

Naar het behoud van de natuurlijke functies van de bodem in de bouw

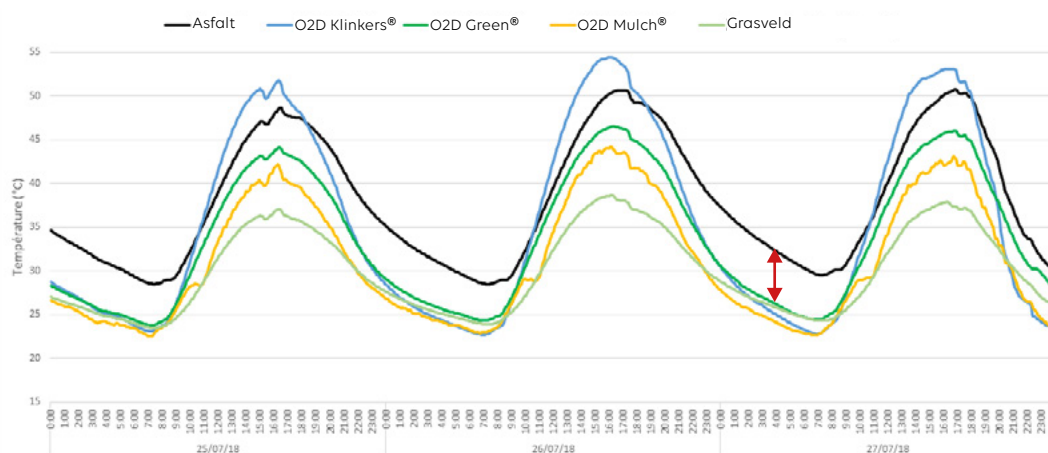
O2D ENVIRONNEMENT® begeleidt sinds 2004 projecten van doorlaatbare parkeerterreinen, toegangswegen en woongebieden. Het concept en de formulering van de O2D®-oplossingen hebben intrinsieke milieuvoordelen: natuurlijke infiltratie van regenwater zonder afvloeiing, herstel van de uitwisseling tussen lucht-water-bodem, bijdrage van organisch materiaal en een vegetatiedek, enz.

Met de wil om haar oplossingen te optimaliseren, lanceert de onderneming in 2017 het onderzoeks- en ontwikkelingsproject ACTIV-S¹ en bouwt een experimenteel platform voor doorlaatbare parkings. Dit platform heeft meerdere onderzoeksassen mogelijk gemaakt [thermisch gedrag, biodiversiteit, bioafbreekbaarheid] aldus bijdragend tot de wetenschappelijk kennis inzake stedelijke bodems. Dit project werd uitgevoerd in samenwerking met het Laboratorium voor Burgerlijke Bouwkunde en Geo-Milieu (Junia Hauts-de-France en Universiteit van Rijsel) en het Laboratorium voor Microbiologische Bodemanalyse (LAMS).



1. VERMINDERING VAN HET STEDELIJK HITTE-EILANDEFFECT

Het thermische gedrag van O2D® doorlaatbare bodemsystemen is onderwerp geweest van verscheidene analyses, in vergelijking met een klassieke asfaltbekleding alsook een volledig beplant, open stuk grond. De maatregelen die gedurende twee jaar om de vijf minuten werden uitgevoerd hebben toegelaten de **verschillen op te merken tussen dag- en nachtgedrag**. De **dagelijkse cycli van opslag en teruggave van zonne-energie** door bodemsystemen werden gekarakteriseerd en bleken bijzonder differentiërend te zijn.



Figuur 1: Metingen van temperatuur op een diepte van 3 cm (focus op de dagelijkse cycli van 25 tot 27 juli 2018).

› Tijdens de teruggavefase merken we een aanzienlijk temperatuurverschil op tussen asfalt en de vier andere modaliteiten.

