

Vlaanderen
is landbouw & visserij

ILVO Mededeling 257
december 2019

# BRONGERICHTE EROSIEBESTRIJDINGSTECHNIEKEN BIJ GROENTEN EN MAÏS

## EINDRAPPORT VAN HET GOMEROS-PROJECT

**ILVO**
Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek

www.ilvo.vlaanderen.be

# Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs

Eindrapport van
het GOMEROS-project

ILVO MEDEDELING 257
december 2019
ISSN 1784-3197
Wettelijk Depot: D/2019/10.970/257

**Auteurs**
Thijs Vanden Nest [1]
Tomas Van De Sande [3]
Maarten De Boever [2]
Donald Dekeyser [1]
Greet Ruysschaert [1]
[1] ILVO - [2] PCG - [3] Inagro

**Partners**

**Met steun van**

1 Inleiding ..... 3
1.1 Aanpak van het GOMEROS project ..... 3
1.1.1 Maïs ..... 3
1.1.2 Groenteteelten ..... 3
1.1.3 Samenwerking met de sector ..... 4
1.2 Proefvelden: Gewassen en locaties ..... 4
1.3 Erosiemetingen ..... 8
1.3.1 Regenvalsimulaties ..... 8
1.3.2 Sedimentbakken ..... 10
1.3.3 Geulerosie ..... 10
1.3.4 Berekening van de erosiereductie ..... 11
1.4 Proefveldrapporten ..... 14
1.5 Praktische Gewas- en techniekfiches ..... 14
2 Erosiereducerende technieken per gewasgroep ..... 15
2.1 Maïs ..... 15
2.1.1 Niet-kerende bodembewerking ..... 15
2.1.2 Strip-till ..... 19
2.1.3 Volleveldszaai ..... 25
2.1.4 Drempeltjes ..... 29
2.2 Groenteteelten op ruggen (prei, witloof en wortel) ..... 33
2.2.1 Drempeltjes en diepe tandbewerking tussen de ruggen ..... 33
2.2.2 Invloed van tractorpassages op erosie ..... 38
2.3 Geplante vlakveldse groenten (kolen en selder) ..... 39
2.3.1 Aangepaste plantmachines ..... 39
2.3.2 Niet-kerende bodembewerking ..... 42
2.4 Gezaaide vlakveldse groenten (erwten en zaaiui) ..... 45
2.4.1 Niet-kerende bodembewerking in erwten ..... 45
2.4.2 Niet-kerende bodembewerking in zaaiui ..... 50
2.4.3 Extensieve zaaibedbereiding ..... 53
2.4.4 Andere erosiereducerende technieken in zaaiui ..... 54
2.5 Andere technieken ..... 55
2.5.1 Bandensporen en sporenwissers ..... 55
2.5.2 Schoffelen ..... 59
3 Erosiegevoeligheid van gewassen ..... 63

4 De techniek van niet-kerende bodembewerking over alle gewasgroepen heen ..... 65
5 Samenvatting en aanbevelingen voor het beleid ..... 70
5.1 Maïs ..... 71
5.2 Groenteteelten op ruggen ..... 72
5.3 Geplante vlakveldse groenten ..... 73
5.4 Gezaaide vlakveldse groenten ..... 73
5.5 Algemene opmerkingen ..... 73
6 Aanbevelingen voor verder onderzoek ..... 75
6.1 Langdurige niet-kerende bodembewerking in zaaiui ..... 75
6.2 Volleveldszaai in (kuil)maïs ..... 75
6.3 Niet-kerende bodembewerking in kolen, selder en erwten ..... 76
6.4 Bandensporen in het zaai- of plantbed ..... 76
6.5 Schoffelen ..... 77
7 Referenties ..... 78

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanpak van het GOMEROS project

Het reduceren van bodemerosie op sterk erosiegevoelige percelen (erosieklasse paars en rood), is één van de randvoorwaarden die aan landbouwers worden opgelegd, voor het verkrijgen van directe inkomenssteun onder het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB). In 2016 werden deze randvoorwaarden strenger. Sindsdien moeten de landbouwers maatregelen kiezen uit het basispakket (o.a. groenbedekkers), het pakket bufferstroken, het pakket teelttechnische maatregelen en het pakket erosiebestrijdingswerken (o.a. erosiepoelen). Het aantal maatregelen en de pakketten waaruit gekozen kan/moet worden, zijn afhankelijk van de erosiegevoeligheid van het perceel en de teelt. Teelttechnische maatregelen, o.a. niet-kerende bodembewerking, strip-till en drempeltjes in ruggenteelten, zijn brongerichte erosiebestrijdingsmaatregelen want ze verhinderen dat water en sediment gaat afstromen. Een aantal van die maatregelen waren in 2016 nog onvoldoende uitgetest in bepaalde gewassen of de praktische uitvoerbaarheid werd sterk in vraag gesteld. Het GOMEROS-project-spitste zich toe op maïs en groenteteelten op paarse en rode percelen; het acroniem staat dan ook voor GrOenten en Maïs op EROSiegevoelige percelen. De doelstelling van het project was om technieken op punt te stellen zodat ze erosie effectief aan de bron bestrijden én gewasopbrengst en -kwaliteit behouden. Het GOMEROS-project is een VLAIO-Landbouwtraject dat liep van 2015 tot 2019 en werd uitgevoerd door ILVO, PCG en Inagro. Het project kreeg naast de financiële steun van VLAIO ook steun van Boerenbond, ABS, Vegebe, Ingro, B.N.D, Vegras, Steeno en Packo.

### 1.1.1 Maïs

Maïs is zeer prominent aanwezig in het teeltplan van de Vlaamse landbouwer als ruwvoedergewas of rotatiegewas. In 2013-2014 stond er meer dan 9000 ha maïs op paarse en rode percelen. Omdat de paarse en rode percelen dikwijls geconcentreerd voorkomen, moeten heel wat landbouwers inspanningen leveren om maïs te kunnen behouden in hun teeltplan. Niet-kerende bodembewerking werd reeds door heel wat grote akkerbouwers ingezet, maar vindt de laatste jaren ook meer ingang bij de kleinere bedrijven. Hoewel in het verleden heel wat onderzoek werd gedaan door meerdere kennisinstellingen, blijft de beperkte praktische ervaring een knelpunt. Ondanks het feit dat strip-till en mulchzaai de onderzoeksfase in Vlaanderen nog niet ontgroeid waren, waren deze technieken in de eerste versie van de verstrengde randvoorwaarden erosie (in 2014) een verplichting voor teelt van maïs op paarse percelen. Bovendien waren van strip-till ook weinig of geen gegevens beschikbaar over de mate waarin deze techniek erosie effectief kan reduceren. Hoewel de randvoorwaarden erosie dit in 2016 opnieuw afzwakten door ook andere opties zoals niet-kerende bodembewerking open te laten, bleef de kennishiaat rond strip-till aanwezig. In de loop van het project werden vanuit de landbouwsector ook andere potentieel interessante teelttechnieken naar voor geschoven zoals drempeltjes aanleggen tussen de rijen en volleveldszaai van maïs.

### 1.1.2 Groenteteelten

Hoewel het areaal groenteteelten op erosiegevoelige percelen beperkt is (700-800 ha op paarse en rode percelen in 2014), is de economische waarde hoog en de impact van de randvoorwaarden erosie aanzienlijk. Bovendien is dit areaal verdeeld over een beperkte groep van landbouwers. Daar waar er door landbouwers al heel wat kennis kon opgebouwd worden over niet-kerende bodembewerking in akkerbouwteelten, blijft kennis en ervaring met niet-kerende bodembewerking in de groenteteelten beperkt. Er was dan ook nood

aan proefvelden op praktijkschaal, niet alleen om de praktische haalbaarheid uit te testen maar ook om de effectiviteit van erosiereductie te onderzoeken Er zijn hierover immers zeer weinig data ter beschikking. In de voorbije decennia werd vooral veel onderzoek verricht naar erosiereductie door niet-kerende bodembewerking in de grote akkerbouwteelten maïs, bieten en granen, maar nooit in groenten. In ruggenteelt van aardappelen is de aanleg van drempeltjes een verplichting tegen erosie. In groenteteelten op ruggen, vormen deze drempeltjes echter dikwijls een praktische hindernis voor schoffelen en/of oogsten. Een diepe tandbewerking tussen de ruggen werd als alternatief naar voor geschoven in de wetgeving, maar werd nooit eerder wetenschappelijk onderzocht. Door het GOMEROS-project werden proeven aangelegd voor de gewasgroepen van geplante vlakveldse groenten (kolen en selder), gezaaide vlakveldse groenten (erwt en zaaiui) en groenten op ruggen (prei, wortelen en witloofwortelen).

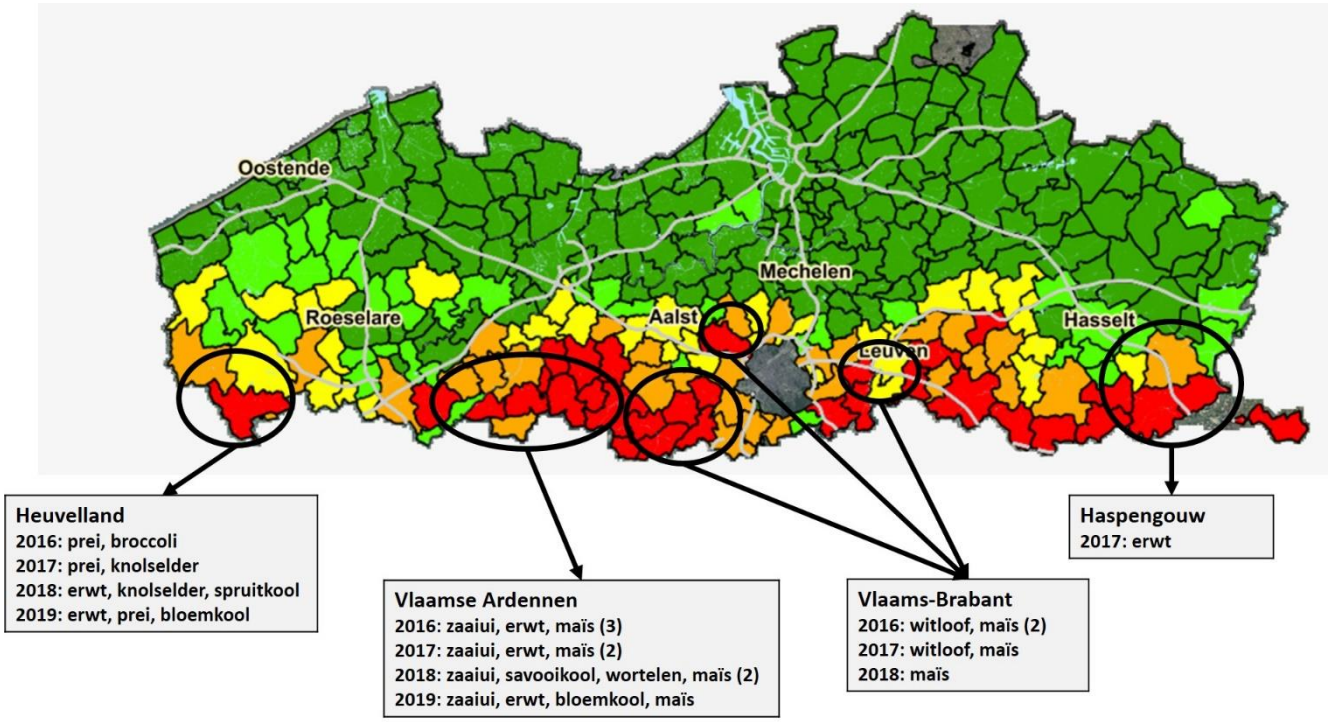
### 1.1.3 Samenwerking met de sector

GOMEROS is gebaseerd op een sterke betrokkenheid van landbouwers, beroepsorganisaties, producentenverenigingen, machineconstructeurs en beleidsmakers. Er werd gesteund op overleg met de stakeholders via de gebruikersgroep van het project, op "erosiecafés" waarin betrokken landbouwers en de onderzoekers samen kwamen en één op één gesprekken met landbouwers en adviseurs met praktijkervaring. Van 2016 tot en met 2019 werden ieder jaar 7 tot 9 veldproeven op praktijkschaal aangelegd. Hierbij namen PCG en Inagro de groentenproeven voor hun rekening en ILVO de maïs- en witloofproeven. ILVO volgde op deze percelen ook de erosie op. De veldproeven werden aangelegd in de regio's Heuvelland, Vlaamse Ardennen, Pajottenland en de leemstreek ten Oosten van Brussel. Op basis van de erosiecafés en gebruikersgroepvergaderingen werd beslist welke teelten en welke behandelingen in proef werden genomen. In de erosiecafés werden vooral de praktische knelpunten naar voor geschoven door de landbouwers en in de gebruikersgroepvergaderingen eerder de kennishiaten. Voor de proeven werkelijk aangelegd werden, werd ook advies ingewonnen bij landbouwers en adviseurs met praktijkervaring. Na afloop van de proeven werd opnieuw overleg gepleegd in de erosiecafés en met de gebruikersgroep. Gefaalde en geslaagde behandelingen werden bediscussieerd en de proefaanleg van het daaropvolgende jaar werd hier aan aangepast. Deze cyclus werd 4 jaar herhaald gedurende het project. De erosiecafés vormden naar het einde van het project toe eerder vergaderingen waarin praktische tips over erosiebestrijding werden uitgewisseld, gebaseerd op resultaten van de proefvelden. Voor een aantal teelten werd gedurende de hele looptijd van het project technieken op punt gesteld, zoals bv. aangepaste kolenplanters. Voor andere teelten werd gezocht naar de ideale strategie om bodembewerking en teelt te laten slagen, zoals bv. strip-till in maïs. Voor een aantal technieken stond de werkwijze snel op punt, maar werden meerdere jaren proeven uitgevoerd om data te verzamelen over meerdere locaties en in verschillende weersomstandigheden. Dit was bv. zo voor een diepe tandbewerking tussen preiruggen.

## 1.2 Proefvelden: Gewassen en locaties

In het GOMEROS-project werden over de 4 proefjaren heen, 34 veldproeven uitgevoerd (Figuur 1). In Tabel 1 wordt een beknopt overzicht van deze veldproeven gegeven. Deze tabel geeft ook aan welk type erosiemetingen in de proeven werd uitgevoerd. De beschrijving van deze veldproeven en de resultaten werden per proef uitvoerig beschreven in de proefveldrapporten (Vanden Nest et al., 2017, 2018, 2019a, 2019b). De resultaten van al deze erosiemetingen werden ook over de proeven heen verwerkt voor dit eindrapport (zie verder). In alle percelen met maïs, erwt en zaaiui werden opbrengstbepaling gedaan per behandeling. Hoewel de bewerking tussen de ruggen bij de teelten van prei, wortelen en witloof mogelijk een betere

vochtverdeling tot gevolg had, werd ervan uitgegaan dat het effect van de behandelingen te klein was om verschillen in opbrengst te meten. In deze teelten werden dan ook geen opbrengsten bepaald. In de proefvelden met geplante teelten, werden geen verschillen vastgesteld in het weggroeien van de plantjes, ongeacht de aanpassingen aan de planters. In 4 van de 5 proeven waar niet-kerende bodembewerking werd toegepast, werd eveneens geen invloed vastgesteld in het weggroeien van de plantjes en opbrengst en kwaliteit van het gewas. Er werden uiteindelijk slechts opbrengstbepalingen gedaan in 2 van de veldproeven met geplante groenteteelten.




*Figuur 1: Kaartje van Vlaanderen met aanduiding van de gemeentegrenzen en de erosiegevoeligheid van de gemeenten. Per streek wordt aangegeven welke gewassen in welke jaren in proef lagen voor het GOMEROS-project. Wanneer meer dan 1 veldproef met hetzelfde gewas werd aangelegd, wordt dit weergegeven tussen haakjes.*

*Tabel 1: Overzicht van de veldproeven die werden aangelegd in het GOMEROS-project. Er wordt ook aangegeven of er een opbrengstbepaling plaatsvond en hoe de erosie werd opgemeten.*

| Nº | Jaar | Hoofdstuk proefveldrapport | Gewas | Gemeente | bodemtextuur | Gemiddelde helling | Erosieklasse | Opbrengstbepaling | Regenvalsimulatie | Sedimentbakken | Geulerosie |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2016 | 1 | maïs | Maarkedal | leem | 5-8% | rood | X | X | | |
| 2 | 2016 | 2 | maïs | Bierbeek | leem | 8-11% | rood | X | X | | X |
| 3 | 2016 | 3 | maïs | Oosterzele | zandleem | <1% | lichtgroen | X | | | |
| 4 | 2016 | 4 | maïs | Galmaarden | leem | 12-19% | paars | X | | | X |
| 5 | 2016 | 5 | prei | Heuvelland | leem | 4-6% | rood | | X | X | |
| 6 | 2016 | 6 | witloof | Merchtem | leem | 4-10% | rood | | | X | |
| 7 | 2016 | 7 | erwt | Zottegem | leem | 5% | rood | X | X | | |
| 8 | 2016 | 8 | zaaiui | Oudenaarde | leem | 12-15% | rood | X | X | | |
| 9 | 2016 | 9 | broccoli | Heuvelland | leem | - | rood | X | | | |
| 10 | 2017 | 1 | maïs | Horebeke | leem | 8-9% | rood | X | | X | |
| 11 | 2017 | 2 | maïs | Galmaarden | leem | 6-9% | oranje | X | X | | |
| 12 | 2017 | 3 | maïs | Merelbeke | zandleem | <1% | lichtgroen | X | | | |
| 13 | 2017 | 4 | erwt | Zwalm | leem | 8-12% | paars | X | X | | |
| 14 | 2017 | 5 | erwt | Riemst | leem | 7-8% | rood | X | X | | |
| 15 | 2017 | 6 | zaaiui | Zwalm | leem | 7-11% | rood | X | X | | |
| 16 | 2017 | 7 | knolselder | Comines | leem | 5-9% | geen klasse | | X | | |
| 17 | 2017 | 8 | prei | Heuvelland | leem | 14% | rood | | X | X | |
| 18 | 2017 | 9 | witloof | Merchtem | leem | 5-6% | oranje | | | X | |
| 19 | 2018 | 1 | maïs | Horebeke | leem | 7-12% | rood | X | X | | |
| 20 | 2018 | 2 | maïs | Galmaarden | leem | 12-19% | paars | X | X | | |
| 21 | 2018 | 3 | maïs | Merelbeke | zandleem | <1% | lichtgroen | X | | | |
| 22 | 2018 | 4 | zaaiui | Brakel | leem | 7% | paars | X | X | | |
| 23 | 2018 | 5 | erwt | Heuvelland | leem | 8% | geel | X | X | | |
| 24 | 2018 | 6 | spruitkool | Heuvelland | leem | 5-6% | oranje | | X | | |
| 25 | 2018 | 7 | knolselder | Heuvelland | leem | 4-6% | geel | | X | | |
| 26 | 2018 | 8 | savooikool | Zwalm | leem | 4% | rood | X | X | | |
| 27 | 2018 | 9 | wortelen | Zwalm | leem | 4% | rood | | | X | |
| 28 | 2019 | 1 | maïs | Kluisbergen | zandleem | 8-13% | paars | X | X | | X |
| 29 | 2019 | 2 | erwt | Poperinge | zandleem | 4% | geel | X | X | | |
| 30 | 2019 | 3 | erwt | Zwalm | leem | 8-9% | rood | X | X | | |
| 31 | 2019 | 4 | zaaiui | Oudenaarde | leem | 13-14% | rood | X | X | | |
| 32 | 2019 | 5 | bloemkool | Heuvelland | zandleem | 6-7% | geel | | X | | |
| 33 | 2019 | 6 | bloemkool | Zwalm | leem | 6% | rood | | X | | |
| 34 | 2019 | 7 | prei | Heuvelland | leem | 10% | rood | | X | | |

**De referenties naar de proefveldrapporten zijn Vanden Nest et al., 2017 voor de resultaten uit 2016; Vanden Nest et al., 2018 voor de resultaten uit 2017, Vanden Nest et al., 2019a voor de resultaten uit 2018 en Vanden Nest et al., 2019b voor de resultaten uit 2019*

Gewasgroei en erosie worden sterk beïnvloed door de **weersomstandigheden**. Erosie ontstaat bv. vooral bij intense regenbuien zoals onweders of een wolkbreuk. Deze zijn echter erg lokaal. Daarom werd in de mate

van het mogelijke temperatuur en neerslag opgevolgd op ieder proefveld. Op deze manier kon steeds naar een verband gezocht worden tussen visuele vaststellingen in het veld, zoals korstvorming, erosiegeulen, sedimentafzetting, en de voorafgaande weersomstandigheden. In de periode van 2016 tot 2019 waren echter verscheidene periodes van uitzonderlijke weersomstandigheden die geldig waren voor alle regio's waar proefvelden werden aangelegd. Deze uitzonderlijke omstandigheden waren een opportuniteit om de reactie van het gewas in verschillende behandelingen van de veldproeven te bekijken. Hieronder volgt een beknopte beschrijving van de weersomstandigheden in de 4 proefveldjaren. De lezer die graag geïnformeerd is over de invloed van deze uitzonderlijke omstandigheden op gewasopbrengsten en erosie, verwijzen we door naar de proefveldrapporten.

