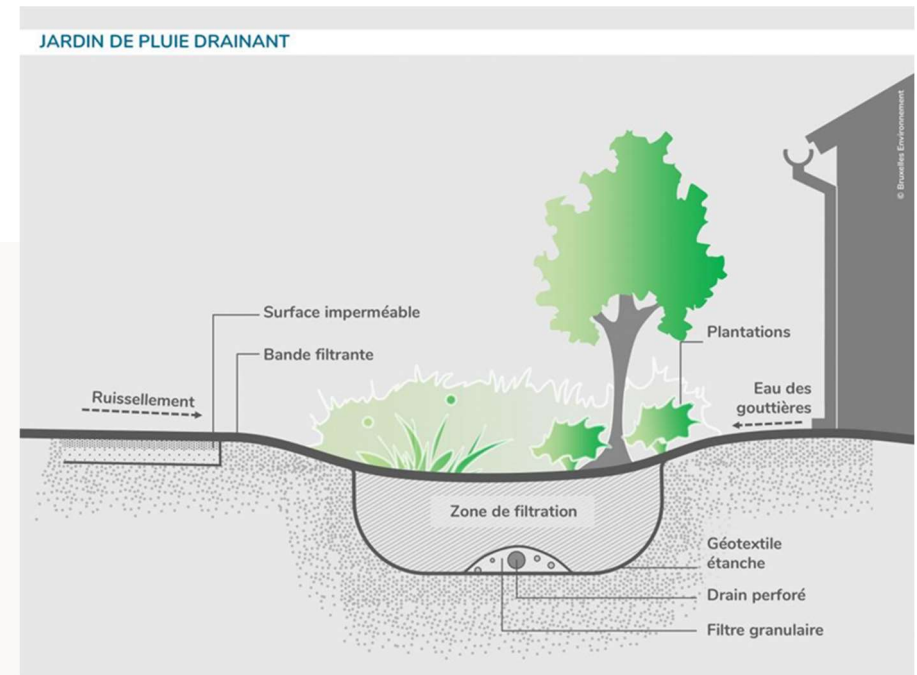
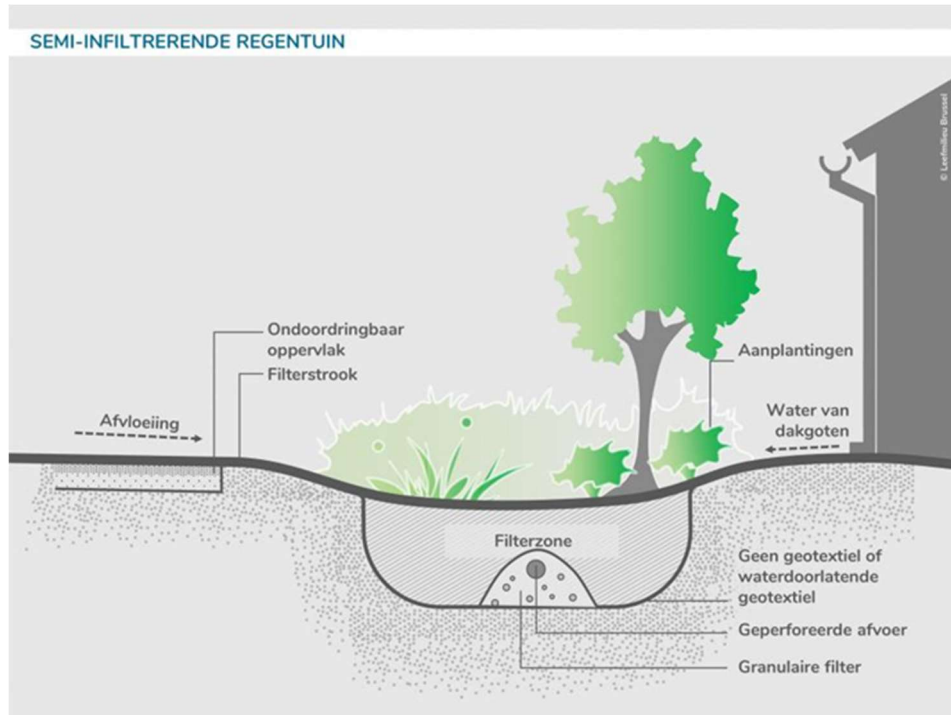


Figure F12-35: Jardin de pluie drainant (Source Bruxelles Environnement)

3. Jardin de pluie semi-infiltrant : sols moyennement perméable

Le jardin de pluie semi-infiltrant est utilisé en cas de sols moyennement perméable. Ce type de jardin de pluie palie l'infiltration lente d'une partie de l'eau par l'évacuation à débit régulé vers un exutoire pour des événements plus importants permettant de ce fait la vidange complète de l'ouvrage en un temps raisonnable. Le temps de vidange d'un jardin de pluie peut être plus long qu'un ouvrage « classique », si la présence de l'eau n'impacte pas le visuel ou l'usage des occupants. La position du drain varie en fonction de la perméabilité du sol et du dimensionnement du jardin de pluie. Un drain en position basse permet de se rapprocher d'un jardin de pluie drainant et à l'inverse, en position haute, d'un jardin de pluie infiltrant.

Les espèces végétales indigènes, adaptées à une alternance des périodes inondées et sèches sont à favoriser.



Figuur F12-36 : Semi-infiltrerende regentuin (bron Brussel Leefmilieu)

12.5.2. Technische bepalingen

12.5.2.1 Materialen

Granulaatmengsel volgens II.2.6.;

Zand volgens II.2.4;

Mengsel grond-steen volgens II.2.74

Waterdoorlatende geotextiel volgens II.2.16

Beplanting: inheemse en lokale planten, waarvan 50 % uit grassen en vaste planten, die aangepast zijn aan een afwisseling van overstromende en droge periodes

12.5.3. Uitvoering

12.5.3.1 Voorbereidende werken

Overeenkomstig de bepalingen van de GBRW-studie

De oppervlakte van een regentuin moet minimaal 5 tot 10% bedragen van de oppervlakken vanwaar het water wordt opgevangen;

