KOESTER DE KOOLSTOF

INHOUDELIJK EINDRAPPORT

Mia Tits (Bodemkundige Dienst van België)
Brecht Lammens (Agrobeheercentrum Eco²)

31 december 2018

1 Samenvatting

In het PDPO Leaderproject Koester de Koolstof is het effect van de toediening van houtsnippers op vier verschillende akkerbodems in Zuid-Limburg en Voeren onderzocht gedurende drie jaar. De aanleiding hiervoor was het steeds dalende koolstofgehalte van landbouwgronden, de hoge erosiegevoeligheid van akkers in Zuid-Limburg en het achterstallige beheer van houtkanten gedurende de laatste jaren.

In de demo opstelling werd gebruik gemaakt van de Bois Raméal Fragmenté (BRF) techniek. Bij deze techniek worden houtsnippers oppervlakkig ingewerkt in de bodem door niet-kerende bodembewerking. Het verwachte effect hiervan is een toename van het organische-stofgehalte van de bodem, waardoor enerzijds het koolstofgehalte stijgt en anderzijds de erosiegevoeligheid daalt. Door de toediening van organisch materiaal en omdat de bodem niet-kerend bewerkt wordt, zal ook het bodemleven gestimuleerd worden. De kringloop wordt gesloten door te werken met houtsnippers afkomstig van lokale houtkanten.

Het eerste deel van dit rapport bestaat uit een literatuurstudie, waarin dieper wordt ingegaan op de BRF-techniek, de effecten ervan op bodemeigenschappen en de gunstige en ongunstige effecten. Er is reeds sinds de jaren '70 onderzoek gedaan naar de toepassing van deze techniek. Opvallend is dat al deze onderzoeken in Franstalige landen of regio's werden uitgevoerd. Engelstalige of Nederlandstalige literatuur is nauwelijks terug te vinden.

Het tweede deel van het rapport bestaat uit de praktische kant. Er werden vier demonstratieve percelen met de BRF-techniek aangelegd te Tongeren, Gingelom, Hoeselt en Voeren. In deze percelen werden een hele reeks waarnemingen en metingen uitgevoerd om de effecten van de toediening van houtsnippers die vooropgesteld worden vanuit de literatuur aan te tonen. Het organische-koolstofgehalte in de bodem werd gemeten bij het begin en het einde van het project. Om de organische-stofevolutie op langere termijn te schatten, werd gebruik gemaakt van het Cslim©-model. Om het effect op het bodemleven na te gaan, werden regenwormtellingen uitgevoerd. Regenwormen zijn immers talrijker aanwezig in een gezonde bodem met een hoger organische-stofgehalte en vormen een goede indicatie voor de kwaliteit van het bodemleven. De invloed van de houtsnippers op de erosiegevoeligheid van de bodem werd nagegaan aan de hand van metingen van de infiltratiesnelheid. De invloed van de houtsnippers op de stikstofdynamiek in de bodem (mineralisatie, immobilisatie) werd onderzocht aan de hand van bodemanalyses in het voor- en najaar. Daarnaast werden plantentellingen en opbrengstmetingen uitgevoerd om eventuele (negatieve) effecten van de houtsnippers in kaart te brengen. Om na te gaan wat het potentieel aan houtkanten in de regio is, werd tenslotte een inventarisatie uitgevoerd van de houtkanten in de buurt van een van de proefpercelen.

Uit de resultaten van deze metingen en waarnemingen konden de volgende besluiten afgeleid worden:

- de infiltratiemetingen bevestigden de positieve effecten op de bodem-waterhuishouding en de erosiegevoeligheid;
- de organische-koolstofmetingen en simulaties met Cslim© toonden een significante toename van het organische-stofgehalte op langere termijn aan;
- de minerale-stikstofmetingen illustreerden de tijdelijke stikstofimmobilisatie-effecten, met als positief effect de vermindering van het nitraatresidu in het eerste jaar na toediening;
- de plantentellingen bevestigden dat er, in de omstandigheden van deze percelen (toediening van houtsnippers in het najaar, gecombineerd met de zaai van een groenbedekker gevolgd door een voorjaarsteelt) geen negatieve effecten op de gewasopkomst en -ontwikkeling waren;

- het tijdelijke stikstofimmobilisatie-effect in het voorjaar van 2017 bleek uiteindelijk ook geen invloed te hebben op de gewasopbrengst van suikerbieten.

Uit de resultaten van de inventarisatie van houtkanten rond het perceel in Hoeselt bleek dat er heel wat houtkanten aanwezig zijn, maar dat deze door achterstallig beheer vaak nog weinig hakhout bevatten. Voor de voorziening van houtsnippers kunnen dus wel degelijk lokale houtkanten gebruikt worden, al zullen deze actiever beheerd moeten worden in de toekomst om er meer uit te kunnen halen.

Inhoud

1 Samenvatting 2
2 Inleiding 5
2.1 Bodemkwaliteit en belang van organische stof 5
2.2 Houtkantenbeheer 5
3 Doel 5
4 Literatuurstudie 5
4.1 Historiek van de houtsnippertechniek 5
4.2 Verhoging van het organische-stofgehalte 6
4.3 C:N-verhouding en N-immobilisatie 6
4.4 Afbraaksnelheid 8
4.5 Gunstige en ongunstige effecten 9
4.6 Techniek 9
5 Demonstratieve proeven 10
5.1 Aanleg 10
5.2 Metingen, waarnemingen en resultaten 14
6 Conclusie 25
7 Aanbevelingen 25
8 Voorlichting en verspreiding van de resultaten 26
9 Literatuurlijst 27

2 Inleiding

2.1 Bodemkwaliteit en belang van organische stof

De Haspengouwse Leemstreek wordt sinds mensenheugenis gekenmerkt door zeer vruchtbare landbouwbodems met hoge opbrengsten. Uit de statistieken van de Bodemkundige Dienst van België blijkt echter dat het organische-stofgehalte van de bodem, ook in de Leemstreek, sedert de jaren '90 een systematische daling vertoont, met een toenemend aantal bodems met een organische-stofgehalte lager dan de streefzone (Tits et al., 2016). Organische stof speelt een hoofdrol in de goede werking en de vruchtbaarheid van de bodem. Ze heeft immers een belangrijke invloed op talrijke bodemprocessen en dus ook op de water- en nutriëntenhuishouding in de bodem. De kentering in het organische-stofgehalte die zich voordoet vanaf 2008 toont aan dat door een responsabilisering van land- en tuinbouwers en de toenemende toepassing van maatregelen als groenbedekkers, inwerken van teeltresten en niet-kerende bodembewerking een mooie vooruitgang kan geboekt worden. Toch zijn er nog heel wat inspanningen nodig om deze positieve evolutie verder te zetten. De opbouw van organische stof is een langdurig proces. Afhankelijk van grondsoort, gewas en bodembeheer duurt het tientallen jaren of langer om het organische-stofgehalte van de bodem structureel te verhogen.

2.2 Houtkantenbeheer

Naast vruchtbare gronden en glooiende landschappen wordt Haspengouw ook gekenmerkt door talrijke taluds, holle wegen en houtkanten die de natuurlijke elementen in een overwegend akkerbouwlandschap met elkaar verbinden. Deze houtige elementen hebben een grote ecologische en recreatieve waarde, maar zijn ook waardevol voor de landbouw. De houtkanten consolideren de steile wanden van de taluds en de holle wegen en gaan daardoor erosie tegen. Om een duurzaam gebruik van de aangrenzende percelen te verzekeren, moeten deze houtkanten regelmatig onderhouden worden. Het houtig afval van de onderhoudswerken wordt vaak gevaloriseerd als biobrandstof, maar de kleinere fracties zijn hiervoor minder geschikt.

3 Doel

In het najaar van 2016 startte Agrobeheercentrum Eco² in samenwerking met de Bodemkundige Dienst van België een demonstratieproject om de mogelijkheden en effecten van de valorisatie van de restfractie van houtkantenbeheer in akkerbodems na te gaan en te demonstreren aan de landbouwpraktijk. Door het inwerken van deze houtsnippers in de bodem wordt vooral het verhogen van het organische-stofgehalte en het bestrijden van erosie beoogd. Aangezien over het wettelijk kader voor het toedienen van houtsnippers in landbouwpercelen nog wat onduidelijkheid heerst, zullen de resultaten van dit project bovendien kunnen gebruikt worden om de wetgeving hierrond verder uit te werken.

4 Literatuurstudie

4.1 Historiek van de houtsnippertechniek

Het houtsnipper-verhaal ("bois raméal fragmenté" (BRF) of "ramial chipped wood" (RCW)) begon in het midden van de jaren '70 in Canada, waar men op zoek ging naar nieuwe producten die konden afgeleid worden uit de enorme hopen takken die na houtkap verspild werden (Caron et al.). In de zomer van 1978 werden daar dan ook de eerste veldproeven aangelegd met loofhout. In deze context refereert "Ramial wood" of "Bois raméal" naar twijgen met een diameter kleiner dan 7 cm die niet als brandhout (kunnen) gebruikt worden.

In 2002 en de daaropvolgende jaren werden in België proeven met houtsnippers aangelegd op het Centre des Technologies Agronomiques in Strée (Archambeaud & Noël, 2006). In deze proeven bleek de techniek een ideaal hulpmiddel te zijn voor de aanpak van actuele problemen zoals erosie, nitraatuitspoeling en daling van de biodiversiteit en biologische bodemvruchtbaarheid. Uit de metingen bleek dat de toediening van 100 m³/ha houtsnippers aanleiding gaf tot de vorming van 7,5 t/ha humus (stabiele organische stof in de bodem), met alle positieve gevolgen van dien voor de bodemstructuur, zijn waterinfiltrerend en waterhoudend vermogen en zijn nutriëntenleverend vermogen. Voor akkerbouwteelten toonden de Belgische proeven aan dat de gunstige effecten hetzelfde bleven voor verschillende houtsoortenmengsels, meer of minder grof verhakseld en met eventueel dikkere takken. Dergelijk intermediair materiaal kan opgeslagen worden in hopen van een paar dagen tot een paar maanden. Deze resultaten tonen aan dat er een continuïteit bestaat tussen BRF en compost van groenafval. Bovendien laat deze "precomposterings"fase toe om het materiaal te inoculeren met afbraakorganismen.

4.2 Verhoging van het organische-stofgehalte

Uit de statistieken van de Bodemkundige Dienst van België (Tits et al., 2016) blijkt dat het organische-stofgehalte van de bodem sedert de jaren ’90 een systematische daling vertoont, met een toenemend aantal bodems met een organische-stofgehalte lager dan de streefzone. Sinds 2008 doet zich weliswaar een zekere kentering voor in deze trend, die toegeschreven wordt aan de responsabilisering van land- en tuinbouwers en de toenemende toepassing van maatregelen als groenbedekkers, inwerken van teeltresten en niet-kerende bodembewerking.