› De afkoelingssnelheid van het O2D KLINKER®-systeem en de minimale oppervlakte-temperatuur die werd gemeten (gelijkwaardig aan deze van O2D GREEN®, O2D MULCH® en de beplante controlezone) tonen aan dat de stenen zeer gemakkelijk hun thermische lading teruggeven, hoewel ze opwarmen tijdens de dag.

¹ Project gesubsidieerd door ADEME in het kader van het initiatief IPME 2016 Water & Aquatische Milieus en goedgekeurd door de concurrentiepool HYDREOS.

De observatie van vier hittegolven tussen 2018 en 2020 maakt het mogelijk om drie soorten klimaatprestaties te onderscheiden met betrekking tot de strijd tegen de vorming van stedelijke hitte-eilanden:

- › **Ongunstig thermisch gedrag:** bekleding in asfalt
- › **Gunstig thermisch gedrag:** de O2D GREEN®- en O2D MULCH®-systemen
- › **Gemiddeld thermisch gedrag:** de O2D KLINKER®- en O2D MINERAAL®-systemen

Systeem	PERIODE DAG	PERIODE NACHT	KLIMAAT- PRESTATIE
O2D GREEN®	-5°C	-6,8°C	Zeer goed
O2D MULCH®	-6°C	-6°C	Zeer goed
O2D KLINKERS®	-0,7°C	-6,2°C	Goed
O2D MINERAAL®	-2,5°C	-6,1°C	Goed

Figuur 2: Samenvattende tabel die de gemeten temperatuurverschillen toont tegenover asfalt, gemiddeld* over 4 hittegolven geobserveerd tussen 2018 en 2020.

* gemiddelde van 190 en 95 metingen per conditie, respectievelijk tijdens de dag en tijdens de nacht.

RESULTATEN EN INTERPRETATIES

- › Het oppervlak van de bodems fungeert overdag als opvang van zonne-energie en warmte-accumulator. Het doorlaatbare karakter van de bodemsystemen draagt bij tot de afkoeling ervan, door luchtcirculatie tussen de verschillende bodemlagen mogelijk te maken.
- › De rol van de fundering als warmtereservoir wordt bevestigd. Een 'gesloten' funderingsmateriaal zal meer opslaan en zal de warmte gedurende langere tijd teruggeven dan een fijngemalen materiaal met een bepaalde porositeit.
- › De organische systemen worden op duurzame wijze getroffen door de wateropvang na de regenperiodes, wat hen toelaat een rol van warmteregelaar te spelen, dankzij het verdampingsfenomeen.

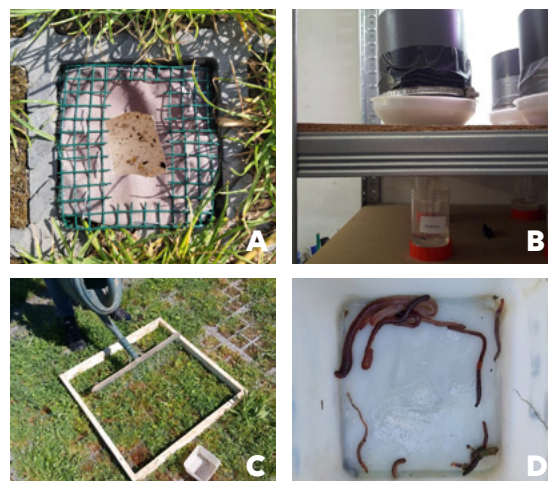
De studie van het thermische gedrag van de O2D®-bodemsystemen **laat toe hun klimatologische prestaties te bevestigen in de context van de strijd tegen de vorming van stedelijke hitte-eilanden**. Doorlaatbaarheid en de aanwezigheid van organische materie, of zelfs vegetatie, lijken de ideale combinatie om de opwarming van de omgevingslucht in stedelijke gebieden tegen te gaan. Dit bevestigt bepaalde aanbevelingen voor de aanpassing van steden aan de klimaatverandering, in de richting van de terugkeer van water en begroeiing in openbare ruimtes.