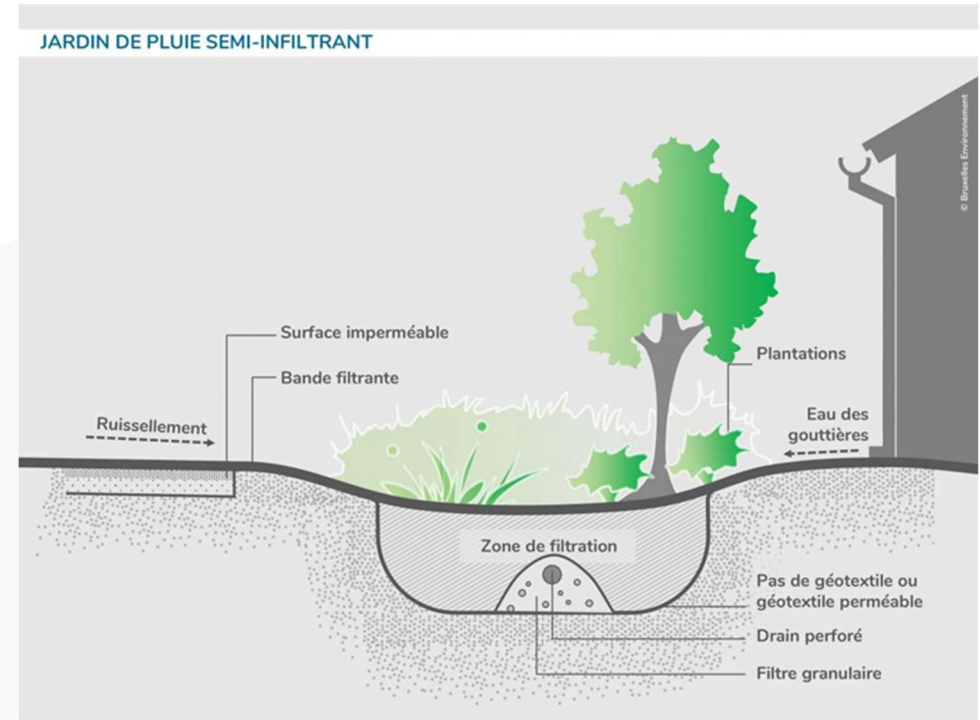


Figure F12-36 : Jardin de pluie semi-infiltrant (Source Bruxelles Environnement)

12.5.2. Clauses techniques

12.5.2.1 Matériaux

Graves selon II.2.6.;

Sable selon II.2.4;

Mélange terre-pierre selon II.2.74

Géotextile perméable selon II.2.16

Plantation: plantes indigènes, locales, dont d'au moins 50 % de graminées ou de vivaces, adaptées à une alternance de périodes inondées et sèches ;

12.5.3. Mise en œuvre

12.5.3.1 Travaux de préparation

Conforme aux prescriptions de l'étude GIEP.

La superficie d'un jardin de pluie doit être au minimum de 5 à 10 % des surfaces collectrices de ruissellement qui s'y écoulent ;

De opvangoppervlakken dienen een verhouding van 1 op 10 te respecteren tussen infiltrerende oppervlakte en bijdragende oppervlakte.

Om erosie te voorkomen, worden zacht glooiende oevers gecreëerd (max. 5%) met gebieden die de snelheid breken door stenen (kiezelbed, ondiepe sleuf met stenen enz.).

Als de bodem niet erg doorlaatbaar is, wordt grind voor de onderlaag gebruikt, zand voor de tussenlaag en een mix van mengeling steen-grond of aanaarding voor de bovenlaag.

Als de bodem goede doorlaatbaarheidskenmerken heeft, kan het volstaan om eenvoudigweg een verlaging te graven en de bestaande grond te gebruiken.

12.5.3.2 Kenmerken van de uitvoering

Een regentuin wordt meestal aangelegd aan het begin van het bouwterrein tijdens de grondwerken. Voor de rest van de werken dient het systeem beschermd te worden om verstopping door fijne deeltjes (fijne deeltjes veroorzaakt door de werken, stof enz.) te voorkomen en om verdichting door zware machines of door de opslag van materialen te verhinderen.

Er moet een noodoverloop voorzien worden voor regenachtige episodes die de infiltratiecapaciteit van de regentuin overschrijden.

De afvoer gebeurt naar een zone waarvan de tijdelijke overstroming geen schade berokkent aan goederen of personen.

12.5.3.3 Uitvoeringsmethode

Het uitvoeringsschema van een semi-infiltrerende regentuin is weergegeven in figuur F12-37.

Les surfaces de collectes doivent respecter le ration 1 pour 10 entre surface infiltrante et surface contributrice.

Pour éviter les phénomènes d'érosion, les berges seront aménagées en pente douce (max. 5%), avec des zones casses vitesses empierrées (lit de galets, tranchée de faible profondeur avec empièrrement, etc.).

Si le sol est peu perméable, du gravier est utilisé pour la couche inférieure, du sable pour la couche intermédiaire et un mélange terre pierre ou remblai pour la couche supérieure.

Si le sol présente de bonnes caractéristiques de perméabilité, il peut être suffisant de simplement creuser une dépression et de se servir du sol en place

12.5.3.2. Caractéristiques d'exécution

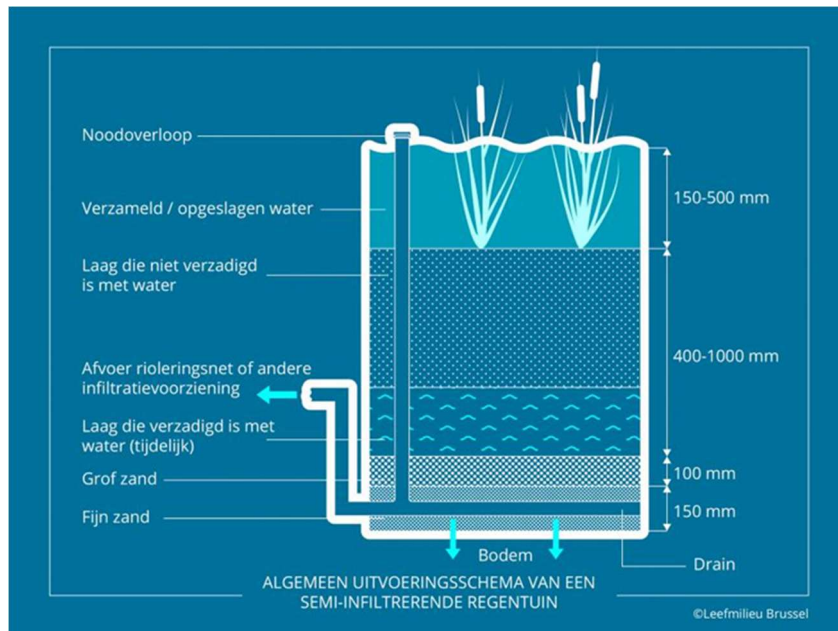
La mise en œuvre d'un jardin de pluie se fait généralement en début de chantier durant les travaux de terrassement. Il faut pour la suite du chantier protéger le dispositif pour éviter le colmatage par des fines (particules fines dues aux travaux, poussières, etc.) ainsi qu'éviter le compactage par les engins lourds ou par le stockage de matériaux ;

Un trop plein est à prévoir pour des évènements pluvieux dépassant les capacités d'infiltration du jardin de pluie.