Omwille van het hoge gehalte aan zeer resistent organisch materiaal worden takkenhoutsnippers (BRF) beschouwd als een ideale bodemverbeteraar om het gehalte aan stabiele organische stof in de bodem op relatief korte termijn te verhogen (Noël, 2006). In proeven uitgevoerd in België werd aangetoond dat 1 m³ takkenhoutsnippers aanleiding gaf tot de productie van 75 kg humus, hetzij 7,5 t/ha humus bij een toediening van 100 m³/ha, tijdens de eerste twee jaar na de toediening (Archambeaud & Noël, 2006). In een leembodem met 1,0%C komt dit ongeveer overeen met een stijging van het organische-koolstofgehalte met 0,2%. Ook in andere onderzoeken, o.a. over de effecten van het inwerken van snoeihout in fruit- en olijfboomgaarden, werd dit aangetoond (o.a. Repullo et al., 2012).

4.3 C:N-verhouding en N-immobilisatie

Organisch materiaal bevat zowel koolstof (C) als stikstof (N). De verhouding van beide elementen wordt de C:N-verhouding genoemd. De C:N-verhouding speelt een belangrijke rol voor de afbreekbaarheid van organisch materiaal.

De afbraak of mineralisatie van organisch materiaal is een biologisch proces dat hoofdzakelijk wordt uitgevoerd door bacteriën en schimmels. Tijdens de afbraak komt ook energie vrij die door de micro-organismen kan worden gebruikt om te groeien. Hiervoor hebben ze echter, naast koolstof, ook stikstof nodig. Daardoor komt, bij de afbraak van organisch materiaal, niet alle stikstof die is opgeslagen in het materiaal vrij, maar wordt een deel weer opgenomen of geïmmobiliseerd door de groeiende micro-organismen.

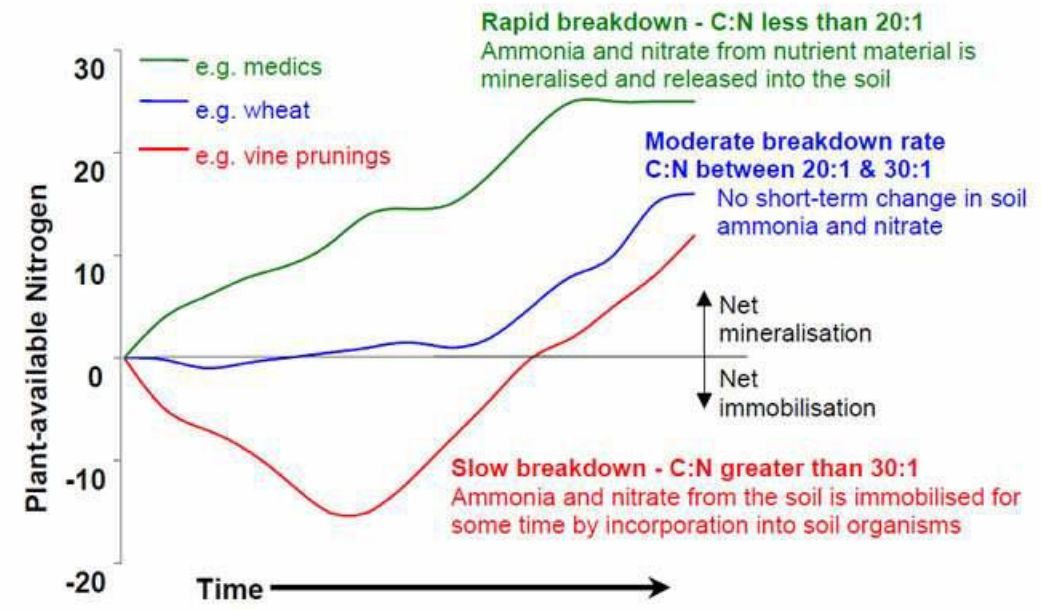
Als het organisch materiaal relatief weinig stikstof bevat, m.a.w. een hoge C:N-verhouding heeft, wordt deze stikstof door de afbraakorganismen grotendeels gebruikt voor de aanmaak van nieuw celmateriaal en komt er geen minerale stikstof vrij in de bodem. Als het stikstofgehalte van het organisch materiaal lager is dan de stikstofbehoefte van de afbraakorganismen zullen deze zelfs minerale stikstof onttrekken uit de bodemoplossing (stikstofimmobilisatie). Micro-organismen kunnen sneller minerale stikstof opnemen dan planten, dus als er in de bodem niet genoeg minerale stikstof aanwezig is voor beiden, zullen de planten stikstoftekort hebben.

Bij organisch materiaal met relatief veel stikstof (een lage C:N-verhouding) zijn de afbraakorganismen als het ware niet meer geïnteresseerd in (een deel van) de stikstof en kan er wel veel stikstof vrijkomen in minerale vorm (en dus beschikbaar voor planten).

Algemeen wordt gesteld dat bij organische materialen met een C:N-verhouding hoger dan 30 (20 à 40) netto stikstofimmobilisatie optreedt (Tits et al., 2011). Dit kan eenvoudig berekend worden als volgt: de C:N-verhouding van de microörganismen die organische stof afbreken in de bodem bedraagt gemiddeld 5 (voor bacteriën) tot 10 (voor schimmels). Bij het afbreken van vers organisch materiaal gebruiken de micro-organismen ongeveer 75% van de aanwezige koolstof in het organisch materiaal voor de productie van energie, waarbij de koolstofverbindingen worden gemineraliseerd tot koolstofdioxide. De overige 25% van de koolstof wordt gebruikt voor de opbouw van nieuw celmateriaal. Hiervoor gebruiken de micro-organismen ook stikstof, afkomstig van het organisch materiaal of van de bodem. Uitgaand van een gemiddelde C:N-verhouding van de afbraakorganismen van 8 betekent dit dat ze voor elke eenheid opgenomen koolstof (= 25% van het totale koolstofgehalte van het organisch materiaal) 1/8 eenheid stikstof nodig hebben. Om deze stikstofhoeveelheid volledig te kunnen leveren moet het stikstofgehalte van organisch materiaal dus minstens 1/8 x 25% van het koolstofgehalte bedragen. Dit komt overeen met een C:N-verhouding van 32. Bij een C:N-verhouding groter dan 32 zal er dus netto stikstofimmobilisatie optreden en bij een C:N-verhouding kleiner dan 32 zal er netto stikstofmineralisatie optreden.

Vanwege de hogere C:N verhouding van schimmels komt bij de mineralisatie door schimmels meer stikstof vrij dan bij de mineralisatie door bacteriën (Schurink & Russchen, 2011). Organische materialen met een hoog C:N verhouding worden vrijwel uitsluitend door schimmels afgebroken. Op kalkrijke kleigronden spelen bacteriën een grote rol bij de omzetting van organisch materiaal. Op zure zandgronden (pH 5) gaan ook schimmels een grote rol spelen bij de mineralisatie.

Uit Figuur 1 blijkt dat bij de afbraak van organisch materiaal met een C:N verhouding lager dan 20 gelijk stikstof vrijkomt. Bij een C:N verhouding tussen de 20 en de 30 komt het vrijkomen van stikstof langzamer op gang en bij een C:N verhouding groter dan 30 wordt eerst stikstof tijdelijk vastgelegd.



Figuur 1: Mineralisatie/immobilisatie van 3 typen organisch materiaal (Treeby and Goings 2001) new.dpi.vic.gov.au/.../soil-management, overgenomen uit Schurink & Russchen, 2011

In Tabel 1 is de C:N verhouding van enkele organische materialen weergegeven.

Tabel 1: C:N verhouding organische materialen (Schurink & Russchen, 2011; Tits et al., 2011)

Organisch materiaal	C:N verhouding
Bodembacteriën	5
Protozoa	10
Nematoden	10
GFT-compost	11-17
Bodemschimmels	15
Stalmest	15
Grasmaaisel	12-19
Hooi	25
Graswortels	20-34
Groencompost van snoeiafval	54
Bladeren	60
Houtsnippers	75
Stro	80
Dennennaalden	80
Turf	115
Zaagsel	325
Bark (houtafval)	491

De C:N-verhouding van houtsnippers afkomstig van dunne takken kan variëren tussen 30 en 170, terwijl de C:N-verhouding van versnipperde stammen kan oplopen tot 750 (Caron et al., 1998). Het gehalte aan essentiële plantnutriënten (N, P, N, Ca, Mg) neemt toe als de diameter van de takken afneemt. Hoe dikker de takken hoe minder verteerbaar ze worden. Als houtsnippers afkomstig van stammen worden gemengd met de grond zal er grootschalige stikstofimmobilisatie optreden, tenzij er op een andere manier extra stikstof wordt toegevoegd, bv. door de snippers te composteren met dierlijke mest.

Uit de proeven aangelegd in Wallonië werd de stikstof-immobilisatie door de takkenhoutsnippers afgeleid op basis van de volgende formule: % immobilisatie = 27% + 7,5% per dosis van 100 m^3/ha houtsnippers (Archambeaud & Noël, 2006 en Anon., 2006).

Het stikstofimmobilisatie-effect van de toediening van houtsnippers heeft een gunstige invloed op de beperking van nitraatresidu's en nitraatuitspoeling tijdens de winter. Het fenomeen van stikstofimmobilisatie duurt ongeveer één jaar na de inwerking van de snippers. Daarna wordt stikstof langzaam opnieuw vrijgezet uit de gevormde humus. Om extra toediening van stikstofmeststoffen in het eerste jaar na het inwerken van houtsnippers te vermijden, is het inzaaien van vlinderbloemigen een veelbelovende maatregel. De vlinderbloemigen zijn des te effectiever omdat ze enkel stikstof aanvoeren (gratis!) als er te weinig stikstof in de bodem beschikbaar is, hetzij door de opname door een vorige teelt, hetzij door de toediening en afbraak van houtsnippers.

4.4 Afbraaksnelheid

In onze klimaat- en bodemomstandigheden is de bodem in staat om jaarlijks 143 m^3/ha houtsnippers af te breken en om te zetten naar humus (Anon., 2006). Deze snelle afbraak is het gevolg van de stimulerende werking van de houtsnippers op het bodemleven.