HET VOLLEDIGE STUDIERAPPORT KAN WORDEN GEDOWNLOAD OP DE DOCUMENTATIEPAGINA VAN ONZE WEBSITE

2. HERSTEL VAN DE BIODIVERSITEIT IN STEDELIJKE BODEMS

Om de biodiversiteit van de bodems van begroeide parkeerterreinen te observeren en de invloed van verschillende factoren daarop te bestuderen, **werden bemonsteringscampagnes van de bodemfauna uitgevoerd, gebruik makende van de daarvoor geschikte methoden: bodembemonstering en extractie met Berlèse-trechters voor de mesofauna, het opzetten van Barbervallen voor de macrofauna en bemonstering van regenwormen**. Deze campagnes vonden plaats in 2019 en 2021 met metingen uitgevoerd op het experimentele platform, alsook op twaalf gebruikte parkeerterreinen.

De met gras bezaaide parkings blijken uitzonderlijk gunstig te zijn voor de terugkeer van de biodiversiteit in de stedelijke bodems. De uitgevoerde metingen bewijzen de aanwezigheid van een gevarieerde bodemfauna, en dit ongeacht de ouderdom of de aangrenzende omgeving van de parking.



Figuur 3: Insectenval (A), Berlese Extraction (B), Chemische extractie van regenwormen volgens de AITC methode (C et D).

OBSERVATIE VAN DE MACROFAUNA (4 TOT 80 MM)

- › De studie identificeert bestuivers zoals hommels, bodemingenieurs zoals mieren en regenwormen, aaseters zoals pissebedden, en roofdieren zoals spinnen.
- › Er worden jonge individuen waargenomen (vooral regenwormen en larven van lieveheersbeestjes), wat aantoont dat begroeide **parkeerterreinen de nodige voorwaarden kunnen bieden voor een reproductieplaats.**

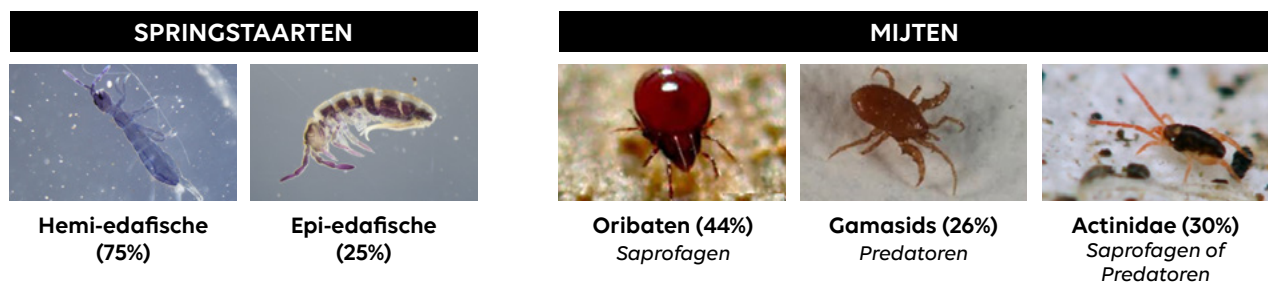


- A : HOMMEL
- B : VUURWANTS
- C : PISSEBED
- D : LARVE
- E : LARVE VAN LIEVEHEERSBEESTJE
- F : REGENWORM

Figuur 4 : Foto's van de macrofauna.

OBSERVATIE VAN DE MESOFAUNA (0,25 TOT 4 MM)

- › **Springstaarten** en **mijten** zijn de meest vertegenwoordigde taxa.
- › De viermonsternamecampagnes die werden uitgevoerd voor de studie van de mesofauna, zijnde 144 exemplaren, hebben toegelaten de totale gemiddelde dichtheid van individuen per m² begroeide parking te bepalen: 12.626 ind./m².
- › De gemeten hoeveelheid aan hemi-edafische springstaarten geeft aan dat de **bodems van begroeide parkings een stabiel ecosysteem vormen**, en dit ondanks het frequente bezoek van voertuigen verbonden met het gebruik van deze oppervlaktes.