L'exutoire se fait vers une zone dont l'immersion temporaire ne cause pas de dommages aux biens ni aux personnes.

12.5.3.3. Méthode d'exécution

Le schéma de mise en œuvre d'un jardin de pluie semi-infiltrant est montré à la figure F12-37.



Figuur F12-37: Uitvoeringsschema van een semi-infiltrerende tuin (Bron Brussel Leefmilieu)

12.5.4. Kwaliteitseisen

In overeenstemming met de vereisten in de GBRW-studie

12.5.5. Controles

12.5.5.1 A priori

In overeenstemming met de vereisten in de GBRW-studie

12.5.5.2 Tijdens de uitvoering

In overeenstemming met de vereisten in de GBRW-studie

12.5.5.3 A posteriori

De doorlaatbaarheid van de voorziening is na enkele maanden optimaal (zelfs tot 2 jaar), aangezien het de ontwikkeling van het wortelstelsel en de terugkeer van de regenwormen is die deze functie vervult.

De periodieke controle van eventuele lekdebieten en noodoverlopen is nodig: idealiter na elke aanzienlijke regenachtige episode, anders minstens twee keer per jaar op het einde van de herfst en de lente;

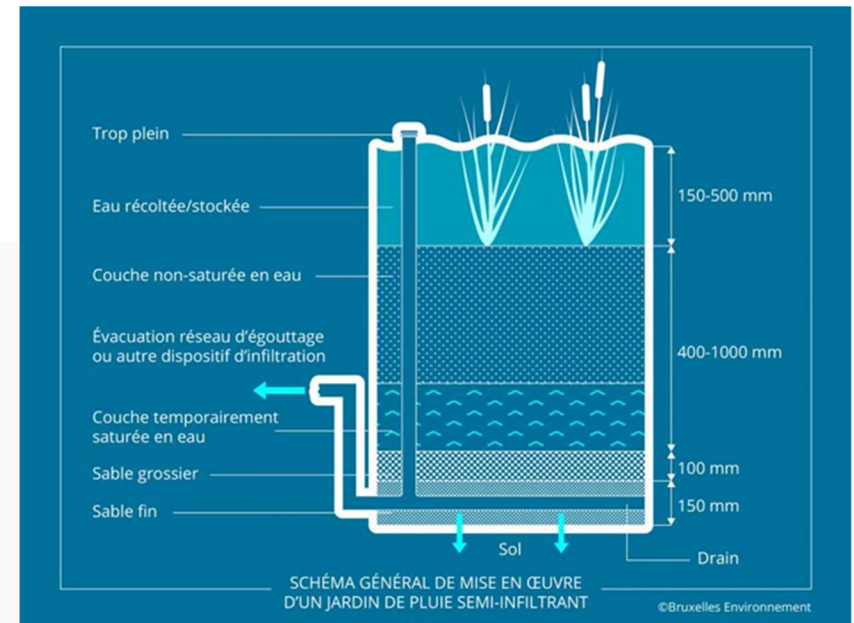


Figure F12-37: Schéma de mise en œuvre d'un jardin de pluie semi-infiltrant (Source Bruxelles Environnement)

12.5.4. Exigences de qualité

Conforme aux prescriptions à l'étude GIEP

12.5.5. Contrôles

12.5.5.1 A priori

Conforme aux prescriptions à l'étude GIEP

12.5.5.2 Pendant l'exécution

Conforme aux prescriptions à l'étude GIEP

12.5.5.3 A posteriori

La perméabilité du dispositif est optimale après plusieurs mois (voir jusqu'à 2 ans), étant donné que c'est le développement du système racinaire et le retour des vers de terre qui assurent cette fonction.

Le contrôle des éventuels débits de fuite et trop-pleins périodiquement est à prévoir: idéalement après chaque événement pluvieux important, sinon au moins deux fois par an à la sortie de l'automne et du printemps

12.5.6. Betaling

12.5.6.1 Meetmethode voor hoeveelheden opmeting

De verschillende uitvoeringsposten van de regentuin zijn opgenomen in hun respectievelijke hoofdstukken.

- Grondwerken, volgens hfdst II.4
- Onderfunderingen, volgens hfdst II.5
- Kolken, buizen, overloop volgens hfdst II.7
- Landschapsinrichting, volgens hfdst II.11
- Herstelling en onderhoud, volgens hfdst II.15 en hfdst II.16

12.5.6.2 Korting wegens minderwaarde

Nihil

12.6. Regenboom

12.6.1. Beschrijving

De regenboom is een boom waarvan de plantkuil is ontworpen en gedimensioneerd om een deel van het afstromende water te beheren, de ontwikkeling van de boom en de biodiversiteit aan te moedigen, inclusief die van de bodem.

Dit concept kan worden gebruikt in stedelijke herontwikkelingsprojecten om het afkoppelen van afstromend water van het gecombineerde rioolstelsel en de infiltratie ervan in beperkte stedelijke ruimten te integreren.

In geval van de aanwezigheid van een enkelvoudige boomkuil of meerdere enkelvoudige boomkuilen in de rijbaan, dient de kuil verbreed te worden met minimaal 15 m² per kuil en een afstand groter dan de kritische zone van de bomen.

De kritieke zone strekt zich uit van het hart van de boom tot een afstand die overeenkomt met één keer de omtrek van de boom gemeten op 1,50 m van de grond, te beginnen bij de rand van de stam.

De minimale diameter van de kritieke zone is 0,8 m, ongeacht de grootte van de boom.

Als aan de voorwaarden is voldaan en als het resultaat van het doorlatend oppervlak ten opzichte van het ondoorlatend oppervlak $\times 100 =$

- 1) tussen 10 en 30%; regenboomtechniek met infiltratiesleuf toepassen, aanleg van een infiltratiesleuf voor elke boomkuil;
- 2) indien hoger dan 30%: regenboomtechniek met stockeringszakken toepassen: doorlopende plantkuil van minimaal 30 m² om het water te infiltreren (overloopbekken), een doorlopende plantkuil van minstens 30 m², als de beschikbare groene ruimte het toelaat kan een beplante wadi worden gecreëerd.

3) in de andere gevallen: onmogelijke realisatie van een regenboom en dus waterhuishouding verbeteren:

12.5.6. Païement

12.5.6.1. Méthode de mesurage pour les quantités

Les différents postes d'exécution du jardin de pluie sont repris dans leurs chapitres respectifs.