De afbraaksnelheid is afhankelijk van de inertheid van het materiaal en de activiteit van de micro-organismen, die op zijn beurt afhangt van factoren als temperatuur, pH, zuurstofvoorziening, vochtgehalte en de aard van het af te breken organisch materiaal (Schurink & Russchen, 2011). Is de organische stof stabiel, dan is deze inert en de afbraaksnelheid ervan erg traag. Deze fractie zorgt voor structuur in de bodem en draagt bij aan het vochtleverend vermogen van het gewas. Is de organische

stof instabiel, dan bestaat deze meer uit versere delen, zoals bijvoorbeeld plantenresten en organische meststoffen.

4.5 Gunstige en ongunstige effecten

Samengevat worden de volgende effecten van de toediening van takkenhoutsnippers aangehaald en aangetoond in de literatuur (o.a. Anon., 2006; Noël, 2006; Homyak et al., 2008):

- Verhoging van stabiele organische stof in de bodem;

  → verbetering van de bodemstructuur;

  → verbetering van de waterinfiltratie
  → verbetering van het waterhoudend vermogen en van de weerstand tegen droogte;
  → minder afspoeling en erosie;

- Stimulering van het bodemleven;
- Vermindering van het verlies van nutriënten door uitspoeling en bescherming van de waterkwaliteit;
- Vermindering van phytosanitaire problemen;
- Verbetering van de bodemvruchtbaarheid (nutriëntenleverend vermogen) op lange termijn;
- Verhoging van de opbrengst en verbetering van de oogstkwaliteit.

In sommige gevallen kan de toediening van takkenhoutsnippers leiden tot lagere opbrengsten van het eerste gewas na toediening, toe te schrijven aan de N-immobilisatie (Anon., 2006). Echter, een goed beheer van de bemesting kan dit probleem oplossen. Zo kan de toediening van houtsnippers gecombineerd worden met een drijfmesttoediening of met het inzaaien van vlinderbloemigen, om voldoende stikstof voor de volgteelt te verzekeren.

In de Belgische proeven werd geen remming van kieming of andere fytosanitaire impact waargenomen (de volgende gewassen werden getest: brouwgerst, tijdelijk grasland, grasklaver, hakselmaïs, aardappelen, tarwe, spelt, gerst, bieten, luzerne en brandnetels) (Anon., 2006). De toevoeging van takkenhoutsnippers had ook geen invloed op de bodem-pH. Anderzijds werd wel een verhoging gemeten van de volgende oplosbare mineralen: P, K, Ca, Mg. De concentraties van zware metalen die werden geregistreerd op 5 representatieve houtsnipperstalen in Wallonië, waren ruim onder de normen.

4.6 Techniek

4.6.1 Tijdstip toediening

In gematigde klimaatomstandigheden blijkt het najaar de beste periode te zijn om houtsnippers in te werken (Caron et al., 1998). Gedurende de eerste maanden na toediening zal de afbraak van dit materiaal door micro-organismen in de bodem stikstofimmobilisatie veroorzaken, omwille van zijn relatief hoge C:N-verhouding.

4.6.2 Hoeveelheid snippers

In de literatuur worden dosissen van 150 - 200 m^3/ha in het eerste jaar + 10-20 m^3 in het vierde jaar en daarna voorgesteld (o.a. Caron et al., 1998).

4.6.3 Meerwaarde bosgrond

Studies tonen aan dat de micro-organismen die aanwezig zijn in bosbodems en essentieel zijn voor de afbraak van houtige materialen (basidiomyceten, symbiotische bacteriën, microarthropoden, …) vaak afwezig zijn in akkerbodems (Caron et al., 1998). Daarom wordt vaak aanbevolen om bosgrond toe te voegen aan de houtsnippers (dosis 10-20 gram strooisel per m^2 houtsnippers) om deze micro-

organismen opnieuw te introduceren. Volgens Van Os (2019) heeft het echter weinig nut om bodemorganismen uit een welbepaalde biotoop (bosgrond) over te brengen in een totaal ander biotoop (akkergrond) omdat hun overlevingskansen in deze vreemde omgeving beperkter zullen zijn.

4.6.4 Inwerken van de houtsnippers

De houtsnippers moeten oppervlakkig ingewerkt worden in de bovenste laag van 5 cm (tot 10 cm volgens Archambeaud & Noël, 2006), waar zich de meeste basidiomyceten (aerobe schimmels) bevinden (Caron et al., 1998).

Er wordt ook aanbevolen om niet te ploegen, immers door te ploegen wordt de levenscyclus van de micro-organismen afgebroken en worden de micro-organismen te diep begraven, waardoor ze minder goed kunnen werken.

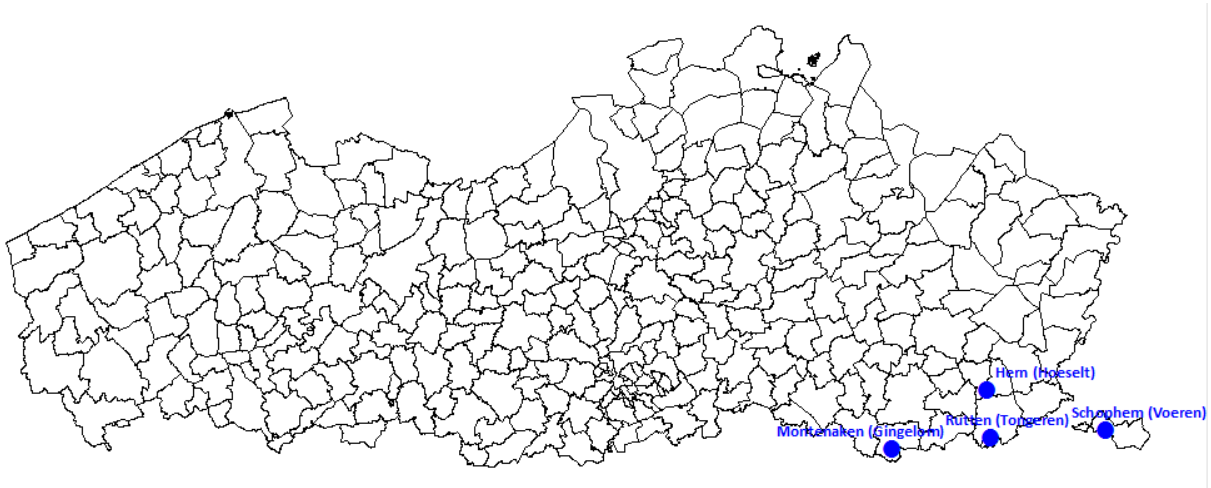
4.6.5 Zaaien

Na een correcte inwerking van de houtsnippers vormt het zaaien geen enkel probleem, zelfs op de dag van inwerking zelf (Archambeaud & Noël, 2006). Zaaien kan gebeuren met een gewone zaaimachine. Voor geen enkele teelt werd fytotoxiciteit vastgesteld.

5 Demonstratieve proeven

5.1 Aanleg

In augustus 2016 werden, na de tarweoogst, 4 demopercelen aangelegd, respectievelijk in Tongeren, Gingelom, Hoeselt en Voeren (Figuur 2).



Figuur 2: Ligging van de aangelegde demopercelen

Figuur 3: Toediening van houtsnippers in de demopercelen

Telkens werden in een deel van het veld takkenhoutsnippers, al dan niet geïnoculeerd met bosgrond, toegediend en oppervlakkig ingewerkt, in combinatie met de inzaai van verschillende groenbedekkers en niet-kerende grondbewerking (Figuur 3, Tabel 2). In de rest van het veld werd de gangbare praktijk van de landbouwer toegepast. Zo werden de volgende stroken (objecten) aangelegd:

1. Toediening en oppervlakkige inwerking van houtsnippers, geïnoculeerd met bosgrond; inzaai van vlinderbloemige groenbedekker; niet-kerende bodembewerking;
2. Toediening en oppervlakkige inwerking van houtsnippers zonder bosgrond; inzaai van vlinderbloemige groenbedekker; niet-kerende bodembewerking;
3. Toediening en oppervlakkige inwerking van houtsnippers zonder bosgrond; inzaai van niet-vlinderbloemige groenbedekker; niet-kerende bodembewerking;
4. Gangbare praktijk van de landbouwer.

In het demoperceel te Gingelom werd de totale houtsnipperdosis opgesplitst in 2 toedieningen: 80 m^3/ha in het najaar 2016 en 80 m^3/ha in het najaar 2017. Van elke houtsnippervracht werd een staal genomen en geanalyseerd. De resultaten worden gegeven in Tabel 3.

Bij aanvang van de proeven werden de percelen in kaart gebracht met de Veris-scan (Figuur 4) en werden bodemstalen genomen om het organische-koolstofgehalte evenals de pH en het gehalte aan nutriënten (P, K, Mg, Ca, Na) te bepalen en bemestings- en bekalkingsadviezen op te stellen. De resultaten van de standaardgrondontledingen worden gegeven in Tabel 4.

De teeltrotaties van de 4 demopercelen worden gegeven in Tabel 5, de uitgevoerde bemesting in Tabel 6.

Tabel 2: Aangelegd demo-percelen en toegepaste praktijken

Locatie	Strook	Houtsnippers aug. 2016	Houtsnippers okt. 2017	Bosgrond	Groenbedekker	Bodem-bewerking
Tongeren	1	150 m³/ha	-	200 kg/ha	witte mosterd (65%) + alexandrijnse klaver (15%) + raapzaad (20%)	NKG
	2	150 m³/ha	-	-	witte mosterd (65%) + alexandrijnse klaver (15%) + raapzaad (20%)	NKG
	3	150 m³/ha	-	-	gras	NKG
	rest	-		-	mosterd+phacelia	NKG
Gingelom	1	80 m³/ha	80 m³/ha	200 kg/ha	gele mosterd (83%) + witte klaver (17%)	NKG
	2	80 m³/ha	80 m³/ha	-	gele mosterd (83%) + witte klaver (17%)	NKG
	3	80 m³/ha	80 m³/ha	-	gele mosterd + phacelia	NKG
	rest	-		-	gele mosterd + phacelia	NKG
Hoeselt	1	150 m³/ha	-	200 kg/ha	grasklaver	NKG
	2	150 m³/ha	-	-	grasklaver	NKG
	3	150 m³/ha	-	-	gele mosterd	NKG
	rest	-		-	gele mosterd	Ploegen
Voeren	1	80 m³/ha	-	200 kg/ha	gele mosterd (88%) + alexandrijnse klaver (12%)	NKG
	2	80 m³/ha	-	-	gele mosterd (88%) + alexandrijnse klaver (12%)	NKG
	3	80 m³/ha	-	-	zonnebloem (50%) + witte mosterd (25%) + haver (25%)	NKG
	rest	-		-	zonnebloem (50%) + witte mosterd (25%) + haver (25%)	NKG