Het jaar **2016** werd gekenmerkt door een moeilijk voorjaar, waarin weinig drogende periodes waren in april en mei, zodat de inzaai en het planten van heel wat gewassen moeilijk was en regelmatig in te natte omstandigheden gebeurde. Het late voorjaar, vanaf eind mei tot eind juni, was gekenmerkt door een periode van aanhoudende en zware neerslag. In de maand juni viel maar liefst 250% en meer van de hoeveelheid neerslag van het 30-jarig gemiddelde. In de maand juni werd op nagenoeg alle proefvelden matige tot zware erosie vastgesteld.

In tegenstelling tot 2016, was het voorjaar van **2017** erg droog. Door het droge voorjaar kon het seizoen vroeger starten en kon gestadig alles geplant en gezaaid worden. De droogte bleef echter verder aanhouden in juni en een groot stuk van juli. Op heel wat plekken viel in de maanden mei-juli slechts de helft of zelfs minder dan de helft van de normale hoeveelheid neerslag. Dit had enkele duidelijke gevolgen. Maïs na het nemen van een snede gras, deed het over het algemeen slechter dan normaal. In een aantal streken ging men over tot het beregenen van teelten die normaliter nooit worden beregend. In West-Vlaanderen werden zelfs maatregelen en een verbod van kracht omdat te veel water werd gebruikt voor beregening. Laat gezaaide fijnzadige gewassen als witloof en wortelen hadden een zeer moeilijke groeistart. Voor een aantal teelten kwam er echter in veel streken net op tijd regen en werden toch behoorlijke tot meer dan behoorlijke opbrengsten gehaald. Voor veel maïspercelen was de regen bv. net op tijd voor de korrelvulling. Door de droogte werden verschillen vastgesteld in gewasopbrengst tussen een aantal behandelingen. Er werd weinig tot geen erosie vastgesteld op de proefvelden.

Hoewel de start van het voorjaar in **2018** nat was in een aantal streken, verliep de aanleg van de GOMEROS-proeven daardoor weinig of geen vertraging op. Op het einde van het voorjaar, wanneer de meeste gewassen gezaaid of geplant waren, maar nog maar weinig bodembedekking door het gewas was, volgden enkele zeer lokale en zeer intensieve onweersbuien. Plaatselijk was er heel wat erosie en modderoverlast, terwijl er enkele kilometers verder geen druppel regen viel. Daarna startte een periode van extreme droogte. Nooit eerder werd sinds het begin van de metingen van het KMI een extremere droogte vastgesteld. Voor sommige teelten vormde de bijkomende hittestress de genadeslag. Heel wat aardappelen vielen in de zomer dood, in veel maïsvelden waren de kolven klein of zelfs volledig afwezig, veel grasland bracht ¼ minder op dan normaal, groenten werden weer massaal beregend zoals in 2017 enz. De proefvelden van GOMEROS bleven echter relatief gespaard in deze droogte. Alle proefvelden lagen immers in zandleem- of leempercelen die beter gewapend zijn tegen droogte dan de lichte bodems. Ook de periode van zaaien en planten bleek erg belangrijk. Later of vroeger starten met een teelt had soms grote gevolgen in 2018.

Het voorjaar **2019** was relatief koud, waardoor de jeugdgroei van een aantal gewassen wat trager liep dan gewoonlijk. Opnieuw werd het een droge zomer die zeker zijn weerslag heeft gehad op de gewasgroei van een aantal teelten, maar de droogte was veel minder extreem dan in 2018. Er waren vrij grote verschillen merkbaar in eenzelfde gewas op naburige percelen. De gewasopbrengsten op de GOMEROS-proefvelden

waren uiteindelijk slechts beperkt beïnvloed door de droogte. Op de meeste proefvelden werden geen intense buien vastgesteld. Toch was er een locatie met veel neerslag en daardoor veel geulerosie.

## 1.3 Erosiemetingen

### 1.3.1 Regenvalsimulaties

Een bodem is het meest vatbaar voor erosie wanneer er intense regenbuien vallen tussen het zaaien/planten van een gewas en het sluiten van het gewas. Omdat het nooit zeker is dat er erosieve buien zullen vallen op de plaats waar proefvelden zijn aangelegd en in de periodes tussen zaai en het sluiten van het was, is het een risico om enkel te vertrouwen op natuurlijke neerslag om het effect van behandelingen op run-off en erosie te onderzoeken. Om tegemoet te komen aan dit probleem, werd bij GOMEROS gebruik gemaakt van regenvalsimulaties. Bij een regenvalsimulatie wordt een erosieveldje afgebakend en voorzien van een opvanggoot aan de onderkant van de helling. Vervolgens wordt met een sproeidop of sproeiboom regenwater aan een constante intensiteit gesproeid over het erosieveldje. Deze beregening gebeurt met regenwater (uit een regenwaterput) omdat leidingwater of putwater dikwijls teveel kalk bevat die het bodemoppervlak stabiliseert en een vertekend beeld geeft. De beregening wordt aangehouden tot het moment dat de run-off start en vervolgens verder gezet tot een constante run-off wordt vastgesteld. Dit laatste kan door het afspoelende regenwater op te vangen in potjes onderaan de opvanggoot en het volume per tijdseenheid te noteren. Per regenvalsimulatie worden ook stalen in afgesloten potten meegebracht naar het labo, waar ze bij 70°C worden uitgedampt. Door weging kan de sedimentconcentratie worden bepaald. Door regenvalsimulaties uit te voeren in de verschillende behandelingen van een zelfde veldproef, op een zelfde moment en op een plaats met homogene en vergelijkbare helling, kan het effect van een behandeling op run-off en erosie onderzocht worden.

In het GOMEROS-project werd gebruik gemaakt van twee regenvalsimulatoren, nl. deze van KU Leuven (Leys et al., 2007) en deze van UGent (Vermang, 2012). Beide simulatoren steunen op het zelfde principe, maar hebben elk ook enkele voor- en nadelen. Aanvankelijk werd gewerkt met de regenvalsimulator van KU Leuven, maar er werd gedurende het project overgeschakeld naar de regenvalsimulator van UGent. Hieronder volgt een beknopte bespreking van beide simulatoren. Bij elke regenvalsimulatie werden standaard ook een aantal andere parameters gemeten, nl. gravimetrisch bodemvochtgehalte in de laag 0-40cm (per laag van 10cm), bulkdensiteit, gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte en koolstofgehalte van het bodemoppervlak (0-5cm), bodembedekking door gewasresten, gewas en onkruiden. In 2016 en 2017 werd ook de bodemruwheid bepaald met de pinmeter van KU Leuven (Langhans et al., 2011), maar deze meting werd niet verdergezet in 2018 en 2019 omdat de methode geen verschillen in ruwheid van het zaaibed konden weergeven die visueel nochtans goed zichtbaar waren. Deze metingen worden in het eindrapport niet verder beschreven. Ze zijn wel een hulp geweest bij het verklaren van sommige resultaten en zijn dan ook uitgebreid beschreven in de proefveldrapporten.

#### *1.3.1.1 Regenvalsimulator KU Leuven*

Deze regenvalsimulator bestaat uit een statief met 1 sproeidop Lechler 460 788 die 3 meter boven het erosieveldje staat en waar aan een druk van 0,2 bar regenwater wordt door gepompt. Bij deze dop aan deze druk en hoogte worden regendruppels gevormd die qua grootteverdeling en inslagkracht in de range liggen van een natuurlijke intensieve regenbui (Poesen et al., 1990). Er wordt hiermee een erosieveldje van 80 op 80 cm beregend. Vier regenmeters (op elke zijde 1) rondom het erosieveldje geven de werkelijke

regenval aan. De intensiteit waarmee beregend werd was gemiddeld (over alle proeven heen) 39 l/m².u. Er werd in 1 proefveld met prei in 2016 gewerkt met een ander doptype (Lechler 461 008), welk een hoger debiet gaf (151 l/m².u). Op de meeste proefvelden was een beregening van 45min tot 1u15min noodzakelijk om resultaten te kunnen optekenen. Omwille van de hoogte en beperkte oppervlakte, was een kleine hoeveelheid wind reeds een groot probleem om juiste metingen te verrichten. Figuur 2 geeft enkele foto's weer van deze simulator.



*Figuur 2: Zicht op de regenvalsimulator van KU Leuven en een beregend erosieveldje in erwt te Zwalm (2017).*

#### *1.3.1.2 Regenvalsimulator UGent*

Deze regenvalsimulator bestaat uit een frame waar een sproeiboom met 6 kegeldoppen (volle spuitkegel) aanhangt. De sproeiboom hangt ongeveer 1,8 meter boven het erosieveldje. Het regenwater wordt aan een druk van 1 bar door de sproeiboom gepompt. De spuitkegels zijn hierbij zo gevormd dat ze wel overlappen, maar dat verdeling van de regendruppels homogeen is. De druppels zijn nog met het blote oog onderscheidbaar, maar veel kleiner dan bij de simulator van KU Leuven. De regenvalintensiteit bedraagt gemiddeld 106 l/m².u over alle proefvelden heen. Op de meeste proefvelden was een beregening van 15 tot 25 minuten voldoende om resultaten te kunnen optekenen. Met deze simulator werden erosieveldjes beregend van 2 meter breed op 5 meter lang. Soms werd de breedte iets vergroot of verkleind, naargelang de rijafstand van het gewas. Doordat run-offwater en sediment in 2 goten werden opgevangen, was het mogelijk om het veldje in twee te delen, wat soms werd gedaan om het verschil in en buiten een bandenspoor in kaart te brengen, een herhaling te creëren of 2 behandeling tegelijk te meten (ruggenteelten en behandelingen met aangepaste kolenplanters). De simulator had als nadeel dat regendruppels minder natuurlijk waren, maar er waren minder randeffecten omdat de plots groter waren en er was minder invloed van wind op de metingen. In het erosieveldje werden 6 tot 9 regenmeters verspreid geplaatst om de werkelijke regenval op het erosieveldje op te meten. Figuur 3 geeft enkele foto's weer van deze simulator.




*Figuur 3: Zicht op de regenvalsimulator van UGent en een beregend erosieveldje in maïs te Vollezele (2017).*

### 1.3.2 Sedimentbakken

Op een aantal proefvelden werden onderaan de helling van het perceel bakken ingegraven die per behandeling het run-offwater en sediment van een begrensd deel van de proef opvingen gedurende het groeiseizoen. Op regelmatige basis en vooral na intense regenbuien, werd de hoeveelheid run-off opgemeten en stalen genomen van de sedimentconcentratie om het sedimentverlies te kunnen berekenen. De data uit deze metingen vormen een aanvulling op de gegevens van de regenvalsimulaties en werden ook mee opgenomen in de evaluatie van de erosiereductie per techniek.




*Figuur 4: Zicht op een sedimentbak in het proefveld prei te Heuvelland (2016).*

Sedimentbakken (Figuur 4) werden ingegraven in de proefvelden met prei (2016 en 2017), witloof (2016 en 2017), wortelen (2018) en maïs (Horebeke 2017).

### 1.3.3 Geulerosie

Op drie proefvelden met maïs werden aan het begin van de zomer diepe erosiegeulen vastgesteld. Het ging om de percelen te Bierbeek (2016), Vollezele (2016) en Kluisbergen (2019). Om de sedimentverliezen van zaaitijdstip tot het begin van de zomer in te schatten, werden de geulen opgemeten. Dit werd gedaan door een vlak met homogene helling voor alle behandelingen te selecteren in de proef (bv. 1 specifieke blok). Vervolgens werd in dit geselecteerde vlak, loodrecht op de helling om de 10m een landraad gespannen

(transect genomen). Op elke positie waar de landdraad een geul kruiste, werd de breedte en diepte van de geul opgemeten (Figuur 5). Door dit te combineren met de lengte van de geul, kon het volume sedimentverlies worden berekend. Door gebruik te maken van de bulkdensiteit, kon het volume sedimentverlies worden omgerekend naar massa sedimentverlies. Voor geulen die ontstaan in het vlak zelf, werd ook de lengte van de geul opgemeten. Ook deze data werden gebruikt als aanvullende data op de regenvalsimulaties.



*Figuur 5: Zicht op erosiegeulen in het proefveld maïs te Bierbeek (2016).*

### 1.3.4 Berekening van de erosiereductie

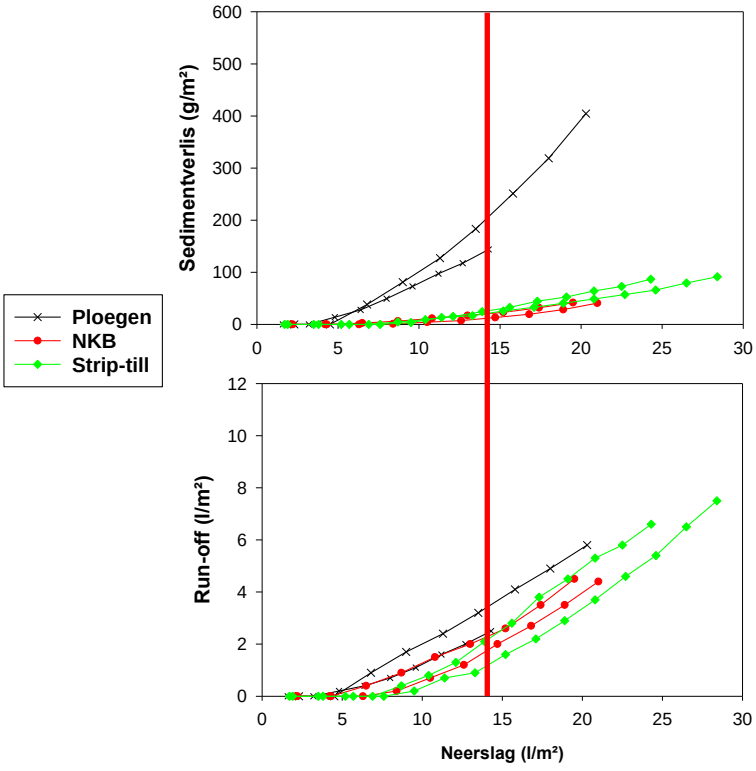
Run-off en erosie zijn sterk afhankelijk van heel wat omgevingsfactoren zoals bodemtextuur, koolstofgehalte, bodemzuurtegraad, vochtgehalte van de bodem, helling, hellingslengte, weersomstandigheden in de onderzochte periode, de aanwezigheid van een bodemkorst, neerslagintensiteit, gewasontwikkeling, bodembedekking door gewasresten enz. Dit maakt dat beoordeling van een techniek over meerdere proefvelden heen moeilijk is. Daarom werd in ieder proefveld een bepaalde behandeling aangeduid als de referentie en werden de andere behandelingen van die specifieke veldproef beoordeeld in functie van deze referentie. Naargelang de beoordeelde techniek kan ook de referentie veranderen aangezien we ernaar streven om alleen het effect van een factor in rekening te brengen en niet van eventuele subfactoren. Bijvoorbeeld in een proefveld met erwten met behandelingen (1) 'ploegen + intensieve zaaibedbereiding', (2) 'ploegen + extensieve zaaibedbereiding', (3) 'niet-kerende bodembewerking + intensieve zaaibedbereiding' en (4)'niet-kerende bodembewerking + extensieve zaaibedbereiding' worden twee factoren onderscheiden, nl. 'bodembewerking' en 'zaaibedbereiding'. Voor het effect van niet-kerende bodembewerking werden behandelingen 3 en 4 respectievelijk ten opzichte van de referenties 1 en 2 vergeleken. Voor het effect van extensievere zaaibedbereiding, werden behandelingen 2 en 4 respectievelijk ten opzichte van de referenties 1 en 3 vergeleken.

Voor de erosie opgemeten via sedimentbakken en geulen kunnen de totale sedimentverliezen die werden opgemeten, gebruikt worden. De regenvalsimulaties zijn echter tijdsreeksen. Er moet dus een bepaald moment in de tijd gekozen worden waarop cumulatieve run-off en erosie tussen de behandelingen vergeleken worden. Omdat er lichte verschillen zijn in intensiteit van beregening, betekent eenzelfde tijdsduur van beregening niet noodzakelijk dezelfde totale regenval. Daarom werd gekozen om run-off en erosie tussen behandelingen te vergelijken bij gelijke cumulatieve neerslag. In praktijk betekent dit dat dit moment samenvalt met de cumulatieve neerslag van de behandeling die de minste beregening kreeg.