- Terrassement, selon ChII.4
- Sous-fondations, selon ChII.5
- Avaloirs, tuyaux, trop-plein selon ChII.7
- Aménagement paysager, selon ChII.11
- Réparation et entretien, selon ChII.15 et ChII.16

12.5.6.2. Réfaction pour manquement

Nihil

12.6. Arbre de pluie

12.6.1. Description

L'arbre de pluie est un arbre dont la fosse de plantation a été pensée et dimensionnée pour gérer une partie des eaux de ruissellement, favoriser le développement de l'arbre et la biodiversité y compris celle du sol.

Ce concept est utilisable dans les projets de réaménagement urbain afin de bien intégrer la déconnexion des eaux de ruissellement du réseau d'assainissement unitaire ainsi que leur infiltration dans des espaces urbains restreints.

En cas de fosse d'arbre unitaire ou de plusieurs fosses d'arbre unitaire dans la voirie, il faudra élargir de minimum 15 m² par fosse et une distance supérieure à la zone critique des arbres.

La zone critique s'étend du centre de l'arbre jusqu'à une distance correspondant à une fois la circonférence de l'arbre mesurée à 1,50 m du sol, à partir du bord du tronc.

Le diamètre minimal de la zone critique est de 0,8 m, quelles que soient les dimensions de l'arbre.

Si ces conditions sont respectées, alors le calcul de la proposition de surface perméable de l'aménagement est le facteur déterminant.

si le résultat de la surface perméable/ la surface imperméable $\times 100 =$

- 1) entre 10 à 30 % : appliquer la technique d'arbre de pluie avec tranchée d'infiltration : création d'une tranchée d'infiltration pour chaque fosse ;
- 2) si supérieure à 30% : appliquer la technique d'arbre de pluie avec poches de stockage : des poches entre les arbres du massif pour infiltrer l'eau (bassin versant), une fosse de plantation continue de 30 m² minimum, si l'espace vert disponible le permet, une noue plantée pourra être réalisée.

3) dans les autres cas : réalisation d'un arbre de pluie impossible et donc amélioration de la gestion de l'eau :

- een onbelemmerde, aflopende inrit (zonder stoepranden of met 2/3 geperforeerde stoepranden en met hoogteverschil) aanleggen;
- een lagere zone aanleggen met vruchtbare grond en vegetatie om de biodiversiteit te bevorderen, inclusief die van de bodem.

Deze oplossingen zijn geen regenboom en ook geen waterbeheerstructuur, maar er wordt wel water geleid om de boom te irrigeren.

Bij het ontwerpen van het project moet de waterbehoefte van de boom tijdens het groeiseizoen correct worden ingeschat.

Regenbomen kunnen de hoeveelheid afvloeiend water verminderen via:

het gebladerte : dit vangt een deel van de neerslag op, vertraagt het afvloeien en beperkt de hoeveelheid water die het bodemoppervlak bereikt. Een deel van dit water wordt door evapotranspiratie direct aan de atmosfeer teruggegeven;

de wortels: ze nemen niet alleen direct water op, maar creëren ook galerijen en open ruimtes in de grond. Deze openingen vergroten de capaciteit van de bodem om insijpelingswater op te slaan en vervolgens te laten infiltreren.

Regenbomen spelen een belangrijke rol in regenwaterbeheer door de hoeveelheid afvloeiend water stroomopwaarts te verminderen.

Soorten regenboomstructuren

Er zijn drie ondergrondse structuursoorten voor regenbomen:

1. Stockholm-systeem

De installatie vereist zorgvuldigheid. Het gebruikte aggregaat moet van uniforme grootte zijn

- créer une entrée dégagée et en pente (sans bordure ou avec bordure perforées à 2/3) et avec une différence altimétrique) ;

- prévoir une zone en dépression avec un apport de terre fertile et végétalisation pour favoriser la biodiversité, y compris celle du sol.

Ces réalisations ne sont pas un arbre de pluie, ni un ouvrage de gestion hydraulique. Toutefois l'eau sera cheminée pour irriguer l'arbre.

Lors de la conception du projet, les besoins en eau de l'arbre pendant la saison de croissance doivent être correctement estimés.

Les arbres de pluie permettent de réduire la quantité d'eau de ruissellement par :

Le feuillage : il intercepte une partie des précipitations, permettant ainsi de ralentir l'écoulement et de limiter la quantité d'eau atteignant la surface du sol. Une partie de cette eau est directement rendue à l'atmosphère par évapotranspiration ;

les racines : outre l'eau qu'elles absorbent directement, elles créent des galeries et des espaces ouverts dans le sol. Ces aérations augmentent la capacité du sol à stocker puis infiltrer l'eau de ruissellement.

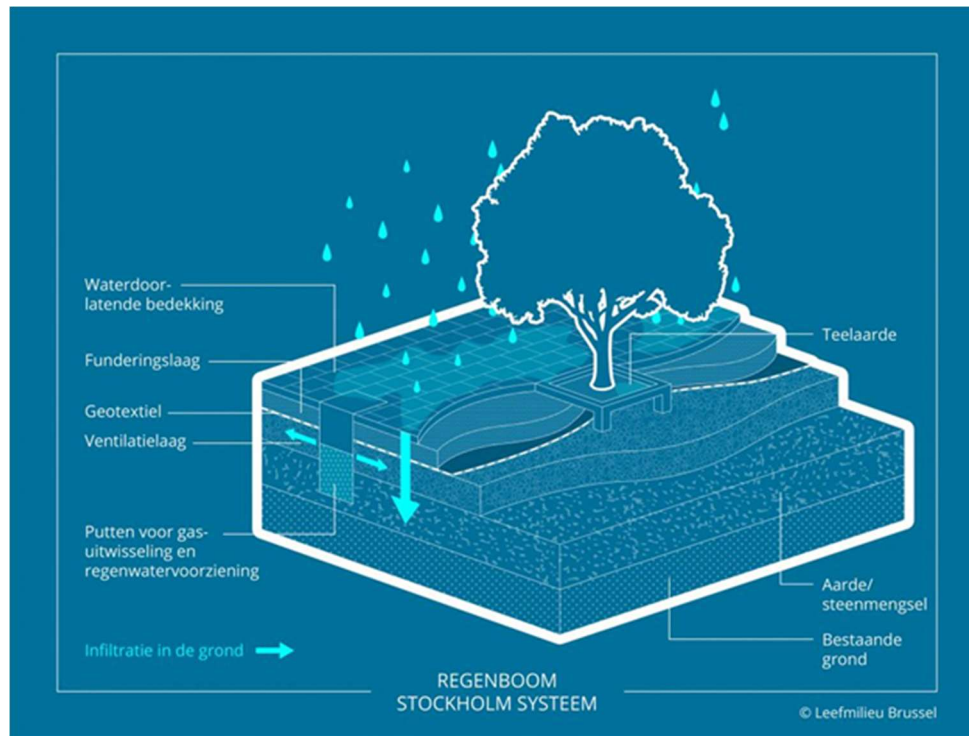
Les arbres de pluie jouent un rôle important dans la gestion des eaux pluviales en réduisant la quantité d'eau de ruissellement en amont.