Tabel 3: Samenstelling toegediende houtsnippers; ter vergelijking worden ook de gemiddelde samenstellingen van GFT-compost en runderstalmest gegeven

			houtsnippers				GFT-compost gemid.	runder-stalmest gemid.
		staal:	1	2	3	4		
		jaar:	2016	2016	2016	2017	VLACO	BDB
droge stof	DS	%	62	51	75	65	70	24
geleidbaarheid	EC	µS/cm 25°C	141	121	55	136	250	
volumedichtheid		kg/l	0,26	0,26	0,17	0,28		
organische stof	OS	% vers	59	48	69	48	25	18
pH (water)	pH		6,0	6,0	6,6	6,0	8,0	
nitraatstikstof	NO_3^--N	mg N/l	260	<40	<40	<3		
ammoniumstikstof	NH_4^+-N	mg N/l	280	170	133	57		
stikstof totaal	N	% vers	0,76	0,63	0,76	0,80	1,2	0,9
fosfor totaal	P_2O_5	% vers	0,25	0,16	0,24	0,42	0,7	0,4
neutraliserende waarde	ZBW	%	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00		
chloride	Cl^-	mg/l	6,5	23	22	33		
calcium totaal	CaO	% vers	0,87	0,45	1,58	1,09	2,3	
kalium totaal	K_2O	% vers	0,44	0,35	0,48	0,08	1,0	0,8
magnesium totaal	MgO	% vers	0,15	0,09	0,17	0,15	0,5	0,2
natrium totaal	Na_2O	%	<0,050	<0,050	<0,050	0,2		
C:N			45	43	53	35	12	13

Legende organische koolstof (%)

1.13 - 1.23	0.21 ha	4%
1.27 - 1.37	0.65 ha	12%
1.4 - 1.43	0.77 ha	14%
1.47 - 1.5	1.47 ha	27%
1.53 - 1.57	1.08 ha	20%
1.6 - 1.7	1.11 ha	20%
1.73 - 1.83	0.23 ha	4%

Legende organische koolstof (%)

.6 - .73	0.11 ha	2%
.77 - .93	1.75 ha	29%
.97 - 1	1.24 ha	20%
1.03 - 1.1	1.81 ha	30%
1.13 - 1.17	0.49 ha	8%
1.2 - 1.3	0.61 ha	10%
1.37 - 1.53	0.09 ha	2%

Legende organische koolstof (%)

1.07 - 1.17	0.30 ha	7%
1.2 - 1.27	2.02 ha	49%
1.3 - 1.33	1.31 ha	32%
1.37 - 1.4	0.31 ha	8%
1.43 - 1.47	0.05 ha	1%
1.5 - 1.57	0.07 ha	2%
1.6 - 1.7	0.04 ha	1%

Figuur 4: Variabiliteit van het organische-koolstofgehalte binnen de demopercelen. Resultaten van de Verisscan voor Tongeren (augustus 2016, links), Gingelom (augustus 2016, midden) en Hoeselt (1/9/2016, rechts)

Tabel 4: Resultaten van de standaardgrondontledingen (0-23 cm) bij de aanleg van de proeven

	Tongeren	Gingelom	Hoeselt	Voeren
textuur	lichte leem - leem	leem	lichte leem - leem	leem - lichte leem
C%	1,5 (1,4 – 1,6)	1,0 (0,76 - 1,24)	1,3 (1,1 - 1,4)	1,6 (1,3 - 2,0)
	laag - normaal	laag - normaal	laag - normaal	tamelijk laag - tamelijk hoog
pH	7,0 (6,7 - 7,7)	6,7 (6,5 - 6,8)	7,0 (6,2 - 7,9)	7,3 (6,4 - 7,6)
	gunstig	tamelijk laag - gunstig	tamelijk laag - hoog	tamelijk laag - hoog
P (mg/100 g)	24 (20 – 28)	18 (13 - 24)	31 (22 - 38)	41 (34 - 52)
	tamelijk hoog	normaal - tamelijk hoog	tamelijk hoog - hoog	hoog
K (mg/100 g)	23 (18 – 30)	12 (10 - 14)	36 (25 - 46)	37 (29 - 48)
	normaal – tamelijk hoog	laag - normaal	tamelijk hoog - hoog	tamelijk hoog - hoog
Mg (mg/100 g)	32 (14 - 73)	12 (9 - 14)	22 (14 - 33)	28 (25 - 34)
	normaal - zeer hoog	normaal	normaal - hoog	normaal - hoog
Ca (mg/100 g)	765 (248 - 2177)	222 (200 - 255)	475 (166 - 1111)	895 (275 - 1479)
	normaal - hoog	normaal	tamelijk laag - zeer hoog	normaal - zeer hoog
Na (mg/100 g)	2,2 (1,7 - 2,7)	3,0 (2,4 - 3,5)	2,0 (1,0 - 4,0)	2,5 (2,0 - 3,1)
	laag - tamelijk laag	tamelijk laag - normaal	zeer laag - normaal	laag - tamelijk laag

Tabel 5: Teeltrotaties in de demopercelen

Perceel	2015	2016	2017	2018
Tongeren	Suikerbieten	wintertarwe+groenbedekker	cichorei	wintertarwe+groenbedekker
Gingelom	Hakselmaïs	wintertarwe+groenbedekker	suikerbieten	spruiten
Hoeselt	cichorei/hakselmaïs	wintertarwe+groenbedekker	suikerbieten	erwten
Voeren	wintertarwe+mosterd	Wintertarwe+groenbedekker	hakselmaïs	wintertarwe+groenbedekker

Tabel 6: Uitgevoerde bemesting in de demopercelen

Perceel	Datum	Teelt	Mestsoort	Dosis
Tongeren	voorjaar 2015	vóór de suikerbieten	varkensdrijfmest	20 t/ha
	zomer 2015	suikerbieten	kunstmest	30E vloeibare N
	lente 2016	wintertarwe	kunstmest	3x 63E vloeibare N
	augustus 2016	vóór de cichorei	houtsnippers+bosgrond (cfr. proefplan)	150 m³/ha
	herfst 2016	phacelia/klaver	varkensdrijfmest	15 t/ha
	herfst 2017	chicorei	kunstmest	60E vloeibare N
			runderstalmest na oogst chicorei	32 t
Gingelom	voorjaar 2015	vóór de hakselmaïs	varkensdrijfmest	20 t/ha
	voorjaar 2016	wintertarwe	kunstmest	3x 50E vloeibare N
	augustus 2016	vóór de suikerbieten	houtsnippers	80 m³/ha
	lente 2017	suikerbieten	kunstmest	N 155 kg/ha
	oktober 2017	suikerbieten	houtsnippers	80 m³/ha
	april 2018	spruiten	kunstmest	N 175 kg/ha
	april 2018	spruiten	kunstmest	P 50 kg/ha + K 150 kg/ha
	juni 2018	spruiten	kunstmest	N 50 kg/ha
Hoeselt	lente 2016	wintertarwe	kunstmest	N 180 E/ha
	augustus 2016	vóór de suikerbieten	houtsnippers	150 m³/ha
Voeren	augustus 2016	vóór de maïs	houtsnippers	80 m³/ha
	zomer 2018	wintertarwe	runderstalmest	20 m³

5.2 Metingen, waarnemingen en resultaten

5.2.1 Infiltratiesnelheid

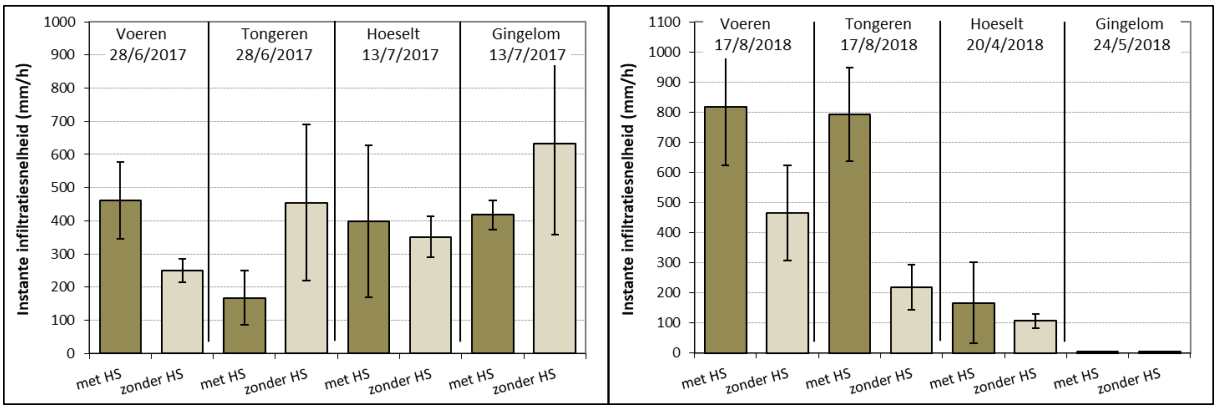
De toediening van houtsnippers heeft een positief effect op de infiltratiesnelheid van regenwater in de bodem, waardoor ook de risico's op erosie en verslemping afnemen.

De infiltratiesnelheid kan gemeten worden met de (enkele- of dubbele-) ring-infiltrometer. Het principe van deze meting is relatief eenvoudig: één of twee metalen ringen worden ongeveer 5 cm diep in de bodem gedreven, zodat water dat in de ring gegoten wordt enkel naar beneden (en niet lateraal) kan wegstromen. Vervolgens wordt de ring gevuld met water waarna, met behulp van een meetschaal gemonteerd op een vlotter en een chronometer, de snelheid waarmee het waterpeil daalt wordt gemeten.

Om tot representatieve resultaten te komen, vergt deze meting echter meerdere herhalingen per strook, wat de meting tamelijk arbeidsintensief maakt. De kwaliteit van de meting is ook afhankelijk van de weersomstandigheden en de bodemtoestand (niet extreem droog of extreem nat).

In de demoproeven met houtsnippers werd de infiltratiesnelheid 2 x gemeten, telkens in een zone zonder en een zone met houtsnippers en telkens in 3 of 4 herhalingen. In Figuur 5 worden de resultaten van de infiltratiemetingen gegeven.

In 2017 werd enkel in de proef te Voeren een duidelijk significant verschil tussen de zones met en zonder houtsnippers vastgesteld, waarbij de snelheid hoger was in de zone met houtsnippers. In 2018 werd een eerste meting uitgevoerd in april en mei, in Hoeselt en Gingelom. Aangezien de bodem echter algemeen nog veel te nat was, werden zeer lage infiltratiesnelheden gemeten en konden daardoor geen verschillen vastgesteld worden. De meting in de 2 andere proeven (Voeren en Tongeren) werd uitgesteld tot augustus en bij deze metingen waren zeer duidelijke en significante verschillen merkbaar tussen de zones met houtsnippers (hogere infiltratiesnelheid) en deze zonder houtsnippers.