Figuur 5 : microscoopfoto's van de mesofauna (Springstaarten: LGCgE Universiteit van Rijsel 1 | Mijten: afbeeldingen zonder auteursrechten)

RESULTATEN EN INTERPRETATIES

› Het geheel van de uitgevoerde metingen en analyses heeft toegelaten een **faunale biodiversiteit** aan te tonen in de bodem van begroeide parkings, zowel op gebied van soorten als vertegenwoordigde functies: aaseters (afbraak van organische materie), predatoren, bodemingenieurs, enz.

› De begroeide parkings van O2D ENVIRONNEMENT® blijken **circulatie-, woon- en broedplaatsen** voor een **verscheidenheid van bodemfauna (macrofauna, mesofauna en micro-organismen)** te zijn. In een stedelijke omgeving helpen deze inrichtingen de verbinding van de bodem te herstellen en dragen aldus bij tot de doelstellingen van het groene en het bruine web.

HET VOLLEDIGE STUDIERAPPORT KAN WORDEN GEDOWNLOAD OP DE DOCUMENTATIEPAGINA VAN ONZE WEBSITE

3. OPVANG EN BIOLOGISCHE AFBRAAK VAN KOOLWATERSTOFFEN

De ontwikkeling van het beheer «aan de bron» van regenwater impliceert een toenemende integratie van infiltratiewerken in de ontwikkelingswerken. Er rijzen echter vragen over een mogelijk risico op verontreiniging van bodems en grondwatermassa's als gevolg van deze beheersmethode. De capaciteit van de bodem om een rol van «filter» te spelen tegenover deze microverontreinigende stoffen is aangetoond door verscheidene studies (C.J. Pratt, A.P. Newman, P.C. Bond, 1993 - Mikkelsen et al., 1994). Recente werken inzake beheer aan de bron hebben eveneens een aanzienlijke vermindering van de stroom van polluenten in de richting van oppervlaktewaters aangetoond (A. Bressy, 2010 et J. Sage, 2016). **Toch blijven er nog enkele bedenkingen bij deze werken. In het kader van doorlaatbare parkings betreft de bezorgdheid de migratie van koolwaterstoffen komende van vervuilingen veroorzaakt door olie- en brandstoflekken uit voertuigen.**

Het voorkomen van vervuiling door koolwaterstoffen hangt af van twee sleuteleigenschappen van het bodemsysteem: de capaciteit om koolwaterstoffen op te vangen en de capaciteit om ze ter plaatse af te breken.

Diesel en motorolie zijn koolwaterstofmengsels die biologisch kunnen worden afgebroken door micro-organismen die in de bodem aanwezig zijn. Deze natuurlijke vermindering bestaat eruit de micro-organismen in de bodem de diesel of de motorolie te laten gebruiken als bron van koolstof en energie. Om dit fenomeen te bestuderen werden twee experimenten uitgevoerd, in samenwerking met het laboratorium LGCgE (Junia HdF):

- › **Percolatietesten in kolommen** om de capaciteit voor de opvang van koolwaterstoffen te bepalen.
- › **Meting van de biologische** vraag naar zuurstof in 5 dagen, bestemd om de capaciteit voor bioremediatie te meten.

Deze studies handelen over de materialen die worden aanbevolen bij de implantatie van O2D GREEN® aangeplante systemen: substraat voor het vullen van de tegels, vruchtbaar legbed en steen-aarde funderingsmengsel.