Types de structure pour les arbres de pluie

Il existe trois types de structures enterrées pour les arbres de pluie :

1. Système de Stockholm

Son installation exige de la rigueur. L'agrégat employé doit impérativement être de taille homogène



Figuur F12-38 : Stockholm-systeem

2. Ultralichte structuur met honingraat (SAUL)

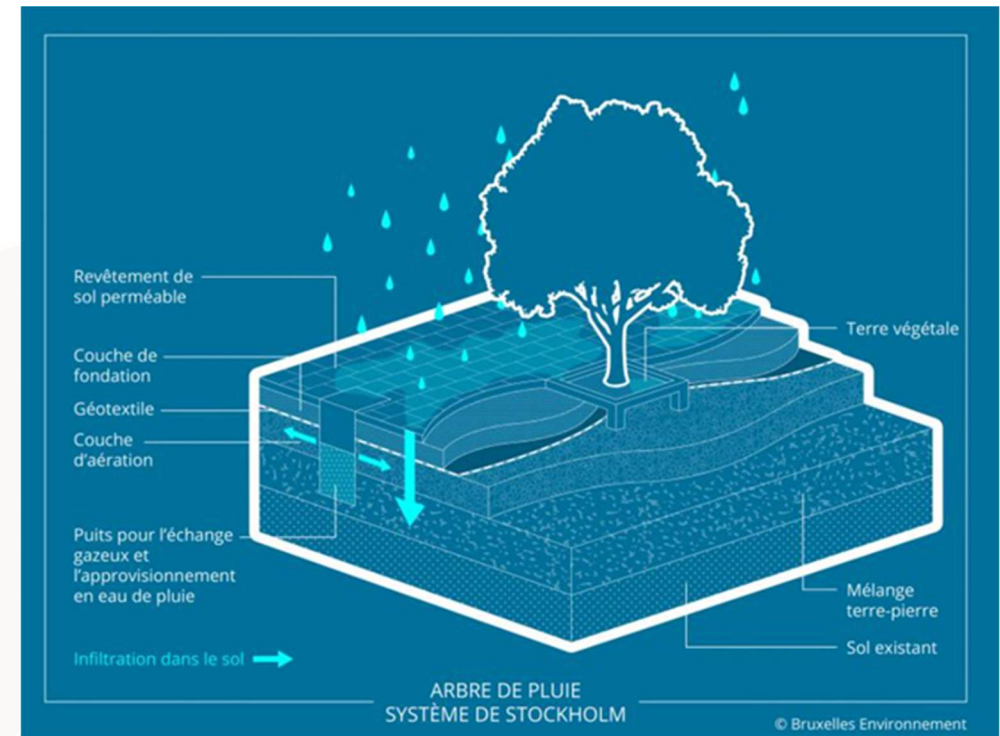
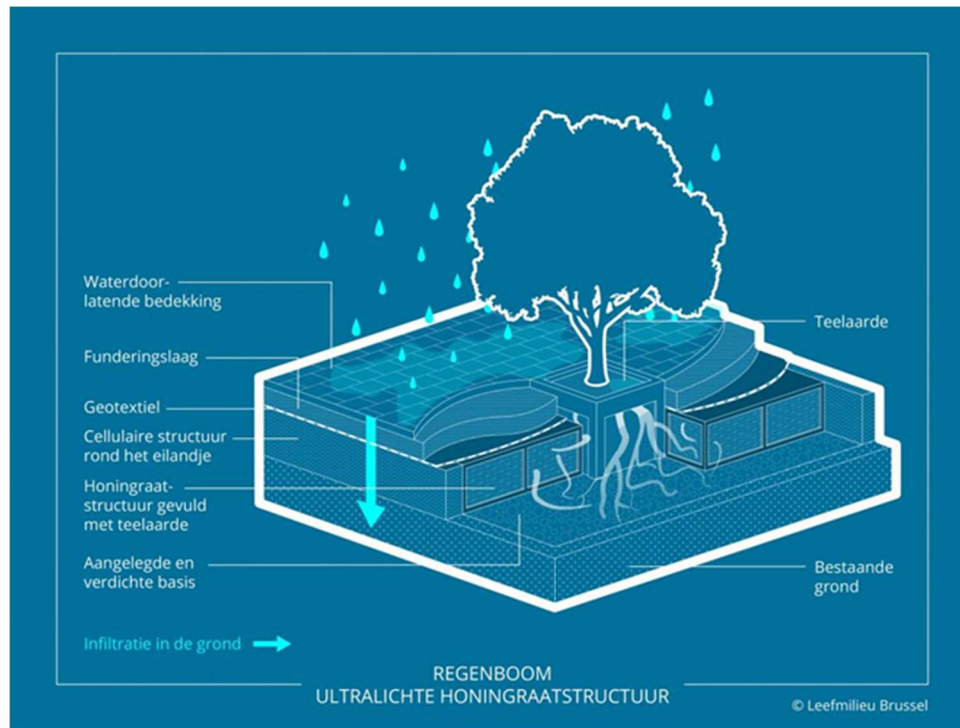