Reductie in run-off of erosie werd als volgt berekend:

Reductiepercentage (%) = 100 x (1-waarde behandeling/waarde referentie)

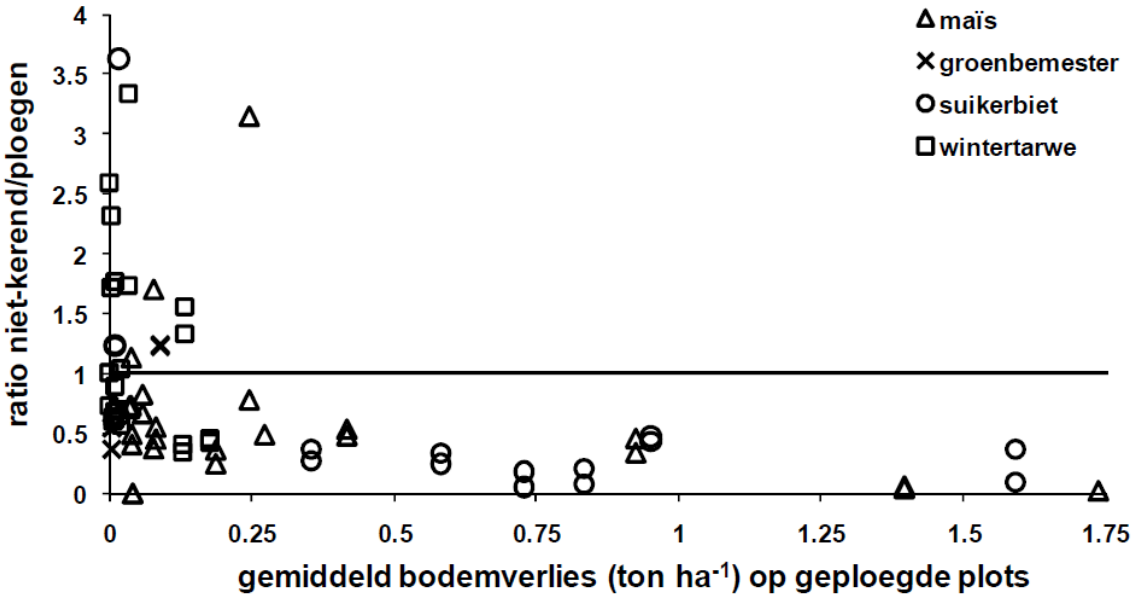
We illustreren dit aan de hand van een voorbeeld. In Figuur 6 wordt het sedimentverlies en de run-off weergegeven van de erosiesimulaties op het proefveld met maïs te Horebeke (2018). Bij een van de twee erosiesimulaties in de behandeling met ploegen werd de meting afgebroken toen net geen 15 l/m$^2$ neerslag was beregend (aangeduid door de rode lijn). Dit betekent dat om alle behandelingen te kunnen vergelijken we maximaal op dit punt verschillen in erosiereductie en reductie in run-off kunnen bereken. Voor dit specifieke geval is er in de referentie 'ploegen' gemiddeld voor de 2 metingen 198 g/m$^2$ sedimentverlies en 3,3 l/m$^2$ run-off. De gemiddelde sedimentverliezen op dit punt waren bij strip-till en NKB respectievelijk 18 en 30 g/m$^2$, wat overeen komt met een erosiereductie van 91 en 85%. Voor de gemiddelde run-off is dit voor strip-till en NKB respectievelijk 2,3 en 2,2 l/m$^2$, wat overeenkomt met een reductie van 30 en 33%. Het zijn deze reductiepercentages die ook in de verwerking van de data zijn opgenomen om reductiepercentages van een techniek in te schatten (zie verder).




*Figuur 6: Sedimentverliezen en run-off in functie van de beregende neerslag op het proefveld maïs te Horebeke (2018). De rode lijn geeft het punt aan waar de gemiddelde erosiereductie en reductie in run-off zijn bepaald.*

In een aantal gevallen was er ook een negatieve reductie, wat betekent dat er in de behandeling meer erosie en/of run-off was dan in de referentie. In enkele veldproeven werd geen erosie en run-off vastgesteld in de referentie. In deze gevallen was het dan ook niet mogelijk om de reductie te berekenen. We vermelden zowel het aantal simulaties als het aantal 'bruikbare' datapunten.

Door bovenstaande manier van werken kunnen de verschillende regenvalsimulaties van eenzelfde veldproef op gelijke basis vergeleken worden en kunnen we de reductiecijfers ook per gewas en per techniek over alle proeven heen vergelijken. Op de reductiecijfers kan een grote spreiding zitten als gevolg van de omstandigheden, zoals bodemzuurtegraad, aanwezigheid van bodemkorst, gewasresten, helling, bodemtextuur, verdichte lagen, bodemvochtigheid, voorvrucht, gewasstadium enz. Dit betekent dat het ene perceel voor een bepaalde techniek tot een sterkere reductie leidt dan het andere. Van den Putte et al. (2011) vonden over de regenvalsimulaties van proefvelden met bieten, maïs, groenbemester en wintertarwe heen, dat er voor niet-kerende bodembewerking een duidelijk verschil was in erosiereductie tussen percelen waarbij in de geploegde referentie <0,25 ton/ha erosie werd opgemeten en percelen waar >0,25 ton/ha erosie werd opgemeten (Figuur 7). Beneden de 0,25 ton/ha erosieverliezen, schommelde de ratio erosieverliezen in niet-kerende bodembewerking/erosieverliezen in geploegde referentie, tussen ±0 en ±3,75. Boven de 0,25 ton/ha erosieverliezen in de geploegde referentie, was de ratio veel lager en schommelde deze rond 0,5. Samengevat betekent dit dat bij beperkte erosie, niet-kerende bodembewerking bij deze gewassen soms tot lagere en soms tot hogere erosie leidt. Wanneer er meer erosie is, was er wel heel duidelijk erosiereductie door niet-kerende bodembewerking.




*Figuur 7: ratio niet-kerende bodembewerking over ploegen ten opzichte van het gemiddeld bodemverlies (ton ha$^{-1}$) op proefvelden opgevolgd door Van de Putte et al. (2011).*

Bij de bespreking van de resultaten werd deze grens van 0,25 ton/ha (of 25 g/m$^2$) eveneens gehanteerd om een verschil te maken in situaties met veel en weinig erosie.

## 1.4 Proefveldrapporten

Tijdens het GOMEROS-project werden in totaal 34 veldproeven uitgevoerd. Elk jaar werden deze proeven uitvoerig beschreven in proefveldrapporten waarbij een apart hoofdstuk aan elke veldproef werd gewijd. Hierin zijn de resultaten van alle opgemeten bodem- en gewasparameters, waaronder erosie en gewasopbrengst, te vinden, alsook een kritische evaluatie van de bodembewerkingen en de praktische uitvoerbaarheid. De lezer die op zoek is naar meer data of details van de afzonderlijke proefvelden, verwijzen we door naar deze proefveldrapporten.

Vanden Nest T., Van de Sande T., Horemans D., De Boever M., Ruysschaert G., 2017. Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs. Proefveldresultaten van het GOMEROS-project 2016. ILVO-mededeling 226, 252pp.

Vanden Nest T., Van de Sande T., De Boever M., Ruysschaert G., 2018. Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs. Proefveldresultaten van het GOMEROS-project 2017. ILVO-mededeling 241, 256pp.

Vanden Nest T., Van de Sande T., De Boever M., Dekeyser D., Ruysschaert G., 2019a. Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs. Proefveldresultaten van het GOMEROS-project 2018. ILVO-mededeling 251, 243pp.

Vanden Nest T., Van de Sande T., De Boever M., Ruysschaert G., 2019b. Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs. Proefveldresultaten van het GOMEROS-project 2019. ILVO-mededeling 256, in voorbereiding.

## 1.5 Praktische Gewas- en techniekfiches

Doorheen het GOMEROS-project werden heel wat vaststellingen gedaan die voor de landbouwer nuttig zijn om aan de slag te gaan met een bepaalde techniek. Om dit toegankelijk te maken voor de landbouwers werden gewas- en techniekfiches opgemaakt die online beschikbaar zijn en ook als gedrukte versie werden uitgedeeld. Per gewas of gewasgroep is er een gewasfiche die aangeeft wat de specifieke oorzaken zijn van erosie in deze teelt, wat de gevolgen zijn en welke stappen ondernomen kunnen worden om erosie te voorkomen aan de bron. Er wordt gewerkt met de gewasgroepen maïs, groenteteelten op ruggen, geplante groenten (kolen-selder), erwt en zaaiui. Per gewasgroep worden een aantal praktische technieken naar voor geschoven die de landbouwer kan hanteren om erosie aan te pakken. Dit zijn technieken die in de veldproeven van GOMEROS werden onderzocht naar haalbaarheid, erosiereductie en gewasopbrengst en –kwaliteit. Elke techniek kreeg een afzonderlijke techniekfiche, waarin de techniek wordt beoordeeld op vlak van investeringskost, erosiereductie en opbrengstrisico met een kleurencode. Per techniekfiche wordt een korte omschrijving van de techniek gegeven, welke machines ingezet kunnen worden, hoe deze techniek erosie kan beperken, welk effect dit kan hebben op de gewasopbrengst en wat de knelpunten en kansen zijn van deze techniek. Er wordt tevens een overzicht van praktische tips gegeven waarmee de landbouwer aan de slag kan.

# 2 Erosiereducerende technieken per gewasgroep

## 2.1 Maïs

Maïs is een erosiegevoelige teelt omwille van meerdere eigenschappen. Door de trage jeugdgroei en sluiting van het gewas, blijft het bodemoppervlak tijdens de maand mei en een groot deel van juni weinig bedekt. In België valt dit samen met de periode waarin vaak intensieve buien vallen. De plantarchitectuur maakt dat bij een regenbui, regendruppels worden opgevangen door het blad en verzameld aan de stengelbasis. Dit zorgt voor een sterke concentratie aan regenwater op een beperkte ruimte. Omdat maïs klassiek wordt gezaaid op een rijafstand van 75 cm en slechts 12-14 cm tussen de planten in de rij, wordt op deze manier snel veel regenwater verzameld dat daar kan gaan afstromen. Bij het gros van de percelen wordt de maïs gezaaid in een afzonderlijke werkgang, nadat het zaaibed werd bereid. De bandensporen die in het zaaibed aanwezig blijven van de tractor die het zaaien uitvoerde, zijn stroken, waar water moeilijk infiltreert en waar veel run-off en erosie kan in plaats vinden.

Niet-kerende bodembewerking is de meest voor de hand liggende techniek om erosie in maïs aan te pakken. Deze techniek bewees reeds zijn nut in de maïsteelt in andere onderzoeksprojecten (Cecelja et al., 2019), en werd in het GOMEROS-project opnieuw meegenomen om te kunnen vergelijken met alternatieve brongerichte erosiebestrijdingstechnieken. . Strip-till zou mogelijkheden bieden als bodembewerkingstechniek omdat gewasresten van een voorgaande groenbedekker of teelt buiten de bewerkte strookjes, ongemoeid gelaten worden en dus maximaal de bodem bedekken. Omdat weinig bekend is van de erosiereductie door deze techniek, werd deze in het GOMEROS-project uitvoerig onderzocht. Tijdens het GOMEROS-project werd er ook aandacht geschonken aan volleveldszaai en drempeltjes in maïs, technieken die respectievelijk het rijenpatroon doorbreken en daardoor de preferentiële *pathways* voor run-off en de buffercapaciteit voor afstromend regenwater vergroten.

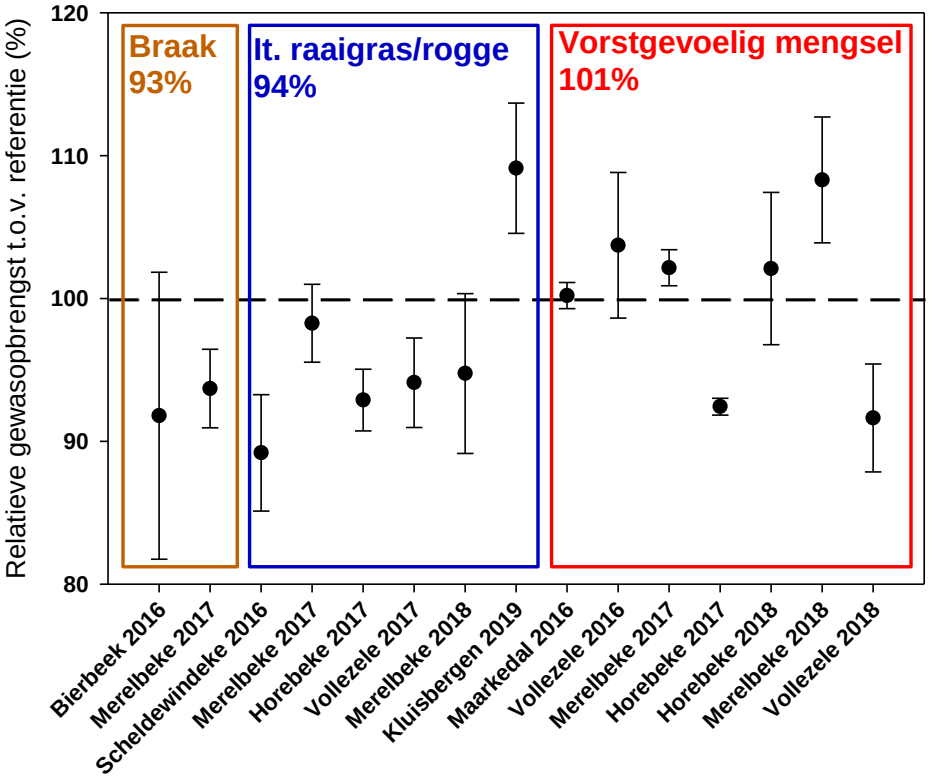
### 2.1.1 Niet-kerende bodembewerking

In de proefvelden gingen we meestal uit van een éénmalige diepe niet-kerende bodembewerking kort voor zaaien, die het ploegen verving. Dit is in tegenstelling tot het meeste voorgaand onderzoek in Vlaanderen dat werd uitgevoerd op velden waar niet-kerende bodemwerking jaar na jaar werd uitgevoerd. Er werd steeds gekozen voor percelen waar in het voorjaar veel gewasresten aanwezig waren. Meestal was dat met resten van een groenbedekker, in één veld was dat met resten van korrelmaïs, in een ander veld met resten van een graanstoppel. Het laatste proefveld was een teelttechnische proef waar er geen erosiesimulaties weden uitgevoerd. Na de niet-kerende bodembewerking, werd de zaaibedbereiding in de meeste proeven maar met 1 passage van de rotoreg uitgevoerd. Standaard zullen de meeste landbouwers 2x de rotoreg gebruiken. We vonden dit niet altijd nodig om een goed zaaibed te bekomen. Door een passage minder van de rotoreg werden de groenbedekkerresten minder verkleind en ingewerkt. Hoewel in de meeste gevallen duidelijk gewasresten aanwezig bleven aan het bodemoppervlak, was de bodembedekking door gewasresten slechts enkele percenten tot 5%. De gewasresten die ingewerkt waren in de bodem, bleven natuurlijk wel in de bovenste lagen van het profiel aanwezig.

#### *2.1.1.1 Opbrengstrisico*

Bij het samenzetten van de gewasopbrengsten maïs in niet-kerende bodembewerking, valt de invloed van de voorgaande groenbedekker op (Figuur 8). Wanneer werd vertrokken van een grasachtige groenbedekker,

werd de groenbedekker ofwel afgespoten ofwel werd eerst een voedersnede genomen en werd de graszode nadien alsnog afgespoten. In veel proeven werd ondanks deze bespuiting, duidelijk hergroei vastgesteld van raaigras (niet van rogge). Deze hergroei was dikwijls sterk zodat er toch concurrentie was tussen gras en maïs in de jeugdfase. Gemiddeld was er 6% opbrengstderving. Wanneer er geen groenbedekker werd ingezaaid tijdens de wintermaanden, werd een gelijkaardige opbrengstderving vastgesteld. Dit gebeurde slechts op twee proefvelden, waarvan het proefveld Bierbeek 2016 waar de resten van korrelmaïs oppervlakkig waren ingewerkt met een schijveneg. In Merelbeke was de braak, een graanstoppel waarvan het stro werd afgevoerd en de bodem voor de winter werd bewerkt met de stoppelcultivator.




*Figuur 8: Gemiddelde relatieve gewasopbrengst maïs (±standaardfout) van de behandelingen met niet-kerende bodembewerking t.o.v. de geploegde referentie in alle veldproeven met maïs in het GOMEROS-project. De X-as vermeld locatie en jaar van de proef. De kleurkaders geven aan welke groenbedekker vooraf aanwezig was op het perceel. Het percentage geeft de gemiddelde relatieve opbrengst over alle veldproeven met dezelfde voorafgaande groenbedekker weer. Dit gemiddelde houdt geen rekening met de gewasopbrengst in Kluisbergen 2019, omdat dit resultaat beïnvloed is door een verschil in bemesting. Braak verwijst naar situaties waarbij geen groenbedekker werd gezaaid voor de winter.*

Wanneer de voorafgaande groenbedekker een vorstgevoelig mengsel was, werd gemiddeld geen opbrengstderving vastgesteld. Deze mengsels waren steeds op basis van facelia en/of gele mosterd , aangevuld met o.a. bladrammenas, Japanse haver, zonnebloem en andere. De plantenresten van deze mengsels werden steeds goed verkleind door klepelen of een bodembewerking met een schijveneg. De zaaibedbereiding verliep steevast goed en er kon daarmee ook in een goed zaaibed worden gezaaid.

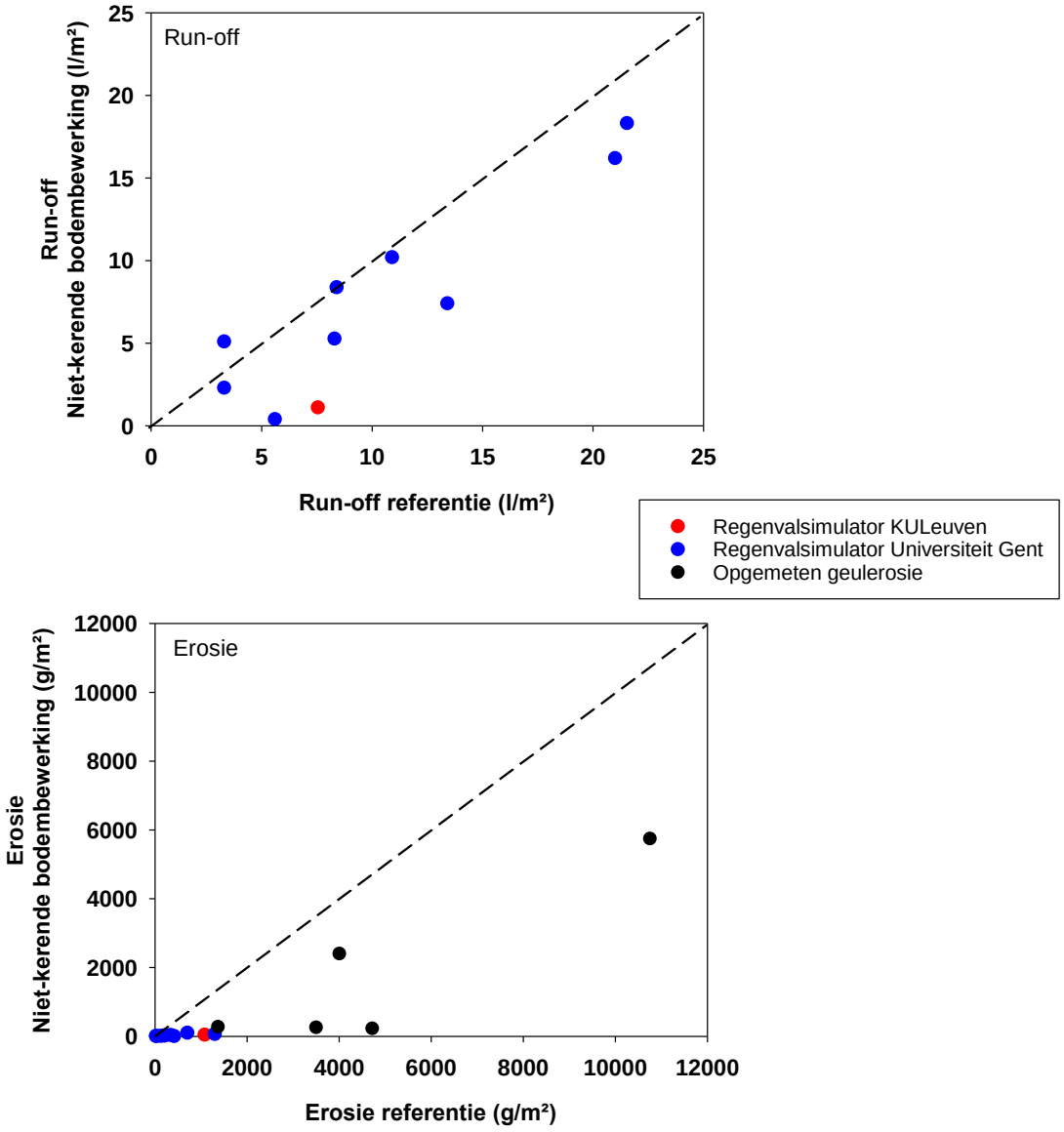
#### *2.1.1.2 Erosiereductie*

Volgens de metingen met de regenvalsimulatoren werd met niet-kerende bodembewerking in maïs een erosiereductie van gemiddeld 85% (mediaan 91%) gehaald en 92% (mediaan 91%) op percelen waar veel erosie werd vastgesteld in de geploegde referentie (Tabel 2 en Figuur 9). Dit geeft aan dat niet-kerende bodembewerking een zeer goede techniek is om erosie in maïs te vermijden. De resultaten die wij hebben bekomen liggen hoger dan de gemiddelde erosiereductie die werd opgetekend door Leys et al. (2007; gemiddeld 38%) en Gillijns et al. (2005; gemiddeld 54%) met de regenvalsimulator van KU Leuven (merk op dat data van Gillijns et al. en Leys et al. elkaar gedeeltelijk overlappen). Het reductiepercentage voor erosie dat door LNE (2015) naar voor wordt geschoven bedraagt 85% en is gebaseerd op geulerosie gemeten op perceelsniveau door Gillijns et al. (2005; gemiddeld 88%, n=15). Dit is hoger dan de reductie die wij terugvonden door het opmeten van erosiegeulen (gemiddelde 69%, mediaan 80%).