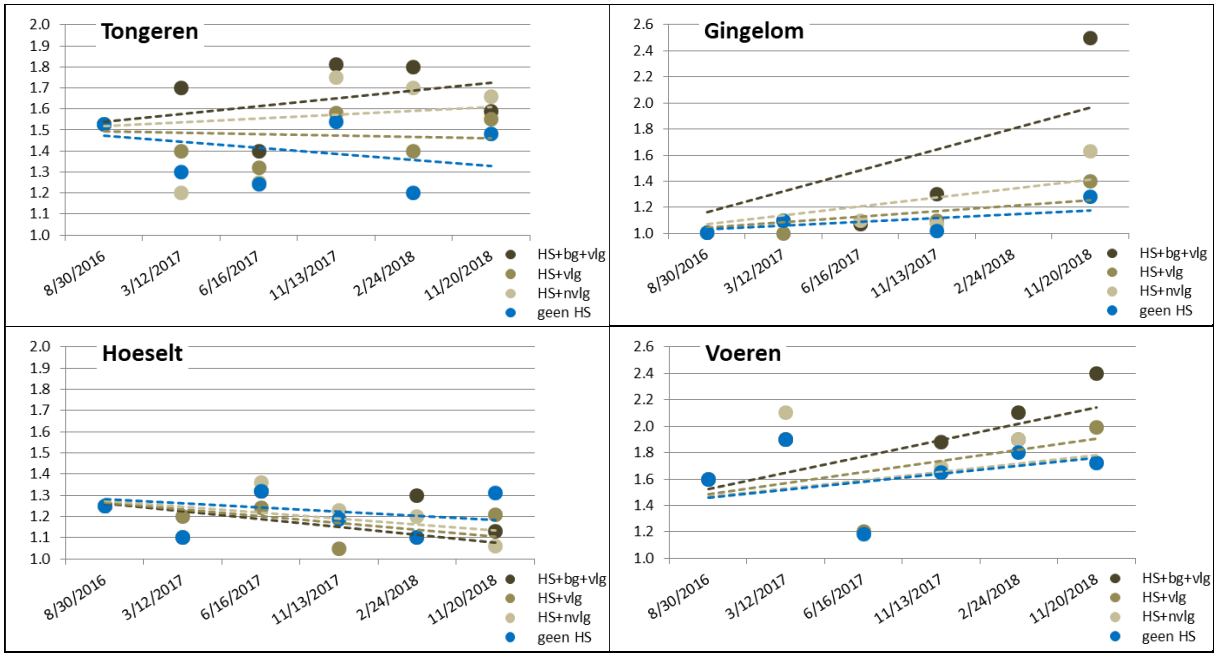
Figuur 5: Gemeten infiltratiesnelheid in 2017 en 2018; de verticale lijnen geven de variatie (standaardafwijking) tussen de metingen weer

5.2.2 Organische-koolstofgehalte van de bodem

De toediening van houtsnippers zou op relatief korte termijn een boost moeten geven aan het organische-stofgehalte in de bodem. Om dit na te gaan werd het organische-koolstofgehalte (organische stof bestaat gemiddeld voor 58% uit koolstof) gemeten op verschillende tijdstippen tijdens de projectperiode van 2 jaar. Opgelet, de nog aanwezige (en niet afgebroken) houtsnippers in de bodem worden zelf niet meegenomen in de bodemstaalname en -analyse. De resultaten worden gegeven in Figuur 6.

De opbouw van organische stof in de bodem is echter een werk van lange adem. De snelheid waarmee de bodemorganismen de toegediende houtsnippers afbreken en (gedeeltelijk) omzetten naar humus hangt bovendien sterk af van de weers- en bodemomstandigheden. Bovendien bestaat er een relatief grote variabiliteit in de meetresultaten omwille van de bestaande variabiliteit in het veld en in de bodemstaalname. Toch vertonen 3 van de 4 demopercelen reeds na 2 jaar een zichtbare trend naar een hoger organische-stofgehalte in de stroken waarin houtsnippers werden toegediend. In de strook

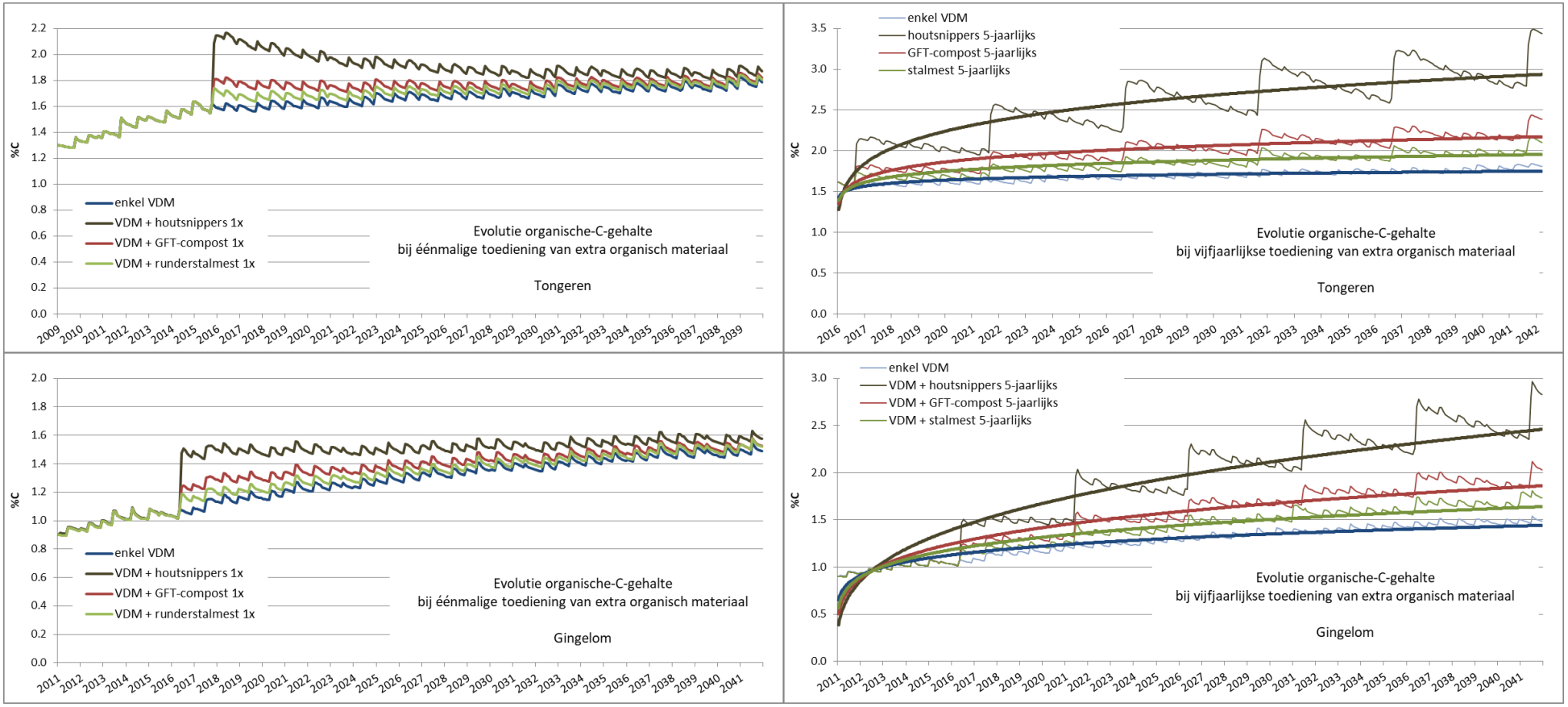
waarin aan de houtsnippers ook bosgrond werd toegevoegd (als bron van bodemschimmels die in staat zijn om het hout beter te verteren) wordt zelfs een iets snellere stijging waargenomen.



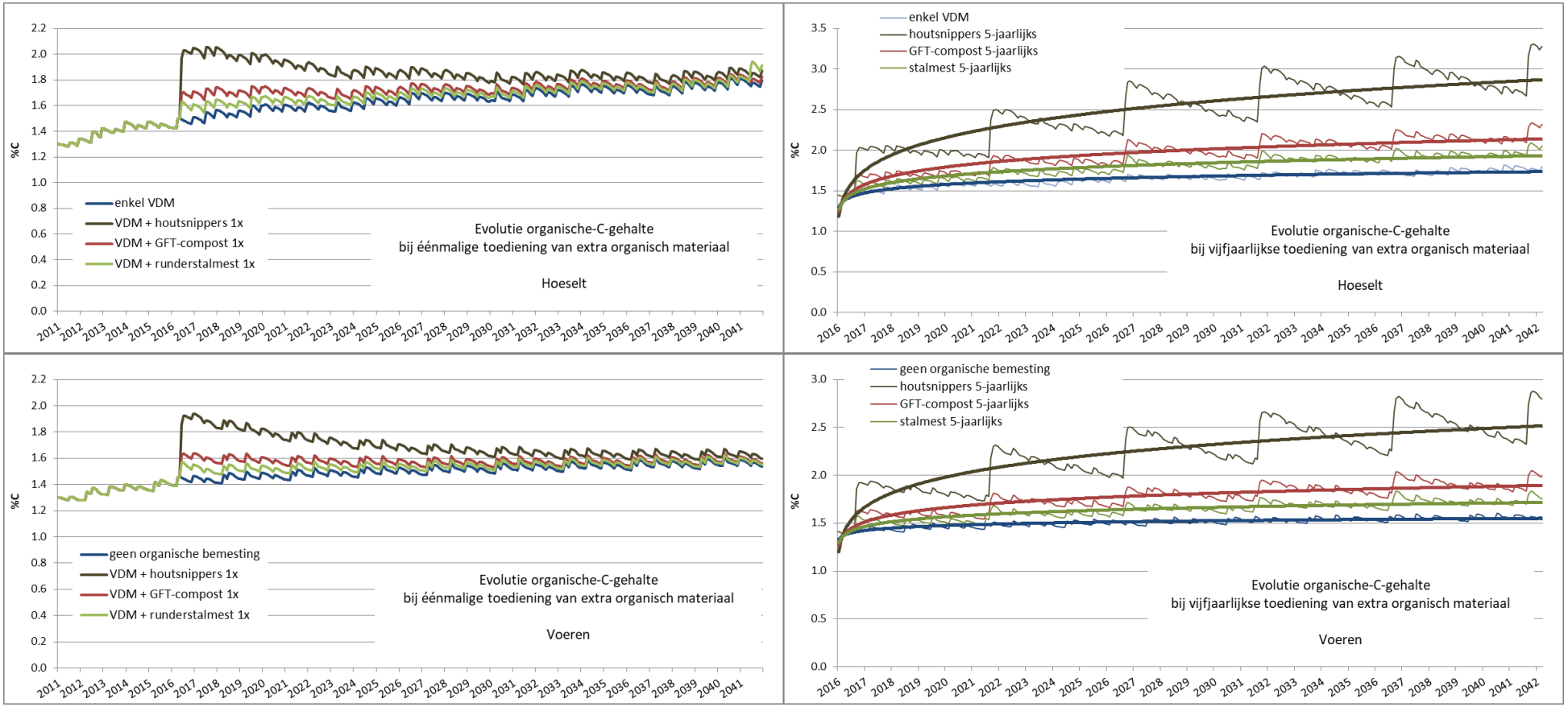
Figuur 6: Gemeten organische-koolstofgehalten in de demopercelen op verschillende tijdstippen; HS = houtsnippers, bg = bosgrond, vlg = vlinderbloemige groenbedekker, nvlg = niet-vlinderbloemige groenbedekker