Figure F12-38 : Système de Stockholm

2. Structure alvéolaire ultra légère (SAUL)



Figuur F12-39 : Regenboom voor ultralichte structuur met honingraat

3. Drijvend systeem

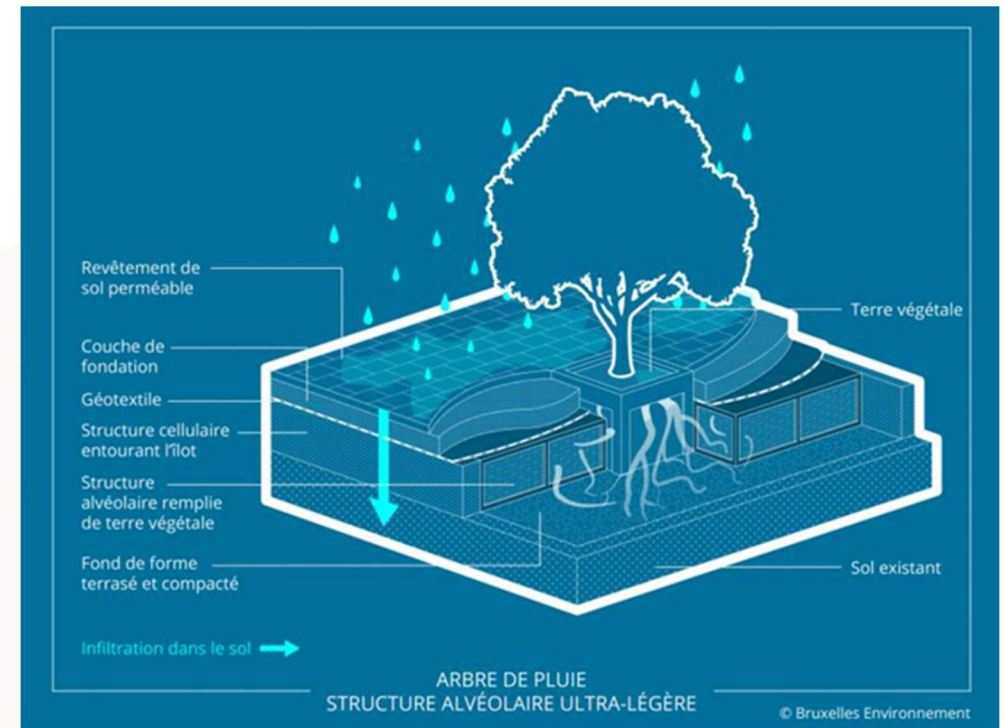
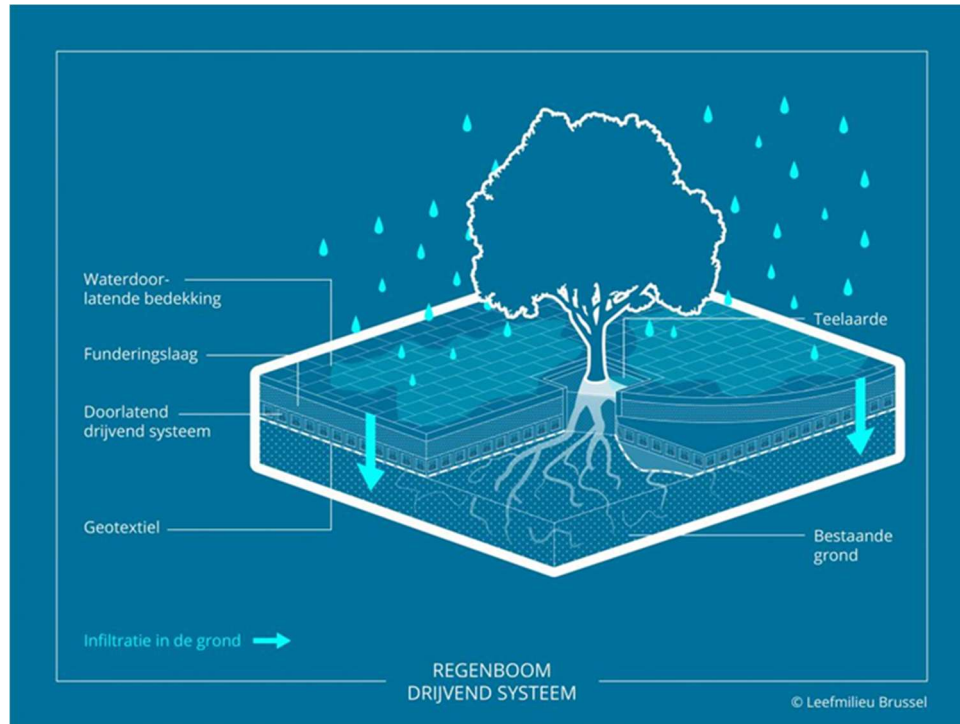


Figure F12-39 : Arbre de pluie pour structure alvéolaires ultra légères

3. Système flottant



Figuur F12-40 : Drijvend systeem

12.6.2. Technische bepalingen

12.6.2.1 Materialen

Geotextiel type 5.3 van PTV829, volgens II.2.16;
Infiltratiekrat (SAUL) volgens II.2.164

12.6.3. Uitvoering

12.6.3.1 Voorbereidende werken

In overeenstemming met de vereisten in de GBRW-studie

Voor een bestaande boom:

Maak de wortels vrij door opzuiging.

Grote wortels beschermd door stenen van 32 tot 90 mm - Andere wortels beschermd door grind van 4 tot 8 mm.

Voor nieuwe bomen

Maak de grond los tot een diepte van 2 m, kuil minstens 1,50 m diep.

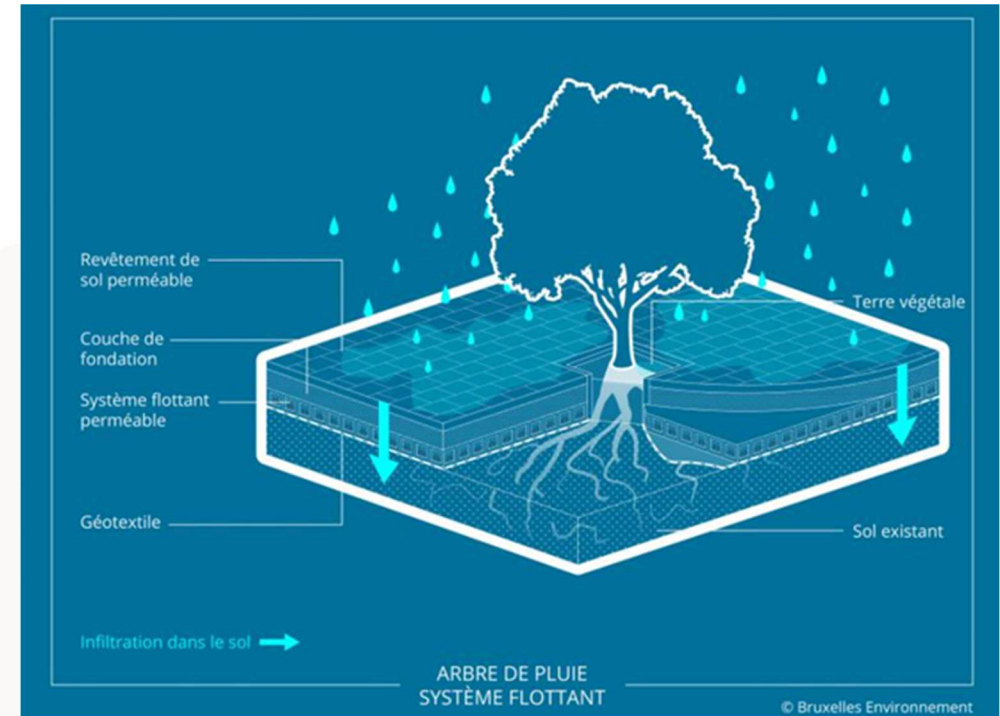


Figure F12-40 : Système flottant

12.6.2. Clauses techniques

12.6.2.1 Matériaux

Géotextile type 5.3 des PTV829 volgens II.2.2.16;

Caisson d'infiltration (SAUL) conform II.2.164

12.6.3. Mise en œuvre

12.6.3.1 Travaux de préparation

Conforme aux prescriptions de l'étude GIEP

Pour un arbre en place :

Dégager les racines à l'aide par aspiration.