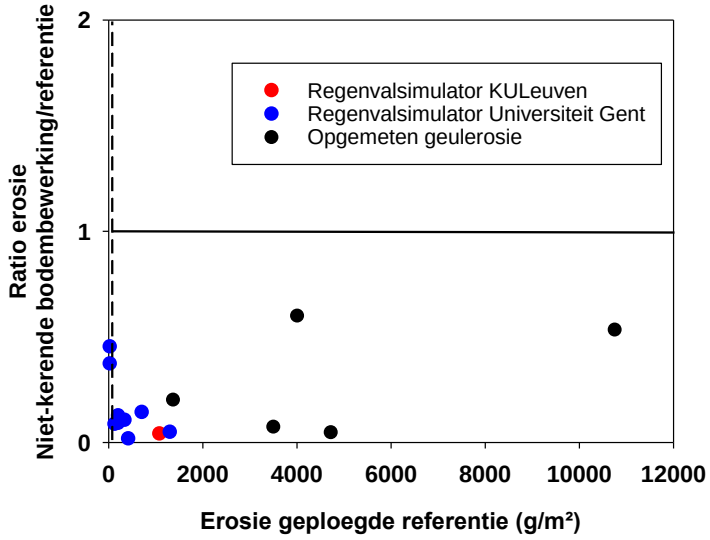
*Tabel 2: Overzicht van de gemiddelde en mediaan van run-off- en erosiereductie van niet-kerende bodembewerking in maïs ten opzichte van de referentie. Er wordt onderscheid gemaakt in metingen met de regenvalsimulatoren en het opmeten van geulen*

| | Regenvalsimulatoren | Opmeten geulen |
|---|---|---|
| Aantal veldproeven | 6 | 3 |
| Aantal observaties | 12 | 5 |
| Aantal datapunten | 11 | 5 |
| Gemiddelde run-offreductie (%) | 37 | - |
| Mediaan run-offreductie (%) | 32 | - |
| Gemiddelde erosiereductie (%) | 85 | 69 |
| Mediaan erosiereductie (%) | 91 | 80 |
| Aantal datapunten<br>Met sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 8 | 5 |
| Gemiddelde erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 92 | 69 |
| Mediaan erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 91 | 80 |

De reductie in run-off is een stuk beperkter. Dit geeft aan dat de bodemdeeltjes minder makkelijk worden losgemaakt en meegesleurd worden door niet-kerende bodembewerking. De concentratie van resten van de groenbedekker en organische stof van de voorgaande teelt helpt dus reeds sterk in de preventie van erosie, ook in het eerste jaar van niet-kerende bodembewerking.




*Figuur 9: Run-off en erosie van niet-kerende bodembewerking in de GOMEROS-proefvelden met maïs (2016-2019). De kleur van de datapunten geeft aan met welke regenvalsimulator er werd gemeten. De stippellijn geeft de bissectrice weer.*




*Figuur 10: De ratio van erosie in de behandelingen met niet-kerende bodembewerking t.o.v. referentie ploegen in functie van de erosie in de geploegde referentie voor de GOMEROS proefvelden (2016-2019) met maïs samen. De volle lijn geeft ratio 1 aan, wat betekent dat er evenveel erosie is bij niet-kerende bodembewerking als bij de geploegde referentie. De stippellijn geeft de theoretische grens aan tussen percelen met beperkte en veel erosieverliezen. De kleur van de datapunten geeft aan welke regenvalsimulator er werd gebruikt.*

#### *2.1.1.3 Haalbaarheid voor de teler*

Maïs is een teelt die op heel veel bedrijven voorkomt, zowel op de grote als kleine bedrijven. Veel grote bedrijven hebben een toestel dat kan ingezet worden om diep niet-kerend te werken. Indien er toch geen toestel aanwezig is op het bedrijf, kan de investeringskost meevallen, naargelang het type toestel. Meestal is de investeringskost een stuk lager dan bij een ploeg. Het probleem situeert zich voornamelijk op de kleinere bedrijven die conventioneel ploegen. De investeringskost is dan relatief hoog ten opzichte van het beperkte gebruik van het toestel.

Op bedrijven waar veel monocultuur maïs aanwezig is, of waar een snede gras of rogge voorafgaat aan de maïsteelt is het opbrengstrisico groter dan bij conventioneel ploegen, zelfs als slechts éénmalig niet-kerend wordt gewerkt. Op deze bedrijven is niet-kerende bodembewerking minder goed haalbaar of moet aan wijzigingen van de teeltrotatie gedacht worden.

### 2.1.2 Strip-till

Strip-till is een bodembewerkingstechniek waarbij enkel de strook wordt bewerkt waarin achteraf het gewas wordt gezaaid of geplant (Figuur 11). De machine bestaat uit een frame waar per strook een element is voorzien voor de bodembewerking. De elementen van de machines die in het GOMEROS-project werden gebruikt bestaan uit een snijschijf en gewasruimers die de strook vrijmaken, gevolgd door een vaste tand die de bodembewerking uitvoert, zijplaten die opgeworpen aarde in de strook houdt en een rolletje dat de bodem aandrukt en verkruimelt. De machines zijn ook in staat om drijfmest gelijktijdig met de bodembewerking in de strook te injectecteren. De bodem tussen de stroken wordt ongemoeid gelaten en blijft dus bedekt met gewasresten van de voorgaande teelt en/of groenbedekker. Strip-till wordt in Vlaanderen zeer weinig tot niet toegepast en beperkt zich tot onderzoeksinstellingen en enkele pioniers.



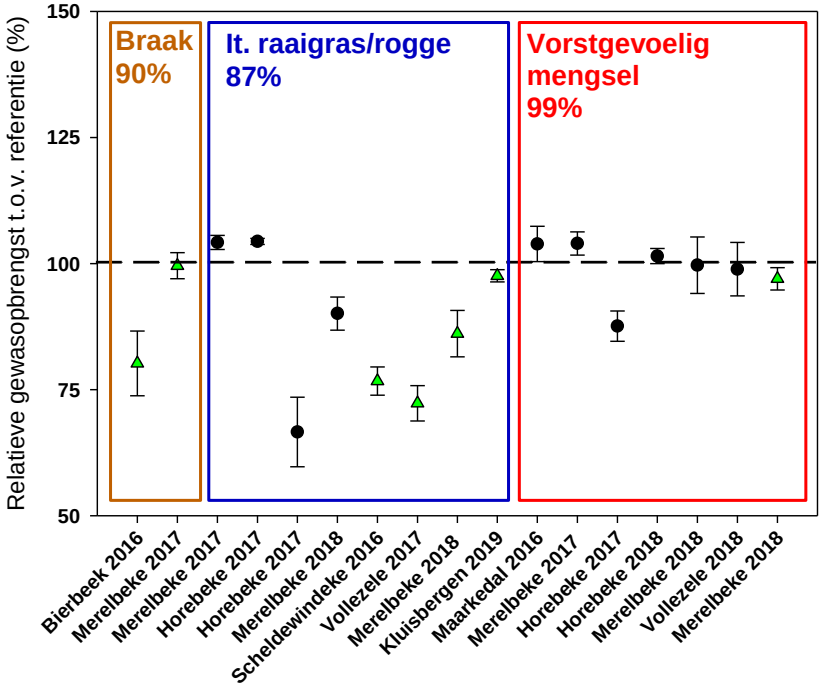
*Figuur 11: Detailzicht op een element van de strip-tillmachines van Kuhn (boven links) en Carré (boven rechts), welke mee het GOMEROS-project financierden. Onderaan een beeld van het resultaat.*

#### *2.1.2.1 Opbrengstrisico*

Doorheen de veldproeven met strip-till in maïs in het GOMEROS-project werd snel duidelijk dat gewasopbrengst nauw verbonden is aan de wijze van bemesting, de voorgaande groenbedekker en het al dan niet losmaken van de bouwvoor in het voorgaande najaar.

Om opbrengstdervingen te voorkomen is het belangrijk dat de drijfmest in de strook wordt geïnjecteerd. De drijfmestinjectie vervangen door breedwerpig kunstmest toe te passen of door de drijfmest te plaatsen in een levende groenbedekker vroeg op het voorjaar, leidde tot sterke opbrengstdalingen in de veldproeven van Bierbeek 2016 en Scheldewindeke 2016 (Vanden Nest et al., 2017).

Net als bij niet-kerende bodembewerking is de voorafgaande groenbedekker ook erg belangrijk. Gemiddeld zijn er opbrengstdervingen van 13% (zie Figuur 12) te verwachten wanneer een grasachtige groenbedekker voorafgaat aan de strip-tillbodembewerking. Dit kan liggen aan een minder geslaagde bodembewerking, maar ook aan de concurrentiedruk met hergroei van gras of zelfs een combinatie.




*Figuur 12: Gemiddelde relatieve gewasopbrengst maïs (±standaardfout) van de behandelingen met strip-till t.o.v. de geploegde referentie in alle veldproeven met maïs in het GOMEROS-project. De X-as vermeldt locatie en jaar van de proef. De kleurkaders geven aan welke groenbedekker vooraf aanwezig was op het perceel. Het percentage geeft de gemiddelde relatieve opbrengst over alle veldproeven met dezelfde voorafgaande groenbedekker weer. De datapunten aangeduid door een driehoekig groen punt geven aan dat in het voorgaande najaar slechts een ondiepe bodembewerking werd uitgevoerd (<15 cm, met schijveneg of cultivator). Bij alle andere punten werd in het najaar een niet-kerende bodembewerking uitgevoerd tot bouwvoordiepte (25-30 cm).*

In Figuur 12 komt dit minder tot uiting, maar doorheen het project had het diep losmaken van de bodem tot bouwvoor diepte (onder goed omstandigheden) vlak voor het inzaaien van de groenbedekker een positief effect op de maïsopbrengst in strip-till in het volgende seizoen. Dit werd specifiek onderzocht in een veldproef te Merelbeke 2018 (Vanden Nest et al., 2019). In deze veldproef werd de invloed van de bodembewerking in het najaar onderzocht op de opbrengst van de maïs in het volgende jaar, wanneer in het voorjaar werd geploegd, strip-till uitgevoerd, ondiep niet-kerend (15 cm) werd gewerkt of diep niet-kerend (30 cm) werd gewerkt. Wanneer de bodembewerking in het voorjaar vlak voor de maïs, ploegen, ondiep niet-kerend of strip-till was, was er een duidelijke opbrengsttoename indien in het vorige najaar de wintertarwe stoppel diep niet-kerend werd opgewerkt met micheltanden (30 cm), in vergelijking met een standaard stoppelcultivator (15 cm).

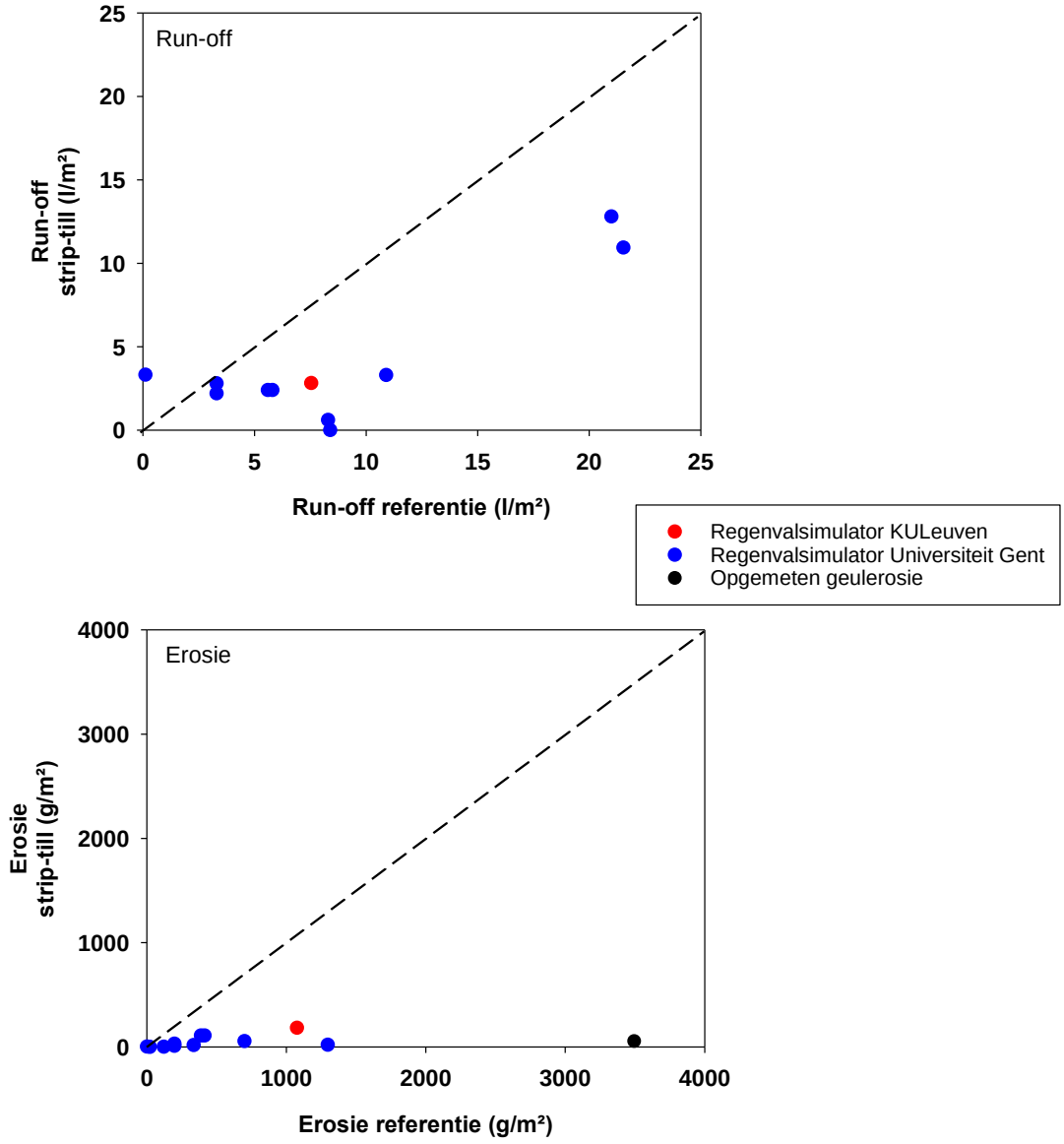
#### *2.1.2.2 Erosiereductie*

Strip-till leidt tot een zeer hoge erosiereductie van gemiddeld 94% (mediaan 90%) (zie Tabel 3), gemeten met de regenvalsimulaties. In 1 veldproef werden ook geulen opgemeten, waar 97% erosiereductie werd vastgesteld ten opzichte van ploegen. Deze reductie is dus nog iets hoger dan bij niet-kerende bodembewerking. Binnen een veldproef was de erosiereductie van niet-kerende bodembewerking en strip-till echter goed vergelijkbaar. We kunnen aannemen dat erosiereductie door strip-till minstens zo goed is

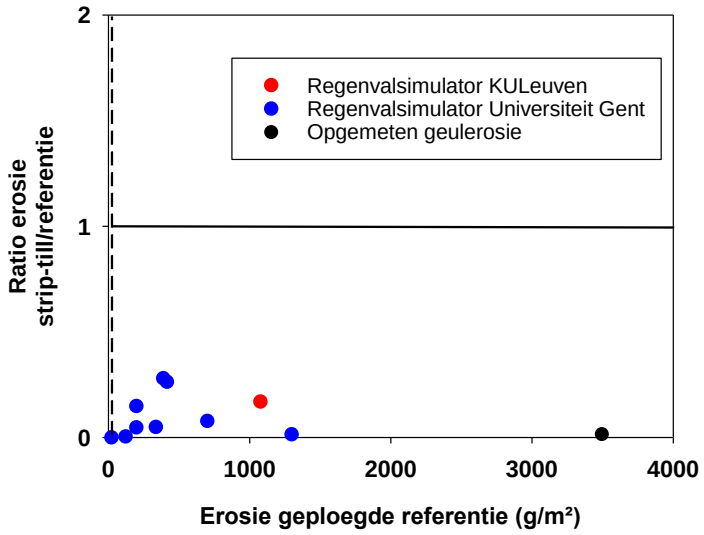
als door niet-kerende bodembewerking. Bij een aantal erosiesimulaties werd wel opgemerkt dat bij een oppervlakkige (historische) bodemverdichting, regenwater snel begint af te stromen. Bij een klassieke niet-kerende bodembewerking, waarbij de hele bouwvoor wordt gebroken, wordt deze verdichting opgeheven, waardoor dit geen probleem vormt. Dit is echter een plaatselijk fenomeen, want de run-offreductie (Tabel 3 en Figuur 13) is niet lager dan bij niet-kerende bodembewerking (zie eerder). Er is dus geen reden om aan te nemen dat er in totaal meer run-off bij strip-till te verwachten is dan bij niet-kerende bodembewerking.