Om de organische-stofopbouw op langere termijn in te schatten werden de teelt- en bemestingsgegevens van de percelen evenals de samenstelling van de gebruikte houtsnippers ingevoerd in het Cslim© expertsysteem van de Bodemkundige Dienst van België. Deze applicatie is gebaseerd op het Roth-C-model, een wetenschappelijk model dat de organische-stofdynamiek in de bodem simuleert, rekening houdend met de aanvoer van gewasresten, organische bemesting en ander organisch materiaal, bodemtype, teeltrotatie en weersomstandigheden. Het model werd door de BDB gekalibreerd voor Vlaamse omstandigheden en verwerkt in een toegankelijke en praktisch bruikbare internetapplicatie.

De resultaten van de simulaties met Cslim© worden weergegeven in Figuur 7 en Figuur 8. Voor elk van de demopercelen wordt uitgegaan van een driejaarlijkse toepassing van varkensdrijfmest (15 t/ha). Daarnaast worden een éénmalige of een vijfjaarlijkse toepassing van ongeveer 39 ton/ha houtsnippers (komt overeen met 150 m³/ha) vergeleken met de toepassing van analoge hoeveelheden GFT-compost of stalmest en met de situatie zonder extra organische-stoftoediening.



Figuur 7: Simulaties van de organische-koolstofdynamiek in de bodem voor de 4 demopercelen, bij eenmalige (links) of vijfjaarlijkse (rechts) toediening van 39 t/ha extra organisch materiaal (houtsnippers, GFT-compost of runderstalmest) in Tongeren (boven) en Gingelom (onder)



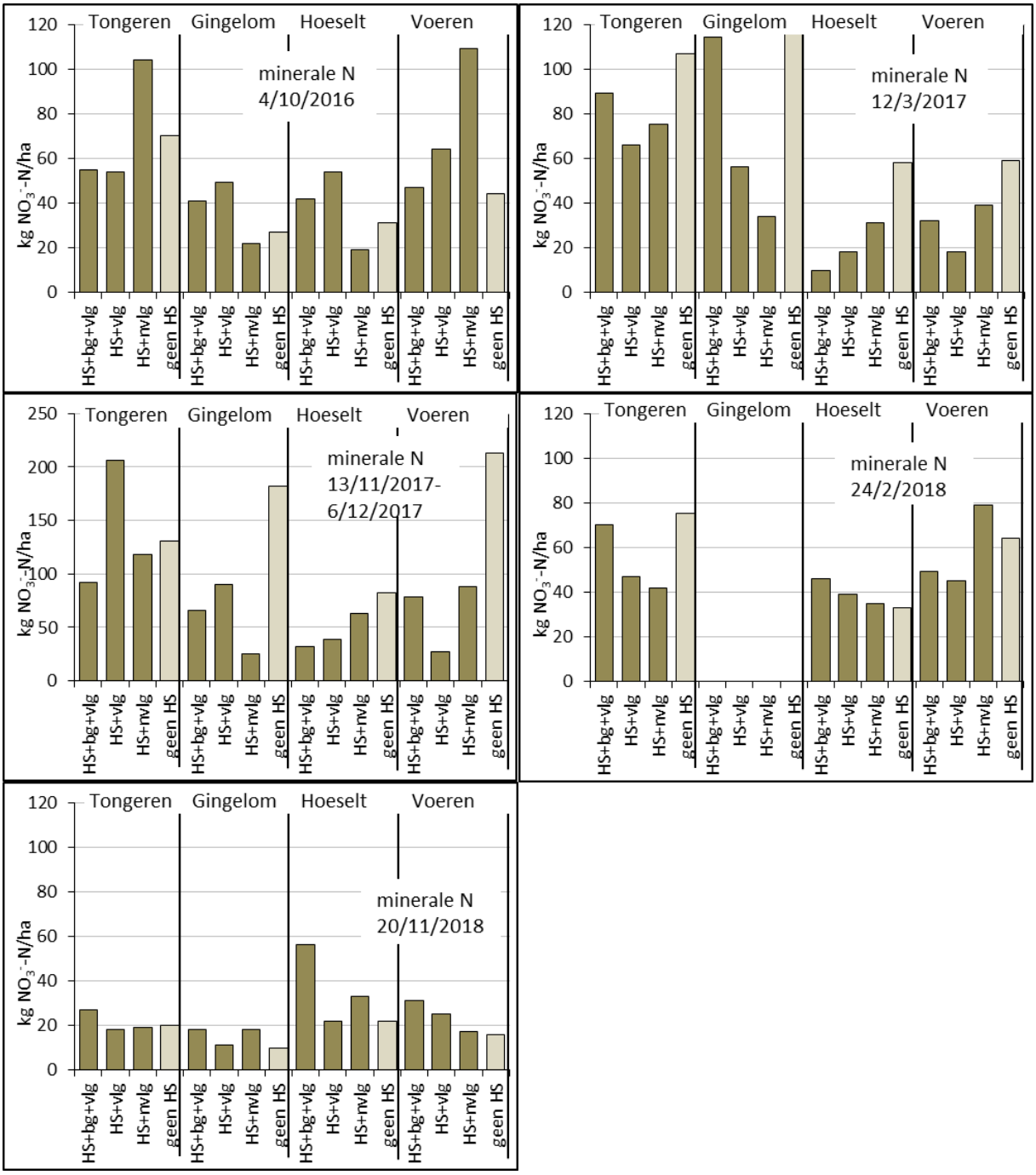
Figuur 8: Simulaties van de organische-koolstofdynamiek in de bodem voor de 4 demopercelen, bij eenmalige (links) of vijfjaarlijkse (rechts) toediening van 39 t/ha extra organisch materiaal (houtsnippers, GFT-compost of runderstalmest) in Hoeselt (boven) en Voeren (onder)

5.2.3 Minerale stikstof

Door de relatief hoge C:N-verhouding van houtsnippers (t.o.v. andere organische materialen die toegediend kunnen worden aan de bodem) wordt verwacht dat er een tijdelijke stikstofimmobilisatie zal plaatsvinden na de toediening ervan. Afhankelijk van weers- en bodemomstandigheden zal deze immobilisatie op korte of langere termijn optreden. Dit betekent dat de effecten zowel positief (vastleggen van minerale stikstof in het najaar en dus daling van het nitraatresidu) als negatief (minder beschikbare stikstof voor het gewas in het voorjaar) kunnen zijn. Om toch voldoende stikstof voor het volggewas te voorzien, wordt aanbevolen om de toediening van houtsnippers te combineren met de toediening van bv. drijfmest of met het inzaaien van vlinderbloemige groenbedekkers. In de demopercelen werden beide technieken uitgevoerd.

Op verschillende tijdstippen tijdens de 2 jaren na de toediening van de houtsnippers werden bodemstalen genomen tot 90 cm diepte om de hoeveelheid minerale N te meten. De resultaten worden gegeven in Figuur 9.

In het najaar 2016, direct na de toediening van de houtsnippers, waren er nog geen eenduidige effecten merkbaar op de minerale stikstof in de bodem. In het daaropvolgende voorjaar 2017 was de minerale-stikstofvoorraad in alle demopercelen het hoogste voor de stroken zonder toediening van houtsnippers, wat wijst op N-immobilisatie door de afbraak van de houtsnippers. Ook het nitraatresidu was in 2017 overal het hoogst in de stroken zonder houtsnippers (met uitzondering van 1 strook met houtsnippers in Tongeren, waar een hoger residu gemeten werd). Vanaf het voorjaar van 2018 werden geen (consistente) verschillen in minerale-stikstofgehalte meer vastgesteld tussen de stroken met en zonder houtsnippers.



Figuur 9: Minerale N in het bodemprofiel (0-90 cm) in het najaar (nitraatresidu, links) en in het voorjaar (N-voorraad, rechts), voor de 4 demopercelen; HS = houtsnippers, bg = bosgrond, vlg = vlinderbloemige groenbedekker, nvlg = niet-vlinderbloemige groenbedekker

5.2.4 Bodemleven

Biologische parameters, zoals de aanwezigheid van bodemorganismen, zijn uitermate geschikt als indicatoren voor bodemkwaliteit omdat ze zeer snel reageren op veranderingen in het bodembeheer. Ze kunnen al in een pril stadium een aanduiding geven van een achteruitgang van de bodemstructuur, het organische-stofgehalte en de nutriëntenstatus. Regenwormen zijn een relatief gemakkelijk waarneembare en meetbare bodembiologische indicator. Aangezien regenwormen zich voeden met vers organisch materiaal en afgedood worden door bodembewerkingen, vormen ze een goede indicatie voor de bodemkwaliteit, het organische-stofgehalte en de invloed van wijzigingen van landbouwpraktijken.

Als biologische indicator wordt de hoeveelheid regenwormen gemeten in aantal/m² en in biomassa (g/m²). De meest betrouwbare methode om regenwormen te meten, is een plag uitsteken en daarin de wormen uitzoeken. Hiermee worden echter vooral de bodemwoelers en strooiselwormen geteld. De diepgravers zitten vaak dieper in de bodem. Om de diepgravers ook te meten, wordt gebruikt gemaakt van de “mosterdmethode”. Hierbij worden de diepgravers naar de oppervlakte gedreven door een mosterdoplossing over het bodemoppervlak uit te gieten.

In de zomer van 2016 werden wormtellingen uitgevoerd op de percelen in Hoeselt en Tongeren en in het voorjaar van 2017 in Hoeselt. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 7, Tabel 8 en Tabel 9. Het perceel in Hoeselt werd in het verleden steeds geploegd, op dat van Tongeren wordt al een aantal jaar niet-kerende grondbewerking toegepast.