CAPACITEIT VOOR OPVANG VAN KOOLWATERSTOFFEN

Het bodemsysteem dat werd bestudeerd tijdens de percolatietest in kolommen bestond **uit 15 cm O2D® TP GREEN aarde-steen mengsel en 3 cm O2D® LP GREEN vruchtbaar legbed.**

Nadat de kolommen verzadigd waren met water, werden 20 g diesel en 20 g motorolie op gelokaliseerde wijze aangebracht op een schijf met 10 cm diameter. Twee percolatietesten werden uitgevoerd 24 h en 48 h na het plaatsen van de koolwaterstoffen, door percolatie van een hoeveelheid equivalent met 60 l water per m². De analyses van het percolatiewater werden uitgevoerd door het CERECO-laboratorium (koolwaterstofindex, norm NF EN ISO 9377-2).



Figuur 6 : aanzichten van de kolommen en het aanbrengen van de vervuiling op het substraat

RESULTATEN EN INTERPRETATIES

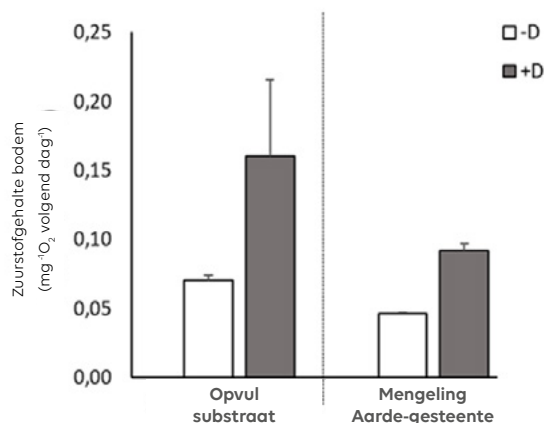
- › Er werd geen enkel spoor van koolwaterstoffen gedetecteerd in het percolatiewater (detectiedrempel: 0,2 mg/l - ervaring gerealiseerd in drie herhalingen).
- › Het door O2D® aanbevolen systeem, bestaande uit een fundering en een vruchtbaar legbed, bezit aanzienlijke capaciteiten voor de opvang van koolwaterstoffen.

CAPACITEIT VOOR BIOREMEDIATIE

De materialen die werden bestudeerd tijdens de analyse van de ademhaling van de bodem waren het **O2D® SR GREEN opvulsubstraat en het O2D® TP GREEN aarde-steen substraatmengsel.**

De meting van de biologische vraag naar zuurstof over 5 dagen laat toe de microbiële activiteit van een materiaal te evalueren via zijn ademhaling. Naarmate bacteriën verbindingen afbreken en zich vermenigvuldigen, neemt hun zuurstofverbruik inderdaad toe. Hoe hoger de microbiële activiteit, hoe hoger de hoeveelheid verbruikte zuurstof dientengevolge zal zijn.

De basale ademhaling van de micro-organismen in de geteste stalen werd gemeten gedurende 5 dagen (-D). Het laboratorium is vervolgens overgegaan tot de toevoeging van diesel aan de stalen (+D), alvorens opnieuw de biologische vraag naar zuurstof over 5 dagen te meten.



Figuur 7: microbiële ademhaling in de materialen waaruit het O2D GREEN®-systeem bestaat (+ / - = met of zonder toevoeging van diesel).

RESULTATEN EN INTERPRETATIES

- > We merken een aanzienlijke verhoging van de microbiële ademhaling op na de toevoeging van diesel (+D) aan het opvulsubstraat en aan de aarde van het aarde-steen mengsel.
- > De micro-organismen hebben de mineralisatie van de diesel in slechts enkele dagen tijd ingezet.
- > Deze twee materialen, aanbevolen in de implantatie van de O2D GREEN®-systemen, bevatten autochtone micro-organismen die in staat zijn koolwaterstoffen af te breken en te mineraliseren.

De capaciteit voor opvang van koolwaterstoffen (diesel en motorolie) door het funderingssysteem van de begroeide oplossingen van O2D® (vruchtbaar legbed en aarde-steenmengsel) werd gevalideerd door de percolatie-testen in kolommen. De waarneming van de bodemademhaling (meting van de biologische vraag naar zuurstof over 5 dagen) toonde het potentieel aan van bioremediatie van koolwaterstoffen door het opvulsubstraat en de aarde van het aarde-steenmengsel.