*Tabel 3: Overzicht van de gemiddelde en mediaan van run-off- en erosiereductie van strip-till in maïs ten opzichte van de referentie, gemeten in regenvalsimulaties.*

| | |
|---|---|
| Aantal veldproeven | 6 |
| Aantal observaties | 11 |
| Aantal datapunten | 10 |
| Gemiddelde run-offreductie (%) | 64 |
| Mediaan run-offreductie (%) | 62 |
| Gemiddelde erosiereductie (%) | 90 |
| Mediaan erosiereductie (%) | 94 |
| Aantal datapunten<br>Met sedimentverliezen >25 g/m$^2$ van de referentie | 10 |
| Gemiddelde erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m$^2$ van de referentie | 94 |
| Mediaan erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m$^2$ van de referentie | 90 |




*Figuur 13: Run-off en erosie van strip-till in de GOMEROS-proefvelden met maïs(2016-2019). De kleur van de datapunten geeft aan met welke regenvalsimulator er werd gemeten. De stippellijn geeft de bissectrice weer.*




*Figuur 14: De ratio van erosie in de behandelingen met strip-till t.o.v. referentie ploegen in functie van de erosie in de geploegde referentie voor de GOMEROS proefvelden (2016-2019) met maïs samen. De volle lijn geeft ratio 1 aan, wat betekent dat er evenveel erosie is bij niet-kerende bodembewerking als bij de geploegde referentie. De stippellijn geeft de theoretische grens aan tussen percelen met beperkte en veel erosieverliezen. De kleur van de datapunten geeft aan welke regenvalsimulator er werd gebruikt.*

#### *2.1.2.3 Haalbaarheid voor de teler*

Voor de overgrote meerderheid van de bedrijven is strip-till in maïs weinig haalbaar om uit te voeren. Dit om meerdere redenen:

- In Vlaanderen is strip-till voor maïs niet los te denken van de injectie van drijfmest in de rij. De combinatie van strip-till met een getrokken drijfmestvat is moeilijk haalbaar op hellend terrein. Een zelfrijdend drijfmestvat is in de praktijk noodzakelijk. Een zelfrijdend drijfmest is een te hoge investering voor een individueel landbouwbedrijf. Loonwerkers kunnen eventueel wel investeren in zulke machines, maar het vraagt een andere strategie van werken. Momenteel wordt drijfmest uitgevoerd van zodra de bodem kan betreden worden. Dit maakt dat er veel tijd ter beschikking is tussen bemesten en zaaien. Bij strip-till zal bemesting gecombineerd met bodembewerking en zaaien kort daarna veel sterker op elkaar afgestemd moeten worden. Om aan dit probleem tegemoet te komen, deden we in sommige proefvelden ook testen waarbij de drijfmest met de strip-tillmachine enkele weken voor zaai werd toegediend en vervolgens werd een 2$^{e}$ maal bewerkt vlak voor zaai. Dit werd ook gedaan vanuit de optiek dat een 2$^{e}$ bewerking mogelijk leidde tot een beter zaaibed. In de praktijk was de 2$^{e}$ bewerking een tegenvaller en was er dikwijls een probleem met stropping van gewas en grond in de machine.
- Strip-till gecombineerd met drijfmestinjectie moeten door de chauffeur uitgevoerd worden alsof het perceel gezaaid wordt met maïs. Dit betekent voor zulke grote machines, een erg grote wendakker. Veel percelen in Vlaanderen zijn relatief klein <2ha en zijn veelhoekig van vorm. De oppervlakte van de wendakker op zulke percelen is relatief erg groot.
- In een combinatie van een snede gras + maïs (veel voorkomende situatie), is strip-till absoluut af te raden. De strip-tillmachine levert geen mooi werk met relatief slechte zaai tot gevolg en bovendien is de kans op veronkruiding door overblijvende grassen groot.

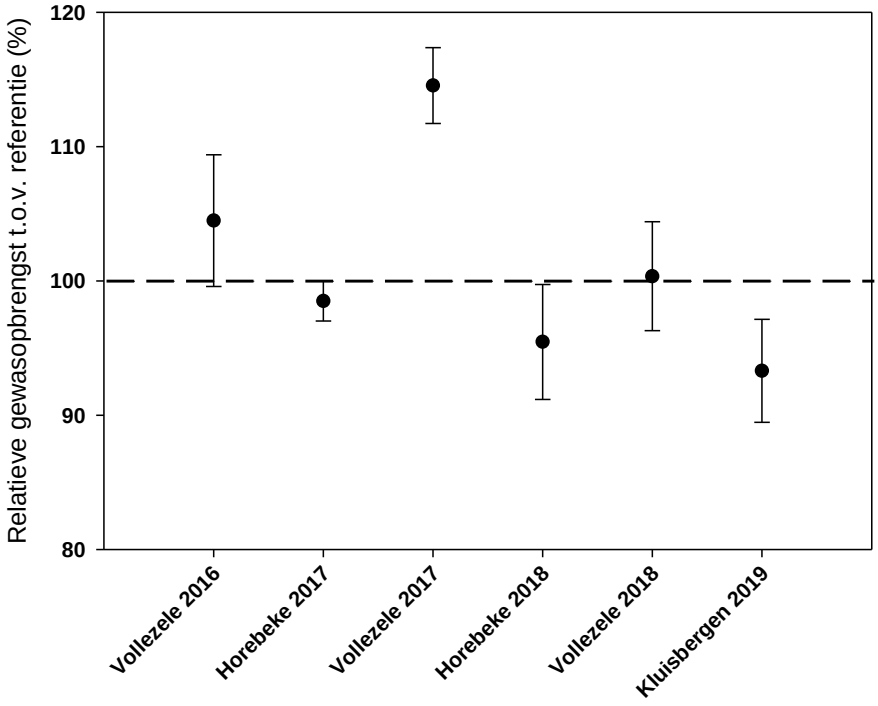
### 2.1.3 Volleveldszaai

Met vollevelds zaaien van maïs wordt bedoeld dat de maïs op zodanige wijze wordt gezaaid dat het typische rijenpatroon (tussenrijafstand van 75 cm) wordt doorbroken. Er wordt hierbij wel aan dezelfde zaaidichtheid gezaaid als klassieke zaai. In praktijk is de rijafstand dus kleiner (in het GOMEROS-project 15 cm) en staan de maïsplanten in de rij minder dicht op elkaar. Het verdubbelen van het aantal rijen (37,5 cm i.p.v. 75 cm) is onvoldoende om het rijenpatroon te doorbreken. Met de huidige technologie kan een perceel vollevelds gezaaide maïs goed geoogst worden als kuilmaïs met een rijonafhankelijke maïshakselaar. Dorsen kan voorlopig nog niet. Dus deze techniek is niet geschikt voor korrelmaïs. Soms wordt ook van 'breedwerpig' zaaien gesproken. Deze term is echter verwarrend omdat de term doet uitschijnen dat het zaad verspreid wordt (bv. met centrifugaal of pendelstrooier) en vervolgens oppervlakkig ingewerkt. Bij volleveldszaai wordt wel degelijk gebruik gemaakt van een zaaimachine (zie verder).

Maïsplanten hebben de eigenschap om regenwater dat op het blad valt, te geleiden naar de stengel en langs de stengel verticaal naar beneden te laten vloeien. Hierdoor wordt het opgevangen water sterk geconcentreerd aan het bodemoppervlak rondom de stengel. Omdat er slechts 12 tot 14 cm tussen de maïsplanten in de rij zit, wordt op deze wijze veel regenwater op de plantlijnen geconcentreerd en gaat op deze plek snel run-off en erosie ontstaan. Door de afstand tussen de planten te vergroten, wordt het regenwater minder geconcentreerd en ontstaat er minder snel run-off.

#### *2.1.3.1 Opbrengstrisico*

Om het risico op opbrengstderving te beperken bij volleveldszaai is het belangrijk dat de zaai kwalitatief wordt uitgevoerd. Dit betekent dat het zaad aan de juiste dosis, homogeen wordt verspreid, op de juiste en constante diepte wordt gezaaid en voldoende wordt aangedrukt. In de praktijk betekent dit dat een klassieke mechanische graanzaaimachine niet geschikt is. Doordat er weinig grote zaden (± 100 000 per ha) moeten verdeeld worden met een tandwieltje worden snel 2-3 zaden of geen zaden afgelegd. De zaaikouters kunnen meestal niet voldoende diep worden ingesteld en de egtanden drukken het zaad niet aan. Hierdoor kunnen de zaden niet homogeen verdeeld worden en kan de kieming mislukken onder droge omstandigheden. In het proefveld van Vollezele 2016 werd een klassieke mechanische graanzaaimachine (rijafstand 15 cm) niettemin uitgeprobeerd. Een juist aantal zaden werd verdeeld, maar erg heterogeen. Het ondiep zaaien en niet aandrukken had weinig nadelig effect, omdat het voorjaar bijzonder nat was (zie eerder) (Figuur 15). Er was geen sprake van mogelijke uitdroging. Hierdoor was de gewasopbrengst vergelijkbaar met klassieke zaai in rijen op 75 cm.




*Figuur 15: Gemiddelde relatieve gewasopbrengst maïs (±standaardfout) van de behandelingen met volleveldszaai t.o.v. de klassiek gezaaide referentie in alle veldproeven met maïs in het GOMEROS-project. De X-as vermeld locatie en jaar van de proef.*

In alle proefvelden die aangelegd werden in 2017, 2018 en 2019 werd gebruik gemaakt van dezelfde pneumatische zaaimachine. Bij deze machine was de rijafstand 15 cm. De zaadverdeling gebeurt pneumatisch vanuit een tank naar een verdeelkop waar de zaaikouters op verbonden zijn. Bij deze machine waren de zaaikouters voorzien van schijven en kon de diepte van de kouters gemakkelijk tot 4-6cm diepte ingesteld worden. Door een aandrukwieltje achter iedere kouter werd het zaad goed aangedrukt.

Op deze wijze werd kwalitatief gezaaid op één situatie na. In het proefveld te Kluisbergen 2019, was de zaai toch onvoldoende diep in een kleikop. De opkomst was duidelijk lager dan bij een klassieke zaaimachine die de zaden in deze kleikop wel naar de juiste diepte kon brengen. De verdeling van de zaden was mooi homogeen op alle proefvelden met de pneumatische zaaimachine. De juiste zaaddosis bleef een knelpunt. Er werd per proef een afdraaiproef in 3-voud uitgevoerd toch was de afwijking ten opzichte van de bedoelde zaaidichtheid makkelijk 10%. Een meervoudige afdraaiproef per ras of per partij zaden (duizenkorrelgewicht is erg belangrijk) is noodzakelijk.

Op basis van de veldproeven in het GOMEROS-project kunnen we besluiten dat de gewasopbrengst niet verschillend is van klassiek gezaaide maïs, indien de zaai kwalitatief wordt uitgevoerd.

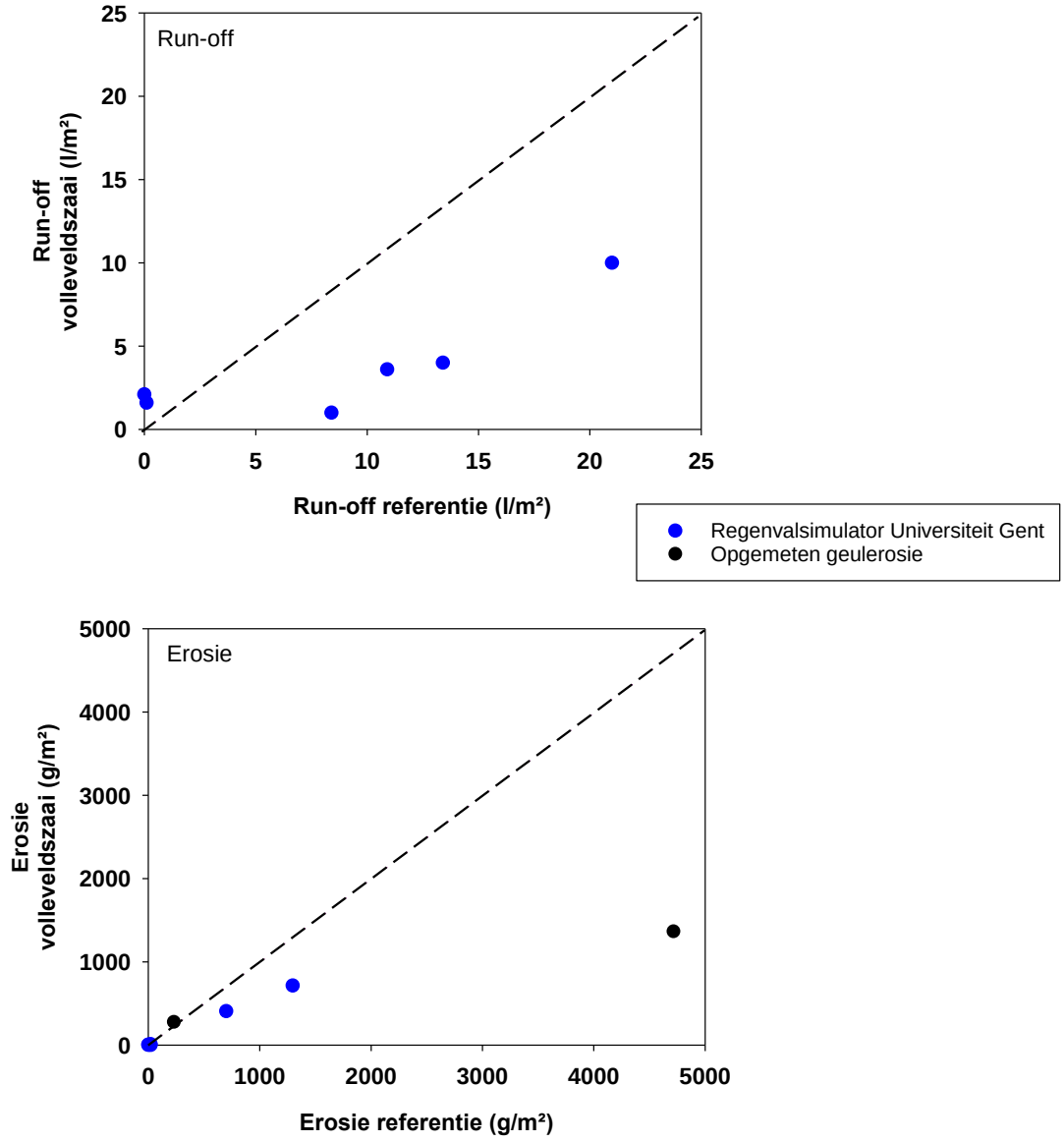
#### ***2.1.3.2 Erosiereductie***

Op basis van Tabel 4, en Figuur 16 en 17 kan de erosiereductie makkelijk worden samengevat. Door vollevelds te zaaien kan op basis van de regenvalsimulaties 30 tot 50% erosiereductie worden verwacht. Dit is een duidelijk positief effect, maar heel wat minder dan bij niet-kerende bodembewerking en strip-till. Op 1

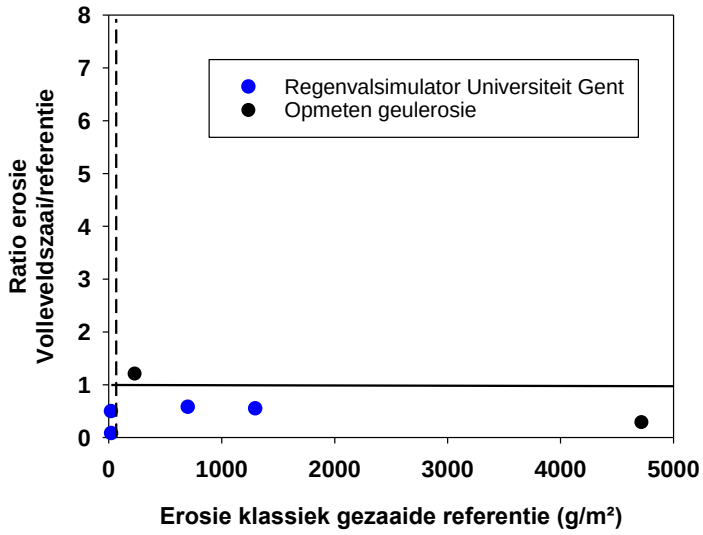
proefveld werden ook erosiegeulen opgemeten in een geploegde en een niet-kerend bewerkte behandeling met volleveldszaai, waar werd vergeleken met ploegen en niet-kerende bodembewerking gevolgd door de klassieke rijenzaai. Bij ploegen was er een erosiereductie van 71%, bij niet-kerende bodembewerking -21%. Dit geeft aan dat er geen cumulatief effect dient verwacht te worden van volleveldszaai bij niet-kerende bodembewerking.

*Tabel 4: Overzicht van de gemiddelde en mediaan van run-off- en erosiereductie van volleveldszaai in maïs ten opzichte van de referentie voor alle regenvalsimulaties.*

| | |
|---|---|
| Aantal veldproeven | 3 |
| Aantal observaties | 6 |
| Aantal datapunten | 4 |
| Gemiddelde run-offreductie (%) | 69 |
| Mediaan run-offreductie (%) | 59 |
| Gemiddelde erosiereductie (%) | 54 |
| Mediaan erosiereductie (%) | 51 |
| Aantal datapunten<br>Met sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 2 |
| Gemiddelde erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 38 |
| Mediaan erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 38 |




*Figuur 16: Run-off en erosie van volleveldszaai in de GOMEROS-proefvelden met maïs (2016-2019). De kleur van de datapunten geeft aan of het datapunt werd opgemeten via regenvalsimulatie of opmeten van de geulerosie. Via het opmeten van de geulerosie kan geen data van de run-off verzameld worden. De stippellijn geeft de bissectrice weer.*




*Figuur 17: De ratio van erosie in de behandelingen met volleveldszaai t.o.v. referentie klassieke zaai in functie van de erosie in de geploegde referentie voor de GOMEROS proefvelden (2016-2019) met maïs samen. De volle lijn geeft ratio 1 aan, wat betekent dat er evenveel erosie is bij volleveldszaai als bij de referentie. De stippellijn geeft de theoretische grens aan tussen percelen met beperkte en veel erosieverliezen. De kleur van de datapunten geeft aan of het datapunt werd opgemeten via regenvalsimulatie of opmeten van de geulerosie.*

#### *2.1.3.3 Haalbaarheid voor de teler*

Deze techniek werd door de landbouwers zelf naar voor geschoven als een alternatieve en haalbare techniek voor erosiebestrijding. Volleveldszaai is inderdaad goed haalbaar voor de landbouwers die beschikken over een pneumatische graanzaaimachine die voorzien is om dieper te zaaien en schijfkouters en aandrukwieltjes per zaaikouter heeft. In de praktijk zijn er echter momenteel weinig bedrijven die zulke machine bezitten. Dit werk laten uitvoeren door een loonwerker is meestal moeilijk doordat per partij tijd moet gestoken worden in de afdraaiproeven en dat de loonwerker onder sterke tijdsdruk staat. Door deze tijdsdruk gaat de voorkeur naar zaaimachines met grote werkbreedte (4,5m, 6m en meer), terwijl de meeste pneumatische graanzaaimachines slechts een werkbreedte van 3m hebben.

### 2.1.4 Drempeltjes

Door het aanleggen van drempeltjes in maïs kan (afstromend) water worden gebufferd tussen de rijen. Er waren reeds voor de start van het GOMEROS-project 2 types machines bekend. Enerzijds een machine waarbij een 4-rijige klassieke maïszaaimachine wordt gecombineerd met een rotoreg met aangepaste kooirol (systeem ontwikkeld door CIPF). Hierbij drukt de kooirol putjes tussen de rijen en is de zaaicombinatie zo afgesteld dat het water van de zaailijn naar de putjes kan vloeien en daar gebufferd wordt. Anderzijds bestaat er een zaaicombinatie, ontwikkeld door landbouwer Marnik Van Mello, waarbij de drempels worden getrokken door een frame achter de zaaicombinatie (rotoreg + 4 rijige klassieke maïszaaimachine). Hierbij wordt met stalen plaatjes grond oppervlakkig samengetrokken tussen de maïsrijen. Door periodiek het frame op te heffen (frame rust op excentrische wielen), wordt een drempel afgelegd. Enkel het laatste systeem werd in de GOMEROS-proefvelden uitgetest. Beide systemen worden geïllustreerd in Figuur 18.