Grosses racines protégées par des pierres de 32 à 90 mm de calibre – Autres racines protégées par des graviers de 4 à 8 mm de calibre.

Pour les nouveaux emplacements

Ameubler le sol jusqu'à 2 m de profondeur, fosse de minimum 1.50 m de profondeur.

In ruimtes die minder smal en minder belast zijn, kunnen de afmetingen groter zijn.

12.6.3.2 Kenmerken van de uitvoering

In overeenstemming met de vereisten in de GBRW-studie

Het water wordt naar de voet van de regenboom geleid via directe toevoer :

- afvloeiing vanaf:
 - de omliggende ondoorlatende oppervlakken;
 - filterende stroken;
 - waterweg;
- infiltratie door waterdoorlatende verharding:
 - roosters, houten beplanking;
 - massa-doorlatende straatstenen, platen en beton,
 - straatstenen met brede voegen;
 - geperforeerde betonplaten of honingraatplaten;
 - plantaardige of minerale mulch (grind);
 - grasperken, planten;

Het water wordt naar de voet van de regenboom geleid via indirecte toevoer:

Het water wordt afgevoerd van de omringende doorlatende of ondoorlatende oppervlakken.

Het wordt indirect via afvoerkanalen naar de plantkuil van de boom geleid.

12.6.3.3 Uitvoeringsmethode

In overeenstemming met de vereisten in de GBRW-studie

Grondstructuur Stockholm-systeem:

Ze bestaat uit twee hoofdonderdelen: een grote basis die bestaat uit een matrix van 60 cm: grote hoekige granieten stenen of gerecyclede betonstenen, diam. 100 tot 150 mm. De stenen kunnen een hogere pH hebben dan conventionele bodems, dus planten die alkalische bodems verdragen zijn nodig;

De grond en een langzaam vrijkomende meststof worden alleen aan de basis toegevoegd (d.w.z. voordat de beluchtingslaag wordt aangebracht) met behulp van een waterstraal onder druk, nadat de matrix van grote stenen is geïnstalleerd en verdicht. Dit proces wordt toegepast in opeenvolgende lagen van 300 mm steen;

Op 20 cm: kleinere ventilatielaag met droge steen, in gewassen graniet, diam. 63 tot 90 mm met een beluchtingsschacht, uitgerust met zandvangsers, om wortelverstikking te voorkomen.

Het scheidingsmembraan (geotextiel) wordt boven de beluchtingslaag geplaatst om deze te beschermen tegen de funderingslaag van de verharding, dewelke op doorlatend geotextiel geplaatst wordt.

12.6.4. Kwaliteitseisen

In overeenstemming met de vereisten in de GBRW-studie

12.6.5. Controles

Dans les espaces moins étroits et moins sollicités les dimensions peuvent être plus étendues.

12.6.3.2. Caractéristiques d'exécution

Conforme aux prescriptions de l'étude GIEP

L'eau est acheminée jusqu'au pied de l'arbre de pluie par alimentation directe :

- ruissellement, depuis :
 - les surfaces imperméables environnantes ;
 - bandes filtrantes;
 - cheminement d'eau ;
- infiltration au travers d'un revêtement perméable :
 - grilles, platelages bois ;
 - pavés, dalles et bétons perméables dans la masse,
 - pavés à joints larges ;
 - dalles béton ajourées ou dalles alvéolées ;
 - mulch végétal ou minéral (gravier) ;
 - pelouses, plantes ;

L'eau est acheminée jusqu'au pied de l'arbre de pluie par alimentation indirecte :

L'eau est drainée à partir des surfaces perméables ou imperméables environnantes. Elle est acheminée indirectement via des drains dans la fosse de plantation de l'arbre.

12.6.3.3. Méthode d'exécution

Conforme aux prescriptions de l'étude GIEP

Structure du sol du système de Stockholm :

Elle se compose de deux entités principales : une vaste base constituée d'une matrice sur 60cm : de grosses pierres anguleuses de granit ou béton recyclé, diam. 100 à 150 mm. Les pierres peuvent être associées à un pH plus élevé par rapport aux sols conventionnels, donc des plantes tolérantes aux sols alcalins sont nécessaires ;

La terre et un engrais à libération lente sont introduits uniquement dans la base (donc avant l'installation de la couche d'aération) au moyen d'un jet d'eau sous pression, une fois la matrice de grosses pierres installée et compactée. Ce procédé est à mettre en œuvre par couches successives de 300mm de pierres ;

Sur 20cm : couche d'aération en pierre sèche plus petite, en granit lavé, diam. 63 à 90 mm avec pose d'un puits d'aération, équipés de pièges à sable, pour éviter l'asphyxie des racines.

La membrane de séparation (géotextile) est à placer au-dessus de la couche d'aération, pour la protéger de la couche de fondation du revêtement de surface, laquelle est placée sur géotextile perméable.

12.6.4. Exigences de qualité

Conforme aux prescriptions de l'étude GIEP

12.6.5. Contrôles

12.6.5.1 A priori

In overeenstemming met de vereisten in de GBRW-studie

12.6.5.2 Tijdens de uitvoering

In overeenstemming met de vereisten in de GBRW-studie

12.6.5.3 A posteriori

In overeenstemming met de vereisten in de GBRW-studie

12.6.6. Betaling**12.6.6.1 Meetmethode voor hoeveelheden opmeting**

De verschillende posten van een regenboom zijn opgenomen in de respectievelijke hoofdstukken.

12.6.6.2 Korting wegens minderwaarde

Nihil

12.7. Injectiesysteem in een infiltrerend of drainerend massief**12.7.1. Beschrijving**

Het injectiesysteem omvat de levering en installatie van een injectiesysteem om afstromend water in een drainerende fundering onder het wegdek te leiden (rijvak, fietspad, parking, voetpad), met inbegrip van de grondwerken, een fundering in mager beton en alle benodigde details.