De tellingen in 2016 geven een duidelijk verschil aan tussen Hoeselt en Tongeren met hogere waarden in totale massa regenwormen, totaal aantal, aantal diepgravers en gemiddelde massa voor Tongeren. In 2017 is het aantal wormen beduidend lager dan het jaar voordien, in 14 van de 24 proefvlakken werd geen enkele worm geteld. Verder kan ook worden vastgesteld dat de totale massa beduidend hoger ligt bij aanwezigheid van diepgravers.

Proefvlak	Totale massa (g)	Totaal aantal	Aantal diepgravers	Gemiddelde massa (g)
1	1	15	0	0,07
2	1	7	0	0,14
3	12	59	0	0,20
4	15	41	3	0,37
5	11	44	1	0,25
6	16	52	2	0,31
Gemiddelde	9,3	36,3	1	0,22

Tabel 7: Resultaat wormtellingen in Hoeselt (zomer 2016)

Proefvlak	Totale massa (g)	Totaal aantal	Aantal diepgravers	Gemiddelde massa (g)
1	25	45	2	0,56
2	24	33	2	0,73
3	29	47	6	0,62
4	41	56	10	0,73
5	20	31	6	0,65
6	32	42	4	0,76
Gemiddelde	28,5	42,3	5	0,67

Tabel 8: Resultaat wormtellingen in Tongeren (zomer 2016)

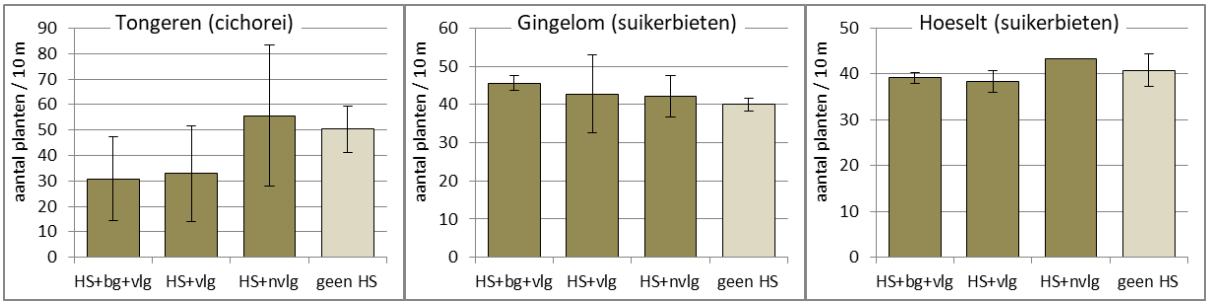
Strook	Totale massa (g)	Totaal aantal	Aantal diepgravers	Gemiddelde massa (g)
1	7,14	11	3	0,65
2	3,63	7	1	0,52
3	0,40	5	0	0,08
Rest	0,31	1	0	0,31

Tabel 9: Resultaat wormtellingen in Hoeselt (voorjaar 2017)

5.2.5 Gewasopkomst en plantenaantallen

Om mogelijke effecten van de houtsnippertoedieningen op gewasopkomst en -ontwikkeling na te gaan werden in het eerste jaar na de toediening plantentellingen uitgevoerd in Tongeren, Gingelom en Hoeselt. De resultaten van de laatste telling worden gegeven in Figuur 10.

In tegenstelling tot de suikerbieten in Gingelom en Hoeselt, kende de cichorei in Tongeren een zeer onregelmatige opkomst. Op geen enkel tijdstip werden echter duidelijke effecten van de verschillende combinaties met houtsnippertoedieningen vastgesteld.

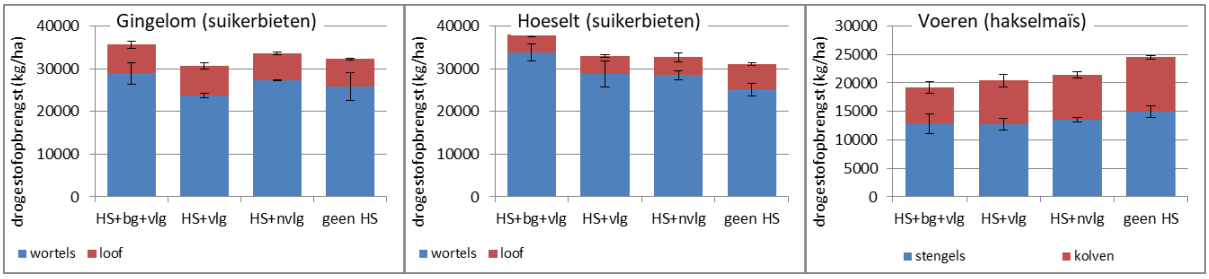


Figuur 10: Plantenaantallen in 2017 in de demopercelen te Tongeren (cichorei, 22/5/2017), Gingelom (suikerbieten, 27/9/2017) en Hoeselt (suikerbieten, 27/9/2017); HS = houtsnippers, bg = bosgrond, vlg = vlinderbloemige groenbedekker, nvlg = niet-vlinderbloemige groenbedekker

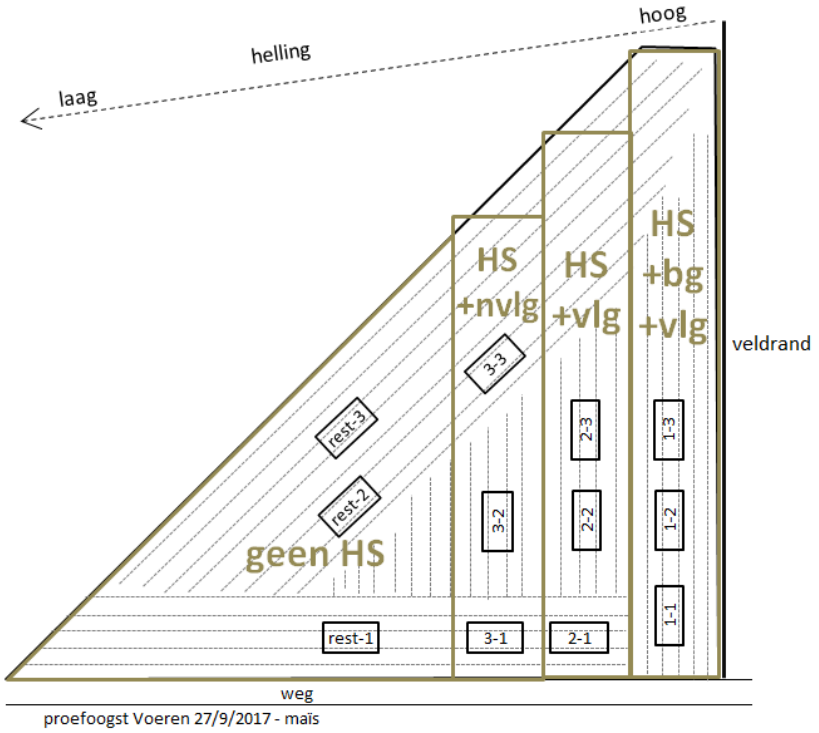
5.2.6 Gewasopbrengst

De gewasopbrengsten werden in 2017 bepaald op 27 september voor de suikerbieten in Gingelom en Hoeselt en voor de maïs in Voeren. De resultaten van de drogestofopbrengst worden gegeven in Figuur 11.

In Gingelom werden geen verschillen tussen de behandelingen vastgesteld. In Hoeselt gaven de suikerbieten in de strook met houtsnippers+bosgrond+vlinderbloemige groenbedekkers een hogere opbrengst dan deze in de zone zonder houtsnippers. In Voeren werd een duidelijke opbrengstgradiënt vastgesteld doorheen de 4 behandelingen. Deze gradiënt werd echter waarschijnlijk vooral veroorzaakt door het feit dat de proef door omstandigheden moest aangelegd worden aan de top van een helling, in de rand van het veld (wendakker), waarbij de maïsrijen in verschillende rijen liepen, zoals schematisch voorgesteld in Figuur 12.



Figuur 11: Gewasopbrengsten in 2017 in de demopercelen te Gingelom, Hoeselt en Voeren; HS = houtsnippers, bg = bosgrond, vlg = vlinderbloemige groenbedekker, nvlg = niet-vlinderbloemige groenbedekker



Figuur 12: Schematische voorstelling van de proefaanleg in Voeren, met aanduiding van de maïsrijen en de proefoogst-plotjes

5.2.7 Houtkanten

Door het ondergewaardeerde takhout van lokale houtkanten te versnipperen en te gebruiken als bodemverbeteraar op de akker, kan niet alleen aan het stamhout maar ook aan het takhout een nuttige functie worden toebedeeld.

Het aanbod aan houtige biomassa in een perimeter van 3 km rond het perceel in Hoeselt is geïnventariseerd gebruik makend van het Digitaal Platform voor onderhoud (DIPLA) en de Quickscan ter terreincontrole. Het resultaat van de inventarisatie van deze houtkanten is weergegeven in Tabel **10**. Hieruit blijkt dat slechts 0,68 ha akker voorzien kan worden met houtsnippers afkomstig van lokale houtkanten. Het beperkte aandeel aan hakhout is te verklaren door het achterstallig beheer van houtkanten, waardoor heel wat hakhoutstoven zijn uitgegroeid tot bomen. Wanneer echter wordt gerekend met een aandeel tak- en tophout van 30% in houtkanten (Gybels et al., 2012), dan zou 3,64 ha akker van houtsnippers kunnen voorzien worden. Dit aandeel zal door verder actief beheer van houtkanten mogelijks nog verder stijgen, met een verwacht aandeel van 60% tegen 2020.