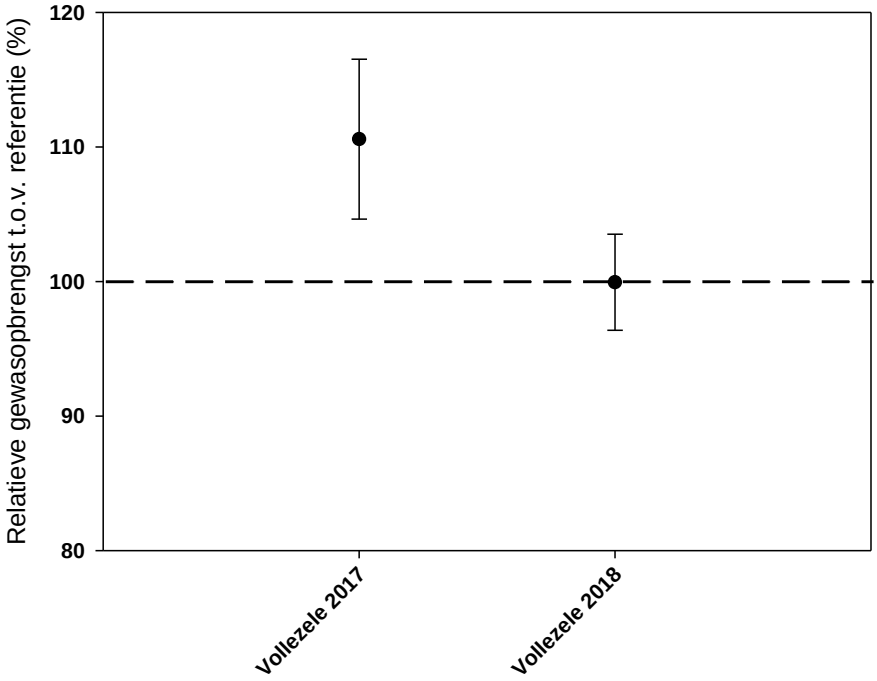




*Figuur 18: Zicht op aangepaste kooirol (foto: CiPf) (links) en frame achteraan zaaimachine (rechts) om drempeltjes in maïs aan te leggen. Foto's daaronder geven het resultaat vlak na aanleg.*

#### *2.1.4.1 Opbrengstrisico*

Er zijn op basis van de (beperkte) veldproeven die werden uitgevoerd, geen redenen om een verschil in opbrengstrisico te verwachten tussen de maïs met en zonder drempeltjes (Figuur 19). In een droog jaar kan de vochtverdeling over het perceel in theorie beter zijn en er dus een licht voordeel worden gedaan ten opzichte van klassieke zaai.



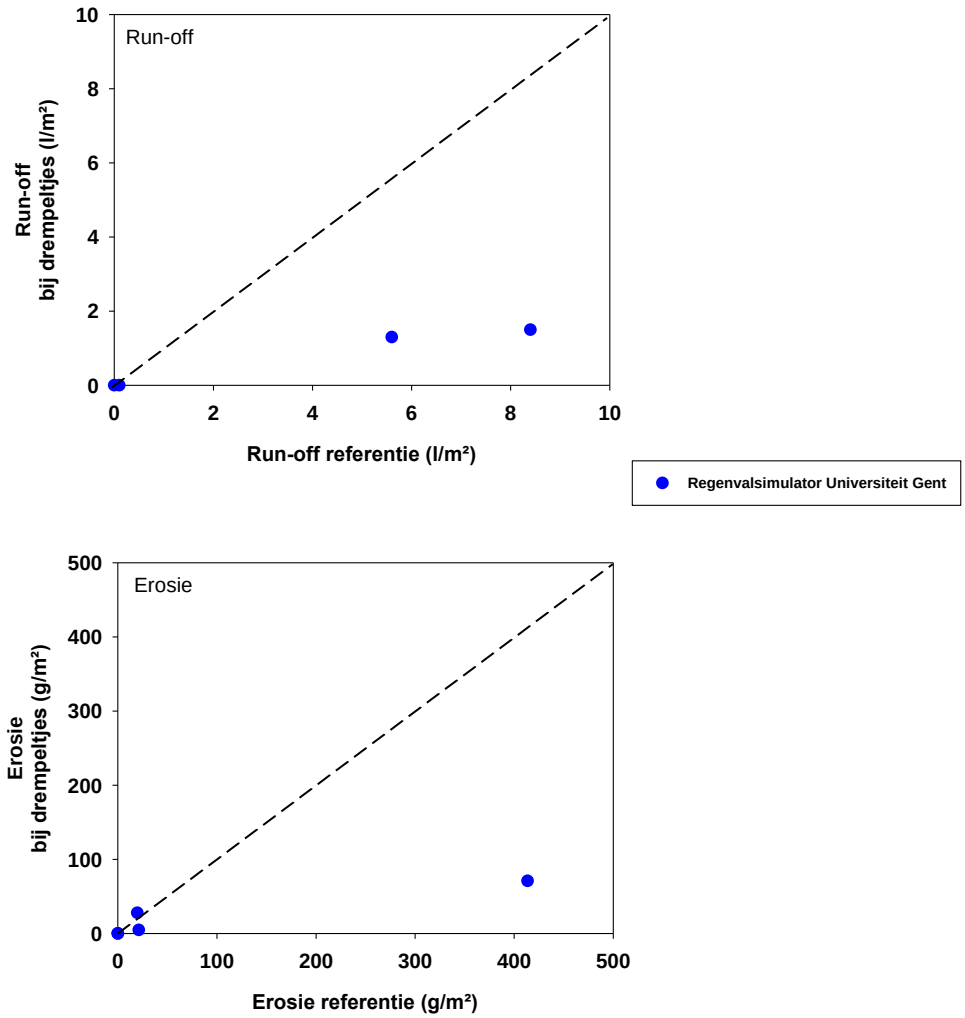

*Figuur 19: Gemiddelde relatieve gewasopbrengst maïs (±standaardfout) van de behandelingen met drempeltjes t.o.v. de klassiek gezaaide referentie in alle veldproeven met maïs in het GOMEROS-project. De X-as vermeld locatie en jaar van de proef.*

#### *2.1.4.2 Erosiereductie*

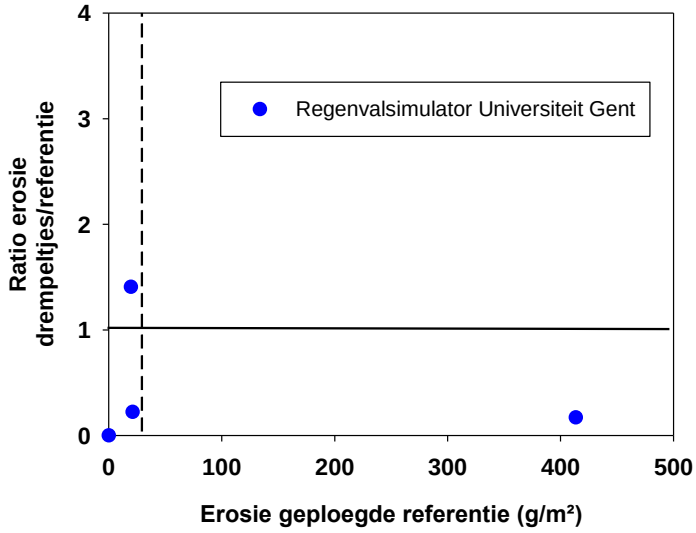
Net als bij volleveldszaai, blijkt uit de metingen dat er een erosiereductie te verwachten is bij het aanleggen van drempeltjes, maar dat dit minder sterk is dan bij niet-kerende bodembewerking. We dienen er wel op te wijzen dat dit resultaat gebaseerd is op slechts een beperkt aantal metingen en dat slechts 1 datapunt afkomstig is van een perceel met veel erosie in de referentie (zie Tabel 5 en Figuur 20). Er was ook de indicatie dat de drempeltjes minder efficiënt werken indien de maïsrijen niet loodrecht op de hoogtelijnen lagen. In het GOMEROS-project werd gewerkt met het systeem van Marnik Van Mello om drempeltjes aan te leggen. Het systeem met aangepaste kooirol van CiPf werd niet uitgetest binnen het GOMEROS-project. Ter vergelijking vond Baets (2015) een erosiereductie van 85% door gebruik van de aangepaste kooirol in een praktijkproef met afgebakende erosieveldjes en het ingraven van sedimentbakken. CiPf (2019) vond in gelijkaardige praktijkproeven met sedimentbakken eveneens een erosiereductie van 85% op een perceel met 15% helling, waar de in de referentie 700 g/m$^2$ sedimentverlies werd vastgesteld en 55% erosiereductie op een perceel met 10% helling waar in de referentie 3500 g/m$^2$ werd vastgesteld. De erosiereducties vastgesteld in het GOMEROS-project liggen daar dus tussenin.

*Tabel 5: Overzicht van de gemiddelde en mediaan van run-off- en erosiereductie van drempeltjes in maïs ten opzichte van de referentie.*

| | |
|---|---|
| Aantal veldproeven | 2 |
| Aantal observaties | 5 |
| Aantal datapunten | 4 |
| Gemiddelde run-offreductie (%) | 72 |
| Mediaan run-offreductie (%) | 78 |
| Gemiddelde erosiereductie (%) | 53 |
| Mediaan erosiereductie (%) | 77 |
| Aantal datapunten<br>Met sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 1 |
| Gemiddelde erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 76 |
| Mediaan erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 76 |




*Figuur 20: Run-off en erosie bij drempeltjes in maïs in de GOMEROS-proefvelden (2017-2018). De stippellijn geeft de bissectrice weer.*




*Figuur 21: De ratio van erosie in de behandelingen met drempeltjes t.o.v. klassieke zaai als referentie in functie van de erosie in de referentie voor de GOMEROS proefvelden (2017-2018) met maïs samen. De volle lijn geeft ratio 1 aan, wat betekent dat er evenveel erosie is bij behandelingen met drempeltjes als bij de behandelingen zonder drempeltjes (referentie). De stippellijn geeft de theoretische grens aan tussen percelen met beperkte en veel erosieverliezen.*

#### *2.1.4.3 Haalbaarheid voor de teler*

Het probleem met deze techniek is dat er momenteel geen machines op de markt zijn. De landbouwer zal dus zelf aan de slag moeten om een machine te maken of een machine op maat moeten laten maken. De capaciteit van een machine is ook beperkt (werkbreedte 3 m). Als de landbouwer het zelf uitvoert heeft hij/zij het voordeel dat de laatste werkgang van zaaibedbereiding kan gecombineerd worden met zaaien en drempeltjes aanleggen. Voor de loonwerker die gewoonlijk enkel zaait en geen zaaibedbereiding uitvoer, neemt deze wijze vermoedelijk te veel tijd in beslag ten opzichte van de huidige manier van zaaien met werkbreedtes van 4,5m, 6m en meer.

## 2.2 Groenteteelten op ruggen (prei, witloof en wortel)

Ruggenteelten zijn erg gevoelig aan erosie, omdat regenwater dat niet infiltreert in de bodem, wordt geconcentreerd tussen de ruggen en daar versneld en met meer kracht afstroomt. Voor groenteteelten op ruggen zoals witloofwortelen, prei en wortelen, kan dit effect nog sterker zijn dan bij bv. aardappelen, omdat de ruggen worden gefreesd en heel vast aangeduwd en omdat de tussenruggen door vele passages (ruggen frezen, zaaien, aangieten, schoffelen enz.) van tractoren door de tractorwielen worden gecompacteerd. Dit verlaagt de infiltratie van regenwater waardoor afstroming nog sneller kan plaats vinden. De meest voor de hand liggende erosiereducerende technieken in deze teelten zijn drempeltjes of een diepe tandbewerking.

### 2.2.1 Drempeltjes en diepe tandbewerking tussen de ruggen

Voor de aanleg van drempeltjes tussen de ruggen, wordt gebruikt gemaakt van een drempelmachine. Voor de aardappelteelt zijn verschillende types machines beschikbaar, die dikwijls ook op de planter zijn

opgebouwd. De ruggen van groenteteelten hebben echter een andere vorm (meer balkvorm) en de afstand tussen 2 ruggen is soms kleiner dan bij aardappelen (75 cm). Bij prei bv. is de afstand tussen 2 ruggen soms op 65 cm i.p.v. 75 cm. Dit maakt dat drempelmachines aangepast moeten worden aan de teelt. De machine waar dit het gemakkelijkste mee lukt is de 'barbutte' (Figuur 21), deze werd dan ook in alle proefvelden gebruikt. Een tand voorafgaand aan het element dat de drempel vormt is noodzakelijk om voldoende aarde los te maken tussen de ruggen om de drempel te kunnen vormen. Doorheen het GOMEROS-project werden verschillende tandentypes getest aan verschillende rijsnelheden en bij een verschillende diepte. Het bleek dat er veel aandacht moet gaan naar de juiste afstelling van de machine (o.a. diepte tand, rijsnelheid, drempeltjes mooi in het midden van de tussenrij positioneren). Deze afstelling moet veld per veld gebeuren. De techniek van de drempeltjes berust er op dat afstromend water wordt gebufferd achter de drempel zodat het regenwater meer tijd krijgt om in de bodem te gaan infiltreren. In de GOMEROS-veldproeven werd ervan uitgegaan dat in de ruggenteelten van groenten een extra werkgang nodig is om de drempeltjes te kunnen aanleggen.



*Figuur 22: Zicht op de barbutte drempelmachine (links), een van de types vaste tand (midden) en een van de types triltand (rechts) die in proeven werden gebruikt.*

Zoals eerder aangehaald wordt de bodem tussen de ruggen door aanleg van de ruggen en de vele passages van machines sterk verdicht. Door een diepe tandbewerking kan de harde laag gebroken worden en regenwater toch snel in de bodem infiltreren. Bovendien legt de tandbewerking het bodemoppervlak tussen de ruggen ruw, zodat afstromend regenwater wordt afgeremd. In het GOMEROS-project werden 2 types tandbewerkingen uitgevoerd, namelijk de triltandbewerking waarbij 2 tanden tussen de ruggen tot maximum 10cm diep de bodem opwerken en een diepere bewerking met een vaste tand waarbij per tussenrug 1 vaste tand (10)-15-(20) cm diep de bodem opbreekt. In principe werd ook telkens van een extra werkgang uitgegaan, maar een combinatie was soms mogelijk. Een diepe tandbewerking gecombineerd met een schoffelbeurt is bv. haalbaar. Een diepe tandbewerking in combinatie met zaaien is af te raden. De zaaimachine is onderhevig aan trillingen door de tanden en voert de zaai minder correct uit. Bij sterke verdichting kan er ook breuk aan de zaaimachine optreden, omdat deze gewoonlijk lichter is gebouwd dan bv. een schoffelbalk.

#### ***2.2.1.1 Opbrengstrisico***

In deze veldproeven werden geen opbrengstbepalingen uitgevoerd, omdat er geen invloed op de opbrengst werd verwacht. Er waren over het seizoen en bij de praktijkoogst geen aanwijzingen dat de gewasopbrengst

werd beïnvloed door de drempeltjes of tandbewerking. Mogelijk kan in droge jaren met hevige buien er wel een licht voordeel zijn omdat vocht beter verdeeld blijft over het perceel. Dit werd echter niet bekeken binnen het GOMEROS-project. Er kan wel een hogere onkruiddruk zijn omdat veelal wordt gesteund op bodemherbiciden. Daarom wordt de chemische onkruidbestrijding best uitgevoerd na het aanleggen van de drempeltjes of het uitvoeren van de tandbewerking.

#### *2.2.1.2 Erosiereductie*

De efficiëntie waarmee drempeltjes (gecombineerd met een tandbewerking) of een tandbewerking in de tussenrug run-off en erosie kunnen aanpakken werd beoordeeld via regenvalsimulaties (Tabel 6) en sedimentbakken (Tabel 7). Er werden zowel regenvalsimulaties uitgevoerd als sedimentbakken ingegraven om het effect van schaalgrootte van de erosieveldjes in kaart te brengen. Bovendien brengt een erosiesimulatie voornamelijk in kaart wanneer de run-off start, m.a.w. hoe zwaar mag een regenbui zijn? (zie verder) Sedimentbakken geven aan welke erosie er plaatsvindt over een heel seizoen en over een groter oppervlak. Sedimentbakken zijn dan wel weer onderhevig aan de weersomstandigheden. Bij de regenvalsimuaties werd gewerkt met veldjes met een lengte van 1 m (simulator KU Leuven) of 5 m (simulator UGent). Bij de sedimentbakken werden veldjes met een lengte van 30 m opgevangen (uitgezonderd witloofproef 2016, 270 m). De breedte van de veldjes was telkens 1 tussenrug. Uit Tabellen 6 en 7 blijkt dat, naast drempeltjes, ook de triltand- en diepe vaste tandbewerking veel potentieel hebben om run-off en erosie te beperken en dat de 3 technieken evenwaardig zijn. Het erosiereducerende effect was in de sedimentbakken duidelijk groter dan bij regenvalsimulaties.

*Tabel 6: Overzicht van de gemiddelde en mediaan van run-off- en erosiereductie van tandbewerkingen en drempeltjes in ruggenteelten van prei, witloofwortelen en wortelen ten opzichte van de referentie in alle metingen die werden verricht met de regenvalsimulatoren.*

| | Triltand -bewerking | Diepe vaste tandbewerking | Drempeltjes |
|---|---|---|---|
| Aantal veldproeven | 2 | 4 | 3 |
| Aantal observaties | 3 | 4 | 9 |
| Aantal datapunten | 3 | 4 | 9 |
| Gemiddelde run-offreductie (%) | 75 | 70 | 60 |
| Mediaan run-offreductie (%) | 82 | 83 | 80 |
| Gemiddelde erosiereductie (%) | 73 | 80 | 64 |
| Mediaan erosiereductie (%) | 84 | 78 | 77 |

*Tabel 7: Overzicht van de gemiddelde en mediaan van erosiereductie van tandbewerkingen en drempeltjes in ruggenteelten van prei, witloofwortelen en wortelen ten opzichte van de referentie in alle metingen die werden verricht met opvangbakken.*

| | Triltand -bewerking | Diepe vaste tandbewerking | Drempeltjes |
|---|---|---|---|
| Aantal veldproeven | 1 | 5 | 5 |
| Aantal observaties | 2 | 8 | 11 |
| Aantal datapunten | 2 | 8 | 11 |
| Gemiddelde erosiereductie (%) | 100 | 99 | 93 |
| Mediaan erosiereductie (%) | 100 | 100 | 100 |

Bij een aangehouden beregening tijdens een regenvalsimulatie, zal de run-off uiteindelijk van start gaan en exponentieel toenemen. Dit moment omschrijven we als het 'doorslagpunt'. Dit punt geeft dus aan hoeveel de techniek de capaciteit om regenwater te bufferen laat toenemen voor deze specifieke situatie. Voor drempeltjes valt dit punt samen met het overstromen of in elkaar storten van de drempeltjes. Het doorslagpunt is o.a. afhankelijk van de helling, bodemtextuur en initieel bodemvochtgehalte. We kunnen dus niet te veel waarde hechten aan de absolute waarde van de buffercapaciteit, maar door behandelingen te vergelijken binnen eenzelfde proef kan wel een vergelijking tussen de efficiëntie van technieken worden gemaakt. Tabel 8 geeft een gedetailleerd overzicht van de verschillende behandelingen die in de 3 veldproeven met prei werden uitgevoerd. De Tabel vermeldt voor de behandelingen met drempeltjes ook de 'theoretische buffercapaciteit'. Dit is de buffercapaciteit die op basis van de drempelhoogte, hellingsgraad, drempelafstand en rugvorm berekend werd. Deze is meestal gelijkaardig of lager dan wat het doorslagpunt weergeeft, omdat de theoretische buffercapaciteit geen rekening houdt met waterinfiltratie tijdens de regenvalsimulatie. Soms is de theoretische buffercapaciteit ook hoger dan het gemeten doorslagpunt. Dit kan het gevolg zijn van slecht aangelegde drempeltjes of van drempeltjes en/of ruggen die invallen tijdens de regenvalsimulatie door de hevige regenval.