De O2D GREEN® begroeide oplossingen zijn dus in **staat om koolwaterstoffen die aan de oppervlakte zijn afgezet** en die waarschijnlijk door water dat door de verschillende lagen van dit bodemsysteem infiltreert, worden overgebracht, vast te zetten en biologisch af te breken.

De duurzaamheid van deze bioremediatiecapaciteit kon worden waargenomen tijdens de studie van de biodiversiteit in de begroeide systemen van O2D®. De analyses die werden uitgevoerd op de genomen stalen (O2D® SR, LP et TP GREEN) hebben inderdaad de activiteit van de micro-organismen, aanwezig in de substraten die al sinds meer dan drie jaar geplaatst waren, aangetoond.

HET VOLLEDIGE STUDIERAPPORT ZAL IN 2022 BESCHIKBAAR ZIJN VOOR DOWNLOAD OP DE [DOCUMENTATIEPAGINA](#) VAN ONZE WEBSITE.

OM VERDER TE GAAN: ANDERE STUDIEREFERENTIES IN DE LITERATUUR

Studie van olieplekken: Vormen begroeide, doorlaatbare parkeerterreinen een gevaar voor het milieu? (LVG Heidelberg, 1998)

Het tuinbouwinstituut LVG in Heidelberg, Duitsland, heeft onderzoek gedaan naar de maximaal toelaatbare mate van verontreiniging door koolwaterstoffen op begroeide parkeerterreinen. Het gebruikte hulpmiddel was een lysimeter bestaande uit met gras ingezaaide alveolaire tegels die op een vruchtbare bodem werden geplaatst. Gedurende elf maanden werden verschillende hoeveelheden olie druppel per druppel aangebracht (equivalent met frequenties tussen 3,5 en 10 parkeercycli per dag).

De resultaten van de studie tonen aan dat de aanwezigheid van pollutanten van het type koolwaterstoffen in de bodem leidt tot de ontwikkeling van micro-organismen. **Hoe hoger de hoeveelheid olie in de bodem, hoe meer de microbiële activiteit en de afbraak van koolwaterstoffen door de micro-organismen toeneemt.**

Studies betreffende andere families microverontreinigende stoffen (metalen, pesticiden, PAK's,...) waargenomen in inrichtingen voor infiltratie van regenwater

> **THESIS** «Meten en modelleren van de contaminatie van de bodem in inrichtingen voor beheer aan de bron van stedelijke afvloeiing», D. TEDOLDI, 2017.

> **PROGRAMME MICROMEGAS** «Het lot van microverontreinigende stoffen in inrichtingen voor beheer aan de bron of gecentraliseerd beheer van regenwater», GRAIE-OTHU, INSA LYON DEEP, UMR 5600 CNRS-EVS, ENS LYON, AE RMC, 2020.

U kunt de volledige studie terugvinden op onze website (pagina [DOCUMENTATIE](#)).

4. ECOMATERIAAL, DEUGDZAME PRODUCTIE EN KOOLSTOFCOMPENSATIE

Naast de voordelen voor het milieu op het gebied van klimatologische prestaties, biodiversiteitspotentieel en zuiveringscapaciteit, zijn de bodemsystemen van O2D® ontwikkeld rond een ecomateriaal: **de TTE®-Rooster**.

Het TTE®-rooster, geproduceerd uit gerecycleerd huishoudelijk afval volgens het Duitse DUAL-systeem, is **het resultaat van een kwaliteitsherwaarderingsketen vanaf de verzameling van plastic thuis verpakkingen tot hun industriële transformatie**. Dit afval, dat gewoonlijk voor verbranding of de stortplaats is bestemd, wordt aldus geherwaardeerd in een nieuwe materie, bestemd voor de productie van producten met een hoge toegevoegde milieuwaaarde. Het TTE®-rooster, gerecycleerd, recycleerbaar en herbruikbaar, maakt deel uit van de visie van de circulaire economie.