12.7.2. Technische bepalingen**12.7.2.1 Materialen**

Deze betonnen inrichtingen zijn uitgerust met:

- een geprefabriceerde bezinkkamer van variabele hoogte (hoogte van het baanbed van het drainerend massief);
- een omgekeerde pvc buis van 100 mm (met bocht);
- een drain van 1m aan weerszijden van de omgekeerde buis (met 3-weg bocht);
- een D400-rooster;
- een zeef (verwijderbaar voor reiniging) in lijn met de omgekeerde buis.

12.7.3. Uitvoering

Het water wordt opgevangen door het rooster en ondergaat een primaire behandeling (decanteren) voordat het via de omgekeerde buis in de drainagestructuur wordt geïnjecteerd en door de drains over het massief wordt verdeeld.

De buis wordt aan de zijkant van de kamer geplaatst om toegang voor reiniging mogelijk te maken. Deze wordt op het bovenste niveau van het drainerende massief geplaatst.

Deze kamers worden geïnstalleerd in combinatie met een waterdichte betonstructuur (inkepingen) en nemen niet de volledige breedte van de wadi of regentuin in beslag. Ze

12.6.5.1. A priori

Conforme aux prescriptions de l'étude GIEP

12.6.5.2. Pendant l'exécution

Conforme aux prescriptions de l'étude GIEP

12.6.5.3. A posteriori

Conforme aux prescriptions de l'étude GIEP

12.6.6. Païement**12.6.6.1. Méthode de mesurage pour les quantités**

Les différents postes d'un arbre de pluie sont repris dans les chapitres respectifs.

12.6.6.2. Réfaction pour manquement

Nihil

12.7. Système d'injection vers un massif d'infiltration ou drainant**12.7.1. Description**

Le système d'injection comprend la fourniture et l'installation d'un système d'injection des eaux de ruissellement dans une fondation drainante sous voirie (chaussée, piste cyclable, stationnement, parvis piétonnier etc) y compris les travaux de terrassement, une fondation en béton maigre et tous les détails nécessaires.

12.7.2. Clauses techniques**12.7.2.1. Matériaux**

Ces dispositifs en béton sont équipés des éléments suivants :

- une chambre de décantation préfabriquée de hauteur variable (hauteur du fond de coffre du massif drainant) ;
- un tube inversé en PVC de 100 mm (avec coude) ;
- un drain de 1 m de part et d'autre du tube inversé (avec coude à 3 voies) ;
- une grille D400 ;
- un tamis (amovible pour le nettoyage) aligné sur le tube inversé.

12.7.3. Mise en œuvre

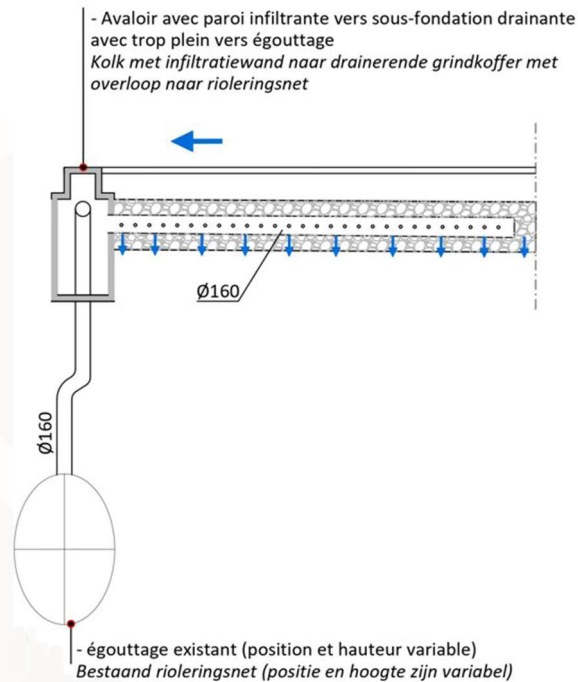
L'eau est collectée par la grille et subit un traitement primaire (décantation) avant d'être injectée dans la structure de drainage en passant par le tube inversé et d'être distribuée sur le massif par les drains.

Le tube est placé sur le côté de la chambre pour permettre l'accès à des fins de nettoyage. Il est placé au niveau supérieur du massif drainant.

Lors de l'installation, les chambres sont combinées à une structure en béton étanche à l'eau (redans) et elles n'occupent pas toute la largeur de la noue ou du jardin de pluie. Elles sont placées

worden om de 400 m² en volgens de uitvoeringsplannen geplaatst. Afmetingen: +/- 60 x 60cm + aangepast rooster (D400 – aangepast aan het verkeer). Diepte, volgens diepte wadi en regentuin

tous les 400 m² et selon les plans d'exécution. Dimensions : ± 60 × 60 cm + grille adaptée (D400 – adaptée à la circulation). Profondeur en fonction de la profondeur de la noue et du jardin de pluie.



Figuur F12-41 Principetekening van een aansluiting van een kolk op drainerende onderfundering met overloop naar rioleringsnet

Figure F1-41 : Coupe de principe d'une connexion de l'avaloir avec la sous-fondation drainante et trop plein vers égouttage

12.7.4. Kwaliteitseisen

In overeenstemming met de vereisten in de GBRW-studie

12.7.5. Controles

12.7.5.1. A priori

In overeenstemming met de vereisten in de GBRW-studie

12.7.5.2. Tijdens de uitvoering

In overeenstemming met de vereisten in de GBRW-studie

12.7.5.3. A posteriori

12.7.4. Exigences de qualité

Conforme aux prescriptions de l'étude GIEP

12.7.5. Contrôles

12.7.5.1. A priori

Conforme aux prescriptions de l'étude GIEP

12.7.5.2. Pendant l'exécution

Conforme aux prescriptions de l'étude GIEP

12.7.5.3. A posteriori

In overeenstemming met de vereisten in de GBRW-studie

12.7.6. Betaling

12.7.6.1 Meetmethode voor hoeveelheden opmeting

De verschillende posten van een injectiesysteem zijn opgenomen in hun respectievelijke hoofdstukken.

Grondwerken, volgens hfdst II.4

Onderfunderingen, volgens hfdst II.5

Kolken, buizen, overloop volgens hfdst II.7

12.7.6.2 Korting wegens minderwaarde

Nihil

Conforme aux prescriptions de l'étude GIEP

12.7.6. Paiement

12.7.6.1.Méthode de mesurage pour les quantités

Les différents postes du système d'injection dans leurs chapitres respectifs.

Terrassement, selon ChII.4

Sous-fondations, selon ChII.5

Avaloirs, tuyaux, trop-plein selon ChII.7

12.7.6.2.Réfaction pour manquement

Nihil