*Tabel 8: Overzicht van het doorslagpunt van de behandelingen met tandbewerking en drempeltjes tussen de ruggen van prei in de 3 GOMEROS-proefvelden te Kemmel (2016, 2017 en 2019). Bij de 'Barbutte' drempelmachine werd telkens een tand (type tussen haakjes) voorgaand aan het element bevestigd dat de aarde tussen de ruggen moet losmaken om de drempel te vorm. De afstand tussen de drempeltjes bedroeg ongeveer 150 cm op 1 behandeling na (zie tabel).*

| Behandeling | Aantal passages tractor | Helling (%) | Drempelhoogte (mm) | Neerslagintensiteit regenvalsimulatie (l/m².u)** | Doorslagpunt (l/m²) | Theoretische buffercapaciteit drempeltjes (l/m²) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| <u>preiproef 2016</u> | | | | | | |
| Onbehandeld | 0 | 6,5 | | 140 | 1 | |
| | 0 | 6,2 | | 133 | 2 | |
| Triltand | 0 | 6,5 | | 164 | 11 | |
| | 0 | 6,5 | | 143 | 12 | |
| Vaste tand | 0 | 6,5 | | 139 | 12 | |
| | 0 | 6,1 | | 132 | 15 | |
| Dyker | 0 | 6,5 | 72 | 122 | 12 | |
| | 0 | 6,4 | 72 | 144 | 14 | |
| Barbutte | 1 | 6,5 | 84 | 181 | 26 | 16,0 |
| (+ triltand) | 1 | 6,8 | 84 | 215 | 27 | 16,0 |
| <u>preiproef 2017</u> | | | | | | |
| Onbehandeld | 1 | 13,5 | | 125 | 1 | |
| | 2 | 13,5 | | 125 | 1 | |
| Vaste tand | 1 | 12,8 | | 132 | 3 | |
| | 2 | 12,8 | | 139 | 2 | |
| Barbutte | 1 | 13,5 | 68 | 121 | 5 | 5,3 |
| (+ vaste tand) | 2 | 13,5 | 28 | 121 | 3 | 0,9 |
| Barbutte | 1 | 12,8 | 89 | 133 | 12 | 9,5 |
| (+ triltand) | 2 | 12,8 | 76 | 133 | 5 | 6,9 |
| Barbutte | 1 | 13,5 | 107 | 123 | 5 | 13 |
| (+ ganzevoet) | 2 | 13,5 | 85 | 123 | 5 | 8,2 |
| <u>preiproef 2019</u> | | | | | | |
| Onbehandeld | 0 | 10 | | 105 | 14 | |
| | 2 | 10 | | 97 | 19 | |
| Triltand | 0 | 10 | | 118 | 30 | |
| | 2 | 10 | | 118 | 41 | |
| Vaste tand | 0 | 10 | | 105 | 45 | |
| | 2 | 10 | | 105 | 32 | |
| Barbutte | 0 | 10 | 200 | 97 | >50 | 61,2 |
| (+ triltand) | 2 | 10 | 160 | 97 | 25 | 39,4 |
| Barbutte* (+ triltand) | 2 | 10 | 90 | 111 | 28 | 24,9 |
| Barbutte (+ vaste tand) | 0 | 10 | 200 | 111 | >50 | 61,2 |

* tussenafstand drempeltjes = 75 cm

** in 2016 werd de regenvalsimulator van KU Leuven gebruikt. In 2017 en 2019 deze van UGent.

Uit Tabel 8 kunnen we een aantal conclusies trekken:

- Drempeltjes kunnen meestal hogere regenval aan voor ze het doorslagpunt bereiken dan de tandbewerkingen.
- Wanneer meer passages zijn met tractoren, is de drempelhoogte lager
- Het doorslagpunt vindt eerder plaats naarmate de drempelhoogte lager is en naarmate er meer passages met de tractor hebben plaats gevonden.
- De tand (type en afstelling) die wordt gebruikt bij de drempelmachine, beïnvloedt ook het doorslagpunt.

#### *2.2.1.3 Haalbaarheid voor de teler*

Het uitvoeren van de tandbewerking tussen de ruggen is goed haalbaar. Meestal kan de landbouwer gebruik maken van het frame van een schoffelbalk dat hij/zij zelf voorziet van andere tanden. Nadelig is wel dat het een extra werkgang vraagt. Bij een te natte uitgangssituatie kan de tandbewerking ook slecht verlopen omdat de bodem niet echt opbreekt, maar eerder gesneden wordt. In dit geval dient de bewerking uitgesteld te worden tot de bodem is opgedroogd om een goed resultaat te bereiken.

In principe is het drempeltjes aanleggen op zich goed haalbaar, maar er zijn weinig machines ter beschikking op de markt die bruikbaar zijn in de ruggenteelten met groenten. Bovendien is meestal een aanpassing nodig van de machine voor gebruik in balkvormige ruggen. De landbouwer dient daarnaast ook veel aandacht te schenken aan de afstelling van de machine. Indien de machine niet mooi in het midden is gepositioneerd, te diep of te ondiep werkt worden de drempeltjes slecht aangelegd en de ruggen beschadigd. De drempeltjes zijn ook hinderlijk bij schoffelen (schoffeldiepte wordt niet goed aangehouden) en ze dienen bovendien opnieuw aangelegd te worden na iedere schoffelbeurt. Indien de drempeltjes prominent aanwezig zijn bij oogst kan de diepte van de oogstmachine ook beïnvloed worden, zodat het gewas wordt beschadigd tijdens oogst. Dit probleem speelt niet bij de diepe tandbewerking.

### 2.2.2 Invloed van tractorpassages op erosie

De preitelers die betrokken waren bij het GOMEROS-project gaven aan dat de tussenruimte tussen de ruggen soms opzettelijk extra wordt vast gereden met een zware tractor. Dit doen ze omdat ze ervan uitgaan dat ze minder diep zullen insporen als ze in natte omstandigheden moeten oogsten. De landbouwers gaan er ook van uit dat bij een goed vastgereden bodemoppervlak, het regenwater dan wel snel afstroomt, maar dat de bodemdeeltjes blijven liggen en de sedimentverliezen lager zijn. Op basis van 2 proefvelden met prei, kunnen we deze hypothese afwijzen. Tabel 9 geeft het effect van minder passages met een tractor tussen de ruggen (en dus minder sterk aanduwen en compacteren van de bodem) weer op run-off en erosie. De metingen bestaan uit regenvalsimulaties en sedimentbakken. Hieruit blijkt dat er gemiddeld 68% minder erosie is in tussenruggen met minder verkeer en compactie dan in tussenruggen die meer werden bereden.

*Tabel 9: Overzicht van het gemiddelde en mediaan van het effect van een verlaging van het aantal tractorpassages in de tussenrug.*

| | |
|---|---|
| Aantal veldproeven | 2 |
| Aantal metingen | 9 |
| Aantal datapunten | 8 |
| Gemiddelde run-offreductie (%) | 46 |
| Mediaan run-offreductie (%) | 33 |
| Gemiddelde erosiereductie (%) | 68 |
| Mediaan erosiereductie (%) | 67 |

## 2.3 Geplante vlakveldse groenten (kolen en selder)

Bij teelten die uitgeplant worden met een plantmachine in persblokjes zoals alle soorten kolen en selder, wordt het plantbed vrij fijn gelegd om de bodem rondom het persblokje goed te kunnen aandrukken, zodat het plantje optimaal kan weggroeien en er weinig uitval is. De afstand in de rij en tussen de rijen is verschillend per teeltsysteem en per gewas, maar in alle situaties is de bodem bij de start van de teelt vrijwel onbedekt. Dit maakt dat het bodemoppervlak, bij hevige neerslag aan het begin van de teelt, snel kan verslempen en dat ook makkelijk run-off en erosie ontstaat. Er werd binnen het GOMEROS-project gewerkt met 2 technieken om erosie te beperken, nl. aangepaste plantmachines en éénmalige niet-kerende bodembewerking.

### 2.3.1 Aangepaste plantmachines

De plantmachines die in de praktijk worden gebruikt voor deze teelten, hebben per plantelement een paar vlakke aandrukwielen die het persblokje moeten aanduwen in de bodem. Door de werking van deze wielen wordt echter een geul links en rechts van de plantlijn gemaakt, waarlangs water zich heel snel kan concentreren en hellingafwaarts stroomt. Figuur 23 geeft een beeld van de vlakke aandrukwielen en het resultaat op het bodemoppervlak.



*Figuur 23: Zicht op de vlakke aandrukwielen op een klassieke kolenplanter en het resultaat op het bodemoppervlak.*

In het GOMEROS-project werden een aantal eenvoudige aanpassingen aan de planter uitgeprobeerd om erosie te voorkomen:

- Drempeltjes (Figuur 24)
  Hierbij wordt de kooirol op de rotoreg of de planter voorzien van stalen profielen die op de exacte positie tussen 2 plantrijen putjes maken, waarin het afstromende regenwater kan gebufferd worden.
- Ruwere aandruklijnen
  Door het wegwerken van de geul die de klassieke planter maakt, wordt het water minder geconcentreerd langsheen de plantlijn. Dit kan met torsiewieders (Figuur 25) die bodem vlak trekken achter het aandrukwiel of dit kan met zogenaamde V-presswielen (Figuur 26) waarbij op het aandrukwiel het vlakke loopvlak wordt vervangen door een visgraatpatroon dat de persblokjes wel aandrukt, maar geen geultje meer maakt. De eerste V-presswielen die uitgetest werden, liepen snel vol met aarde en hadden hetzelfde effect als de vlakke aandrukwielen. De V-vormige onderdelen stonden te kort op elkaar. Daarom werden twee aanpassingen uitgeprobeerd: telkens 1 op 2 V-stukjes er van tussen halen of afwisselend één beentje van het V-stukje weglaten (Figuur 26). De aangepaste V-presswielen liepen niet vol aarde, hadden het gewenste effect (vergelijkbaar met de torsiewieders) en de plantjes werden nog steeds goed aangedrukt in het plantbed.



*Figuur 24: Zicht op de aangepaste kooirol (links) en het resultaat van deze kooirol (rechts)*



*Figuur 25: Zicht op de kolenplanter waar een torsiewieder werd bevestigd achter ieder aandrukwiel (links), beeld van de een torsiewieder (midden) en het resultaat (rechts).*



*Figuur 26: Zicht op de V-presswielen. Links het type waar de V-stukje te kort op elkaar staan. Midden en rechts de aangepaste types.*

#### *2.3.1.1 Erosiereductie*

In totaal werden 6 veldproeven aangelegd waarin verschillende aanpassingen afzonderlijk of in combinatie werden uitgetest. Op basis van de regenvalsimulaties kunnen we stellen dat het afzonderlijke effect van de drempeltjes en de ruwere aandruklijnen klein tot zelfs negatief was (Tabel 10). Wanneer de drempeltjes worden aangelegd zonder de geul aan te pakken, wordt regenwater wel gebufferd achter de drempeltjes, maar het water in de plantlijn kan ongemoeid wegstromen via de geul links en rechts van de plantlijn. Wanneer de geulen worden weggewerkt, is de preferentiële pathway van run-off dan wel verkleind, maar in de meeste regenvalsimulaties had dit geen erosiereductie tot gevolg. In één veldproef werd het verruwen van de plantlijn bovenop het aanleggen van drempeltjes getest in het gewas knolselder. In deze situatie was er een gemiddelde erosiereductie van 47% (mediaan 77%) en was er dus een cumulatief effect van beide technieken (Tabel 10).

*Tabel 10: Overzicht van de gemiddelde en mediaan van run-off- en erosiereductie van de verschillende aangepaste kolenplanter ten opzichte van de referentie in alle metingen die werden verricht met de regenvalsimulatoren.*

| | Drempeltjes | Ruwere aandruklijn (torsiewieder of V-presswielen) | Combinatie drempeltjes + ruwere aandruklijn |
|---|---|---|---|
| Aantal veldproeven | 1 | 4 | 1 |
| Aantal observaties | 1 | 7 | 4 |
| Aantal datapunten | 1 | 7 | 4 |
| Gemiddelde run-offreductie (%) | -39 | 2 | -8 |
| Mediaan run-offreductie (%) | -39 | -4 | 29 |
| Gemiddelde erosiereductie (%) | -33 | -22 | 47 |
| Mediaan erosiereductie (%) | -33 | 13 | 77 |

Tabel 10 geeft de resultaten van alle metingen samen. Er waren slechts 2 observaties bij ruwere aandruklijnen alleen en de ene observatie bij drempeltjes alleen, waarbij de erosie in de referentie >25 g/m$^2$ bedroeg. Het is dus moeilijk om een eenduidig besluit te vormen. We kunnen wel aannemen op basis van de kwalitatieve observaties tijdens de regenvalsimulaties dat ruwere aandruklijnen of drempeltjes alleen onvoldoende zijn, maar dat de combinatie van beide wel potentieel heeft. Verder onderzoek is aangewezen.

#### *2.3.1.2 Opbrengstrisico*

In geen enkele proef werd meer uitval vastgesteld bij de aangepaste planters dan bij de klassieke planters. Persblokjes werden even goed aangedrukt en plantjes groeiden even goed weg. Op de meeste proefvelden was geen verschil te merken in opbrengst en kwaliteit, waardoor ook niet werd overgegaan tot proefoogsten. Één proefveld met bloemkool wees wel uit dat de combinatie van niet-kerende bodembewerking met een planter met V-press aandrukwielenren een iets slechter resultaat gaf. Mogelijk hebben de V-presswielen in aanwezigheid van de gewasresten van de voorgaande teelt toch tot een slechtere aandrukking en start gezorgd. Bij ploegen speelde dit niet.

#### *2.3.1.3 Haalbaarheid voor de teler*

De aanpassingen van de plantmachines zijn vrij eenvoudig en goedkoop en kunnen uitgevoerd worden door de teler zelf. Drempeltjes kunnen wel hinderlijk zijn voor geschoffelde teelten (meeste koolgewassen worden geschoffeld). Onze resultaten geven aan dat verruwde plantlijnen best worden gecombineerd met drempeltjes voor erosiereductie. Aangezien drempeltjes niet altijd een optie zijn, moet er ook gekeken worden naar andere technieken zoals niet-kerende bodembewerking. Ook het effect van schoffelen op erosie werd door het GOMEROS-project onderzocht (zie verder).

### 2.3.2 Niet-kerende bodembewerking

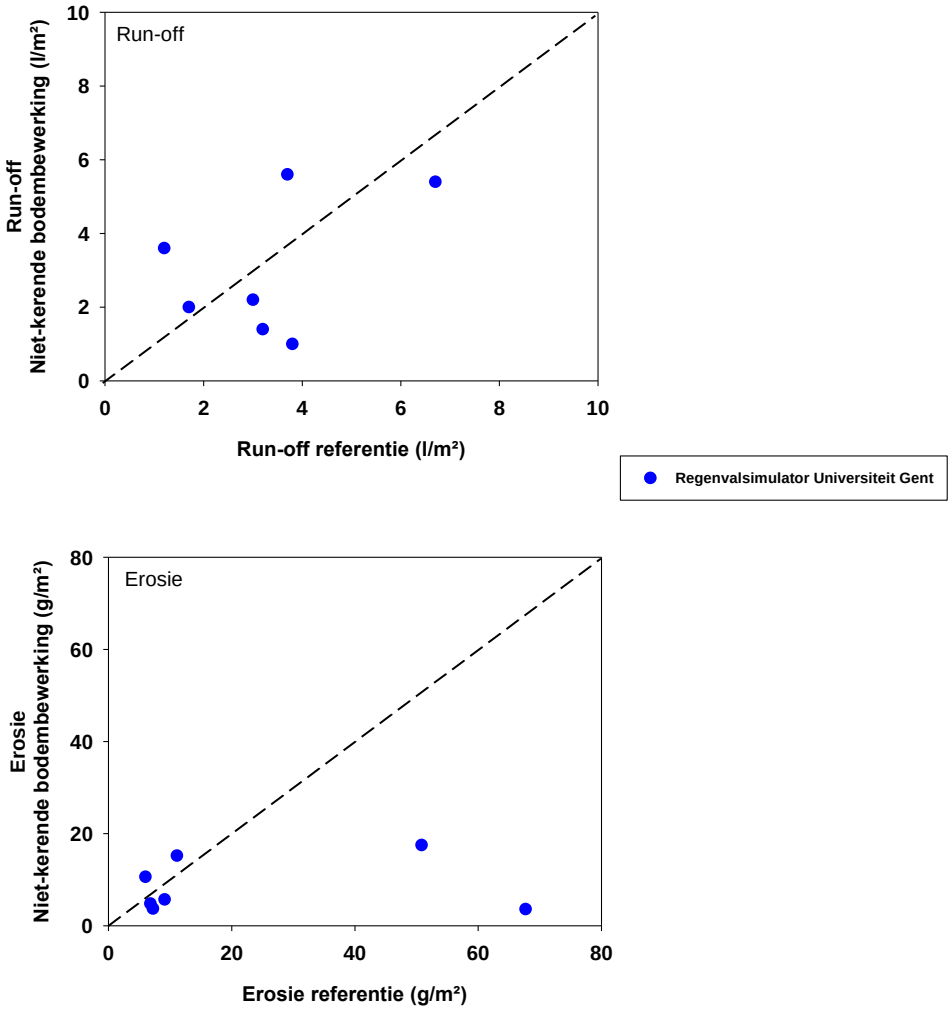
In de teelten van kolen en selder kan ook niet-kerende bodembewerking worden toegepast. In de proefvelden gingen we uit van een éénmalige diepe niet-kerende bodembewerking (tot ploegdiepte 25-30 cm) kort voor planten, die het ploegen verving. De proefvelden met kolen werden steeds aangelegd op velden waar bij start van de bodembewerkingen veel gewasresten aanwezig waren van de voorgaande groenbedekker. Na aanleg van de proef was de bedekking van het bodemoppervlak door gewasresten, meestal <5% ondanks de hoge bedekkingsgraad bij aanvang van de bodembewerkingen. Ondanks de beperkte bedekking van het bodemoppervlak na planten, kunnen we wel aannemen dat de rest van de gewasresten bovenaan de bouwvoor werden ingewerkt. In het GOMEROS-project was er ook contact met een aantal landbouwers die niet-kerende bodembewerking courant toepassen voor de teelt van kolen. Niet-kerende bodembewerking werd niet uitgetest in selder.