Aantal gecontroleerde houtkanten • Aantal waarop Quickscan werd uitgevoerd • Aantal dat verwijderd werd bij controle	125 56 69
Totale biomassa (ton)	682,7
Totale biomassa (m^3)	1818,4
Biomassa hakhout (ton)	27,8
Biomassa hakhout (m^3)	101,9
Aandeel takhout	4,1%
Aantal ha dat voorzien kan worden van houtsnippers (o.b.v. 150 m^3/ha)	0,68
Aandeel tak- en tophout in houtkanten*	30%
Biomassa tak- en tophout (ton)	204,8
Biomassa tak- en tophout (m^3)	545,5
Aantal ha dat voorzien kan worden van houtsnippers uit tak- en tophout (o.b.v. 150 m^3/ha)	3,64

Tabel 10: Inventarisatie van houtkanten in Hoeselt (*gebaseerd op cijfers uit het rapport 'Houtige biomassa voor energie in Limburg', 2011)

6 Conclusie

Met het project Koester de Koolstof is aangetoond dat aan de oppervlakkige inwerking van takkenhoutsnippers op een akker diverse voordelen verbonden zijn, zowel naar bodemkwaliteit als naar gewasproductie. De infiltratiemetingen bevestigen de positieve effecten op de bodem-waterhuishouding en de erosiegevoeligheid. De organische-koolstofmetingen en simulaties met Cslim© tonen een significante toename van het organische-stofgehalte op langere termijn aan. De minerale-stikstofmetingen illustreren de tijdelijke stikstofimmobilisatie-effecten, met als positief effect de vermindering van het nitraatresidu in het eerste jaar na toediening. De plantentellingen bevestigen dat er in de omstandigheden van deze percelen (i.e. toediening van houtsnippers in het najaar, gecombineerd met de zaai van een groenbedekker gevolgd door een voorjaarsteelt), geen negatieve effecten op de gewasopkomst en -ontwikkeling zijn. Het tijdelijke stikstofimmobilisatie-effect in het voorjaar van 2017 bleek uiteindelijk ook geen invloed te hebben op de gewasopbrengst van suikerbieten. Verder bevestigen de regenwormtellingen de positieve effecten van niet-kerende bodembewerking op het bodemleven.

Uit de houtkanten-inventarisatie blijkt dat er heel wat houtkanten aanwezig zijn, maar dat deze door achterstallig beheer vaak nog te weinig hakhout bevatten. Houtkantenbeheer zal actiever moeten worden toegepast opdat een voldoende hoeveelheid houtige biomassa voorzien kan worden om deze techniek te bestendigen op lokaal niveau.

7 Aanbevelingen

Rond het gebruik van biomassareststromen uit landschapsbeheer in Vlaanderen en het wetgevend kader daartoe (cfr. OVAM) zijn er enkele criteria om te oordelen wanneer een materiaal een afvalstof dan wel een grondstof is (zie schema). Op basis daarvan kan worden besloten dat hout uit duurzaam landschapsbeheer niet als afval wordt beschouwd en geen grondstofverklaring behoeft. OVAM oordeelt dat houtsnippers meerwaarde kunnen bieden als middel tegen erosie, maar dat anderzijds geen eenduidige conclusie kan getrokken worden over de bodemverbeterende effecten (i.e. vertraagd positief effect van houtsnippers t.o.v. groencompost, sneller uitgewerkt t.o.v. meer ligninehoudende producten). Zowel compost als houtsnippers dragen bij aan verbetering van de bodems en diens organische-stofgehalte, doch kan op basis van dit en andere onderzoeken gesteld worden dat de opbouw op lange termijn ervan significant hoger is bij houtsnippers. Gezien de nood aan een klimaatbestendige landbouw waarbij C-vastlegging in de bodem zeker bijdraagt, zal dit aspect zeker doorwegen. Verder overleg met OVAM rond de bodemverbeterende effecten van houtsnippers en de eventuele randvoorwaarden bij het gebruik ervan is hierbij cruciaal.

8 Voorlichting en verspreiding van de resultaten

Agrobeheercentrum Eco² website. Koester de koolstof.
http://www.agrobeheercentrum.be/Projecten/Koester-de-koolstof#.XAotX2hKjcs

Anon. (2017) Houtsnippers in bodem kunnen bijdragen aan meer koolstof. Boerderij, 28/11/2017
https://www.boerderij.nl/Home/Nieuws/2017/11/Houtsnippers-in-bodem-kunnen-bijdragen-aan-meer-koolstof-217207E/

Anon. (2017) Gingelom werkt mee aan proefproject 'Koester de Koolstof'. Gingelom Vandaag, maart 2018
file:///C:/Users/mtits/Downloads/Gingelom%20Vandaag%20Maart2018.pdf

Bodemkundige Dienst van België website. Koester de koolstof.
http://www.bdb.be/Productendiensten/Onderzoekstudies/Koesterdekoolstof/tabid/140/language/nl-BE/Default.aspx

Coart J. (2017) Land(schaps)bouwers aan het werk - Houtkantenbeheer: een win-win voor land- en tuinbouw en natuur. Farmcafé 7/11/2017.
https://www.farmcafe.be/artikel/13081

M.V. (2017) Vijf jaar boeren voor natuur en landschap - voorstelling het project Koester de Koolstof ter gelegenheid van de viering van het 5-jarig bestaan van agrobeheercentrum Eco². Landbouwleven, Akkerbouw Online 28/11/2017.
https://www.landbouwleven.be/1953/article/2017-11-28/vijf-jaar-boeren-voor-natuur-en-landschap#
https://www.boerenbond.be/actualiteit/agrobeheercentrum-eco%C2%B2-viert-vijfde-verjaardag

Tits M. (2017) Organische stof opbouwen in mijn bodem, hoe doe ik dat? Toelichting in het kader van het project Leve(n)de bodem, Bekkevoort, 22/8/2017.
https://www.vlaamsbrabant.be/binaries/OS6_Koester_de_Koolstof_EcoKwadraat_23_tcm5-124003.pdf

Tits M. (2018) Voorstelling resultaten Koester de Koolstof. Toelichting in het kader van het project Leve(n)de bodem, Bekkevoort (4/12/2018) en BDB, Heverlee (10/12/2018).
https://www.vlaamsbrabant.be/binaries/OS6_Koester_de_Koolstof_EcoKwadraat_23_tcm5-124003.pdf

Tits M., Lammens B. (2017) Verbeter de bodemkwaliteit door toepassing van houtsnippers. Landbouwleven, Akkerbouw Online 9/9/2017.
https://www.landbouwleven.be/1434/article/2017-09-09/verbeter-de-bodemkwaliteit-door-toepassing-van-houtsnippers

Tits M., Lammens B. (2017) Koester de koolstof en verbeter de bodemkwaliteit met houtsnippers. Management&Techniek 20, 3 november 2017, pp. 44-46.
http://www.bdb.be/Portals/0/docs/vul201719.pdf

Tits M., Lammens B. Postervoorstelling van het project Koester de Koolstof ter gelegenheid van het Feestelijk Event 20 jaar compostproef in Vlaams-Brabant, 19/9/2017.
https://www.ecowerf.be/downloads/20170919-20%20jaar%20compostproef%20-%20Uitnodiging.pdf

Tits M., Lammens B. Postervoorstelling van het project Koester de Koolstof ter gelegenheid van de SoilCare Openvelddag te Lovenjoel, 20/6/2018

Tits M., Lammens B., Elsen A., Vandendriessche H. (2017) Application of ramial wood chips in arable fields to improve carbon storage in the soil and soil quality . 6th International Symposium on Soil Organic Matter , 3-7 September 2017, Poster presentation, Volume of Abstracts.

Vanbriel M. (2016) Koester de bodem, koester de koolstof. Boer&Tuinder, 4 maart 2016.

VILT (24/11/2017) Kunnen houtsnippers zich bewijzen als bodemverbeteraar?
http://www.vilt.be/kunnen-houtsnippers-zich-bewijzen-als-bodemverbeteraar

VILT (26/9/2016) Bewijzen houtsnippers hun waarde als bodemverbeteraar? http://www.vilt.be/bewijzen-houtsnippers-hun-waarde-als-bodemverbeteraar

TV Limburg (6/10/2016) Houtsnippers tegen bodemerosie https://www.tvl.be/programmas/fan-van-limburg-houtsnippers-tegen-bodemerosie-35229

9 Literatuurlijst

Gilli C. et al. (2012) Le bois raméal fragmenté: fiche technique. Agroscope Changins-Wädenswil ACW.

Anon. (2006) Mise en oeuvre de la technique du Bois Raméal Fragmenté (BRF) en agriculture wallonne. Juin 2006. Projet subventionné par le Ministère de la Région Wallonne Direction Générale de l'Agriculture Direction de l'Espace Rural, Dossier n° 2768/1

Archambeaud M., Noël B. (2006) Le « bois raméal fragmenté, un outil pour doper les sols en matières organiques. Techniques culturales simplifiées, n°37, mars/avril/mai 2006. (http://agriculture-de-conservation.com/sites/agriculture-de-conservation.com/IMG/pdf/TCS_37_BRF.pdf)

Caron C. (1994) Ramial chipped wood: a basic tool for regenerating soils. Publication n° 50, Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Université Laval, Département des Sciences du Bois et de la Forêt

Caron G., Lemieux G., Lachance L. (1998) Regenerating soils with ramial chipped wood. Publication nr. 83, Coordination Group on Ramial Wood, Department of Wood and Forestry Science, Québec, Canada (https://www.dirtdoctor.com/organic-research-page/Regenerating-Soils-with-Ramial-Chipped-Wood_vq4462.htm)

Darlington, Dave of (2005) Chipped Branch Wood. Vegan-Organic Information Sheet #9 (60p)

Gybels, R., Wouters, R., Schuurmans, B. & Verbeke, W. - 2012 - Houtige biomassa voor energie in Limburg. Eindrapport van het MIP2-project "Limburgs groen voor een groene economie", 159 pp.

Homyak P., Yanai R.D., Burns D.A., Briggs R.D., Germain R.H. (2008) Nitrogen immobilization by wood-chip application: Protecting water quality in a northern hardwood forest. Forest Ecology and Management 255, pp.2589–2601.

Noël B. (2005) Le bois raméal fragmenté - Plus de carbone pour nos sols. Un outil pour une agriculture durable & respectueuse de l'environnement. Centre des Technologies Agronomiques, Strée, Belgique. 38 pp.

Repullo M.A., Carbonell R., Hidalgo J., Rodriguez-Lizana A., Ordonez R. (2012) Using olive pruning residues to cover soil and improve fertility. Soil & Tillage Research 124, pp. 36-46.

Schurink E. & Russchen H.J. (2011) C/N effecten op de groei van orchideeën. Eindrapport, project gefinancierd door Productschap Tuinbouw DLV Plant, Wageningen.

Tits M., Elsen A., Deckers S., Boon W., Bries J., Vandendriessche H. (2016) Bodemvruchtbaarheid van de Akkerbouw- en Weilandpercelen in België en Noordelijke Frankrijk (2012-2015). Publicatie van de Bodemkundige Dienst van België. 218 pp.

Tits M., Odeurs W., Elsen A., Vandendriessche H. (2011) Organische stof: de essentie van bodemkwaliteit. Handboek bij het lessenpakket. Bodemkundige Dienst van België. 120 pp.

Van Os G. (2019) Het bodemleven helpt ons. Hoe helpen wij het bodemleven? Presentatie Bodemlevendag 28 januari 2019, Provincie Vlaams-Brabant en Bodemkundige Dienst van België.