› **27 ton huishoudplastic geherwaardeerd met de bouw van een parking van 1.000 m²**

De analyse van de levenscyclus van het product is van cruciaal belang om het milieueffect ervan in de constructie te beoordelen. Deze bestaat uit het analyseren van het verbruik aan grondstoffen, de productie van afval en de koolstofbalans van zijn productiecyclus, maar ook tijdens de implantatie, de exploitatie, en het beheer aan het einde van de levensduur ervan. O2D ENVIRONNEMENT® wilde alle milieueffecten evalueren die verband houden met de levenscyclus van het TTE®-rooster, door een Milieu- en gezondheidsverklaring op te stellen (Frankrijk: FDES met inbegrip van de *Environmental Product Declaration* - EPD).

› **Het TTE®-rooster blijkt performanter te zijn op milieugebied dan de oplossingen in beton**

MILIEU IMPACT			TTE® ROOSTER	EENHEID
1	Verbruik van energetische grondstoffen			
	Primaire energie Totaal		269,8	MJ
	gerecupereerde energie		200	MJ
	Niet hernieuwbare energie		69,8	MJ
2	Indicator uitputting grondstoffen (ADP)		3,8E-06	kg éq. antimoine
3	Waternverbruik		4,6E-02	m ³
4	Vaste afvalstoffen	Gewaardeerd	19,1	kg
		Afgevoerd		
		Gevaarlijk	1,6E-07	kg
		Niet gevaarlijk (DIB)	8,3	kg
		Passief	0	kg
		Radioactief	2,7E-02	kg
5	Klimaatwijzigingen		11	kg éq. CO ₂
6	Atmosferische verzuring		1,5E-02	kg éq. SO ₂
7	Luchtvervuiling		501	m ³
8	Waternvervuiling		3,8	m ³
9	Afbraak van de ozonlaag		3,8E-13	kg CFC-11 éq
10	Fotochemische ozonvorming		1,1E-03	kg d'éq. Ethylène
11	Eutrofiëring		3,9E-03	kg éq. PO ₄ ²⁻

Figuur 8 : tabel van de milieu- en gezondheidsverklaring (Frankrijk: FDES) TTE® MultiDrain^{PLUS}, registratienummer van het INIES-programma 027109482021.

Conclusie

Deze verschillende studies tonen de prestaties van de oplossingen van O2D® aan met betrekking tot het gestelde doel, zijnde: het behoud van de natuurlijke functies van de bodem in het kader van ontwikkelingswerken. Ze verzekeren terzelfdertijd de functies van ondersteuning en ecosysteemfuncties die essentieel zijn voor het behoud van het milieu-, sociaal en economisch evenwicht van onze gemeenschappen:

- › **ONDERSTEUNENDE FUNCTIE** voor het leven op het land en menselijke activiteiten.
- › **ECOSYSTEEMFUNCTIES:**
 - infiltratie, regeling en zuivering.
 - thermische regeling en opvang van broeikasgassen.
 - reservoir van biodiversiteit het thuis voor bio-geochemische cycli via de actie van micro-organismen, productie van assimileerbare mineraalelementen die kunnen worden gebruikt door de vegetatie.

« De doorlaatbare grondsystemen van O2D® vertegenwoordigen een opportuniteit om de stad aan te passen aan de klimaatverandering en de erosie van het leven in de bodem, door de impact van de ontwikkeling van talrijke oppervlaktes die traditioneel gemineraliseerd zijn, te verminderen. Het engagement van O2D ENVIRONNEMENT® gaat verder dan de intrinsieke voordelen van haar oplossingen en richt zich ook op een productiemodus en een meer deugdzame productlevenscyclus, van het gebruik van gerecycleerd plastic tot het compenseren van de koolstofuitstoot bij productie en vervoer. »