#### *2.3.2.1 Erosiereductie*

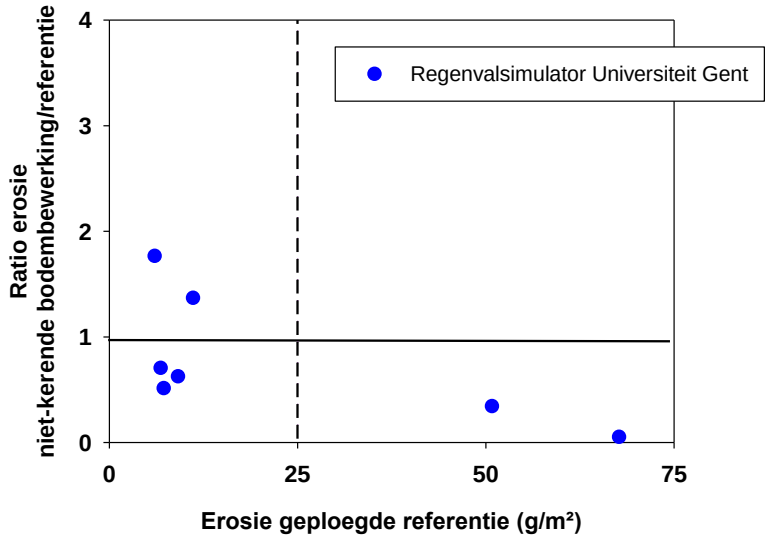
Uit Tabel 11, Figuur 26 en Figuur 27 blijkt dat er weinig erosiereductie is door niet-kerend te werken in plaats van te ploegen in koolgewassen als alle datapunten samen worden beschouwd. In de meeste proefvelden was het sedimentverlies echter vrij beperkt in de referentie. Slechts in 2 punten werden sedimentverliezen van >25g/m$^2$ vastgesteld. De gemiddelde erosiereductie voor deze punten is 81% en dus vrij hoog.

*Tabel 11: Overzicht van de gemiddelde en mediaan van run-off- en erosiereductie van niet-kerende bodembewerking in kolen ten opzichte van de referentie.*

| | |
|---|---|
| Aantal veldproeven | 4 |
| Aantal observaties | 7 |
| Aantal datapunten | 7 |
| Gemiddelde run-offreductie (%) | -13 |
| Mediaan run-offreductie (%) | 19 |
| Gemiddelde erosiereductie (%) | 23 |
| Mediaan erosiereductie (%) | 37 |
| Aantal datapunten<br>Met sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 2 |
| Gemiddelde erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 81 |
| Mediaan erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 81 |




*Figuur 27: Run-off en erosie van niet-kerende bodembewerking in de GOMEROS-proefvelden met kolen (2017-2019). De stippellijn geeft de bissectrice weer.*




*Figuur 28: De ratio van erosie in de behandelingen met niet-kerende bodembewerking t.o.v. referentie ploegen in functie van de erosie in de geploegde referentie voor de GOMEROS proefvelden (2017-2019) met kolen. De volle lijn geeft ratio 1 aan, wat betekent dat er evenveel erosie is bij niet-kerende bodembewerking als bij de geploegde referentie. De stippellijn geeft de theoretische grens aan tussen percelen met beperkte en veel erosieverliezen.*

Samengevat kunnen we stellen dat niet-kerende bodembewerking tot een sterke erosiereductie kan leiden in kolen, in omstandigheden waarin veel erosie kan verwacht worden. Het aantal datapunten waarop we dit baseren blijft echter beperkt, aangezien in veel van de GOMEROS-proeven, de erosie van de referentie beperkt bleef.

#### 2.3.2.2 opbrengstrisico

Doorheen de proeven werden geen visuele verschillen vastgesteld tussen de geploegde behandelingen en de behandelingen met niet-kerende bodembewerking. Ook het weggroeien van de planten ging even vlot en de uitval van planten was niet verschillend. Er werd een proefoogst uitgevoerd in 3 veldproeven, hierbij werd rekening gehouden met de verse netto-opbrengst en kwaliteitsklasse. Er werden in 2 proefvelden geen verschillen in gewasopbrengst vastgesteld. In een veldproef met bloemkool was de gewichtopbrengst hoger bij de niet-kerende bodembewerking, maar de kwaliteitsklasse (sterk bepalend voor de prijs) dan weer iets lager dan bij ploegen.

#### 2.3.2.3 Haalbaarheid voor de teler

Op de grotere bedrijven is meestal wel een machine aanwezig waarmee de niet-kerende bodembewerking kan uitgevoerd worden. Op de kleinere bedrijven is dit minder het geval en kan niet-kerend werken, wel een investering vragen. In de proefvelden die werden aangelegd binnen GOMEROS vormden de rest van de voorteelt of voorgaande groenbedekker geen probleem voor de plantbedbereiding en het planten. De plantmachine hoeft dus meestal niet aangepast te worden om in aanwezigheid van gewasresten te kunnen planten. Het niet-kerend werken vraagt wel wat ervaring in verband met de keuze van moment en intensiteit van plantbedbereiding. Voor de landbouwers die regelmatig niet-kerend werken vormde dit evenwel geen probleem.

## 2.4 Gezaaide vlakveldse groenten (erwten en zaaiui)

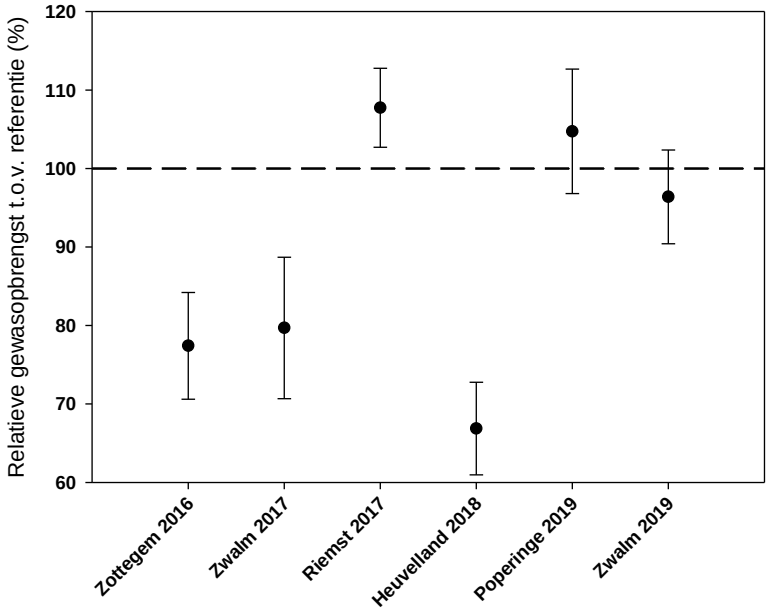
In de voorbije decennia werd veel onderzoek verricht naar erosiereductie door niet-kerende bodembewerking in de grote akkerbouwteelten maïs, bieten en granen, maar het bleef steeds een vraagteken in welke mate deze resultaten kunnen vertaald worden naar andere vlakvelds gezaaide teelten zoals erwten en zaaiui. In het GOMEROS-project werden in totaal 6 veldproeven met erwten en 4 veldproeven met zaaiui aangelegd om enerzijds cijfermateriaal te verzamelen over niet-kerende bodembewerking in deze teelten en anderzijds niet-kerende bodembewerking op punt te stellen. Er werd ook geëxperimenteerd met een extensievere zaaibedbereiding. Aangezien de resultaten erg tegenvallend waren voor zaaiui, werden ook experimenten verricht met zomergerst als dekvrucht en compost als bedekking van het zaaibed.

### 2.4.1 Niet-kerende bodembewerking in erwten

Bij deze techniek gingen we er van uit dat de ploegbewerking eenmalig wordt vervangen door een diepe niet-kerende bewerking waarbij tot ploegdiepte werd gewerkt. Er werd steeds gewerkt op percelen waar veel gewasresten van de voorgaande groenbedekker aanwezig waren bij aanleg van de proeven en dat de bodem dus sterk bedekt was bij aanvang. Door de bodembewerkingen verlaagde de bodembedekking met gewasresten dikwijls tot <5%, maar de gewasresten werden wel bovenaan het bodemprofiel gehouden. Op de meeste bedrijven wordt in het voorjaar geploegd, kort voor inzaai. In sommige streken kiest men eerder voor winterlabeur. Toch zijn er ook verschillende bedrijven die regelmatig kiezen voor een niet-kerende bodembewerking i.p.v. ploegen. Dit kan gerelateerd zijn aan het perceel, de bodemomstandigheden of tijdsgebrek.

#### *2.4.1.1 Opbrengstrisico*

Meestal worden erwten gezaaid op een perceel dat braakliggend is in het voorjaar, of waar nog enkel de resten aanwezig zijn van een doodgevroren of doodgespoten groenbedekker. Af en toe wordt een snede gras genomen voorafgaand aan de inzaai van de erwten. Dit was het geval op het proefveld Zottegem 2016. Een combinatie van niet-kerende bodembewerking in erwt na het nemen van een snede gras is sterk af te raden. Door niet-kerend te werken blijven erg veel graszoden aanwezig in het zaaibed. Hierdoor neemt de onkruiddruk toe (hergroei van het gras), maar wordt ook de zaai van de erwten slechter uitgevoerd. Veel zaden worden in stukjes zode geduwd en komen niet tot kieming. Een grasgroenbedekker kan wel als deze tijdig wordt vernietigd en ingewerkt, zodat de hergroei beperkt blijft en de zoden voldoende vergaan om zaaibedbereiding bij niet-kerende bodembewerking goed uit te voeren.




*Figuur 29: Gemiddelde relatieve gewasopbrengst erwten (±standaardfout) van de behandelingen met niet-kerende bodembewerking t.o.v. de geploegde referentie in alle veldproeven met erwten in het GOMEROS-project. De X-as vermeld locatie en jaar van de proef.*

Erwten worden gespreid over het volledige voorjaar gezaaid, afhankelijk van de geschatte oogstdatum. Dit maakt dat naargelang het moment van zaaien, de omstandigheden waarin de bodembewerkingen worden uitgevoerd heel anders kunnen zijn. Over de proefvelden heen bleek duidelijk dat dit grote invloed had op het opbrengstrisico. In de proefvelden Zwalm 2017 en Heuvelland 2018, was bij start van de zaaibedbereiding het bodemoppervlak van de niet-kerend bewerkte bodem reeds sterk gedroogd. Dit had als gevolg dat veel uitgedroogde harde kluiten in het zaaibed aanwezig waren die niet goed meer verfijnd konden worden. Bij ploegen was dit niet het geval, aangezien de bodem nog vochtig was bij start van de zaaibedbereiding. De zaai kon bij ploegen daardoor in een beter zaaibed uitgevoerd worden en dit had een opbrengstderving tot gevolg in de niet-kerende behandelingen. In het proefveld Riemst 2017 was het andersom. Hier waren veel uitgedroogde harde kluiten aanwezig bij ploegen wat leidde tot een meeropbrengst bij niet-kerende bodembewerking. Een kanttekening hierbij is dat in de streek van Riemst winterlabeur wordt uitgevoerd wanneer geploegd wordt Dit zou vermoedelijk wel een positief gevolg gehad hebben op de zaaibedkwaliteit ten opzichte van voorjaarsploegen dat in deze proef uitgevoerd werd.

We dienen hier ook te melden dat de relatieve opbrengst werd berekend op basis van de netto erwt-opbrengst. In erwten kunnen naargelang afrijping en oogstdatum ook verschillen in het kwaliteitskenmerk 'hardheid' voorkomen. Voor sommige proefvelden werd dit wel bepaald, maar dit wordt hier niet verder behandeld.

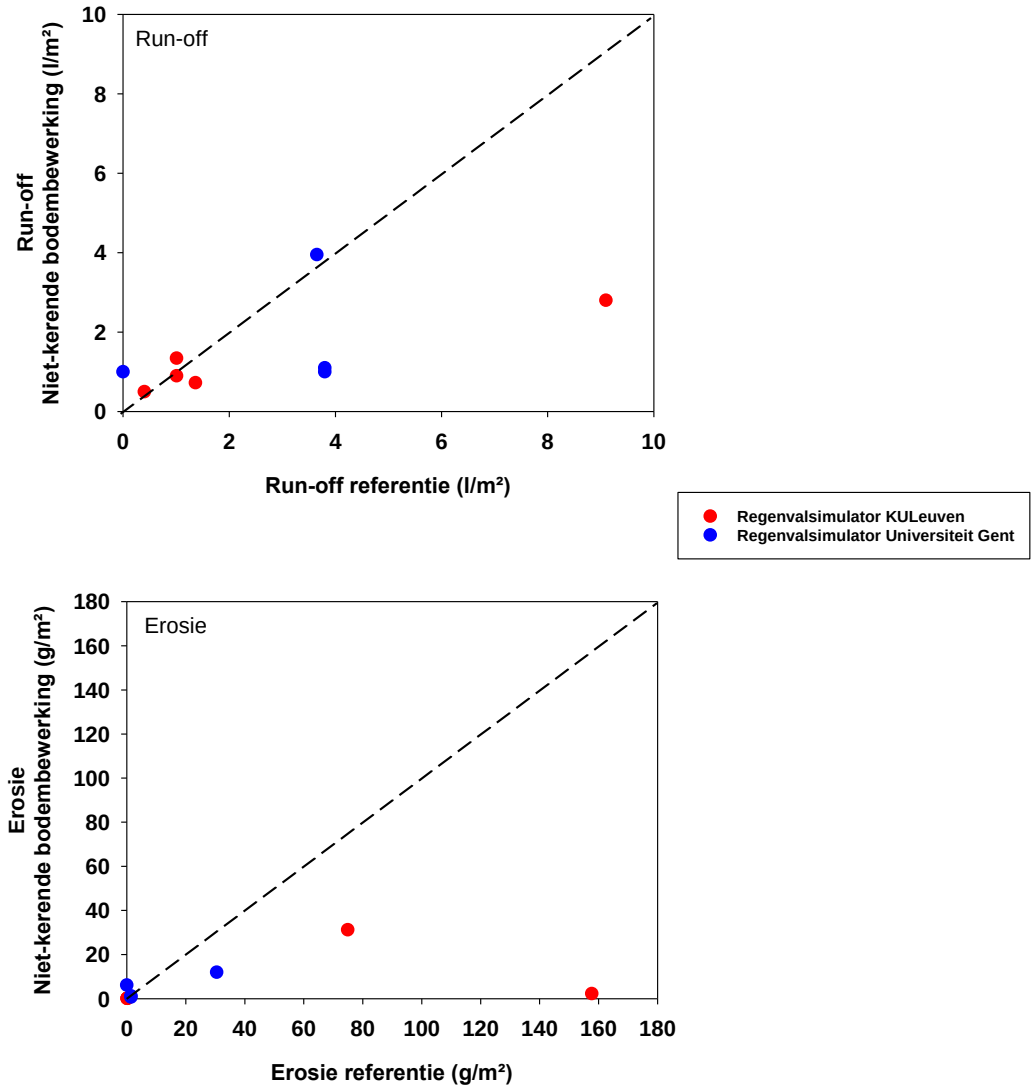
We kunnen besluiten dat in erwten dezelfde opbrengsten kunnen gehaald worden met een diepe niet-kerende bodembewerking als met ploegen, maar dat tijdstip en wijze van zaaibedbereiding aangepast moeten worden aan bodemvochtigheid en weersomstandigheden om een kwalitatief zaaibed te bekomen. Dit is zo voor zowel het systeem van niet-kerende bodembewerking als voor ploegen. Bij niet-kerende bodembewerking, is een snede gras voor de inzaai van erwten sterk te af te raden.

#### 2.4.1.2 Erosiereductie

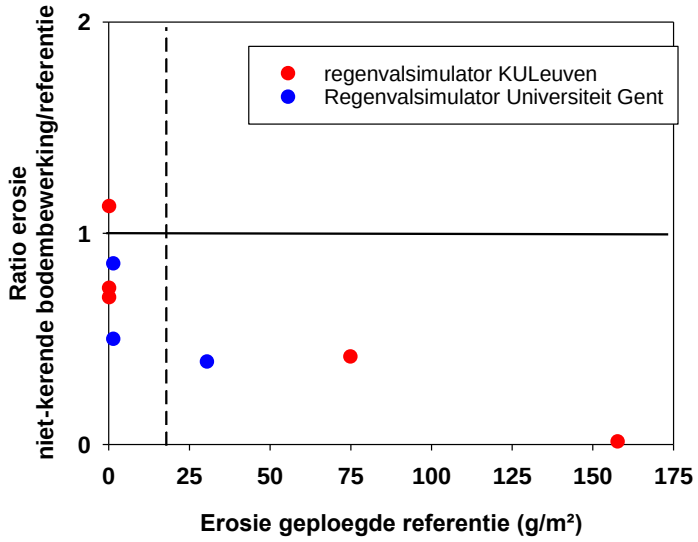
Voor niet-kerende bodembewerking in erwten werden gegevens verzameld uit 6 veldproeven (Tabel 12). De reductie in run-off door net-kerende bodembewerking was vrij beperkt. De erosiereductie daarentegen was sterker, maar in 5 van de 8 datapunten werd in de geploegde referentie bijna geen erosie vastgesteld (Tabel 12) en was de erosiereductie dan ook van weinig betekenis. In één van de datapunten met grotere erosie in de referentie (>25 g/m²) was de intensiteit van de regenval om onduidelijke redenen een stuk hoger (55 l/m².u) dan normaal (39 l/m².u) (regensimulator KU Leuven) (Vanden Nest et al., 2018). In de percelen met erosieverliezen >25 g/m² in de geploegde referentie werd wel een erosiereductie vastgesteld van gemiddeld 73%.

*Tabel 12: Overzicht van de gemiddelde en mediaan van run-off- en erosiereductie van niet-kerende bodembewerking in erwten ten opzichte van de referentie.*

| | |
|---|---|
| Aantal veldproeven | 6 |
| Aantal observaties | 9 |
| Aantal datapunten | 8 |
| Gemiddelde run-offreductie (%) | 11 |
| Mediaan run-offreductie (%) | 2 |
| Gemiddelde erosiereductie (%) | 41 |
| Mediaan erosiereductie (%) | 40 |
| Aantal datapunten<br>Met sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 3 |
| Gemiddelde erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 73 |
| Mediaan erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 61 |




*Figuur 30: Run-off en erosie van niet-kerende bodembewerking in de GOMEROS-proefvelden met erwten (2016-2019). De kleur van de datapunten geeft aan met welke regenvalsimulator er werd gemeten. De stippellijn geeft de bissectrice weer.*




*Figuur 31: De ratio van erosie in de behandelingen met niet-kerende bodembewerking t.o.v. referentie ploegen in functie van de erosie in de geploegde referentie voor de GOMEROS proefvelden (2016-2019) met erwten samen. De volle lijn geeft ratio 1 aan, wat betekent dat er evenveel erosie is bij niet-kerende bodembewerking als bij de geploegde referentie. De stippellijn geeft de theoretische grens aan tussen percelen met beperkte en veel erosieverliezen. De kleur van de datapunten geeft aan welke regenvalsimulator werd gebruikt.*

De meerwaarde van niet-kerende bodembewerking bij erwt lijkt dus eerder beperkt ten opzichte van ploegen. Dit komt omdat de teelt van erwt weinig erosiegevoelig blijkt te zijn, zelfs vrij kort na de zaai wanneer de bodembedekking door de erwt nog minimaal is (zoals tijdens de simulaties). De manier van zaaien en de gewaseigenschappen spelen hier vermoedelijk een grote rol. Erwten worden gezaaid met een hoge zaaidichtheid, (ca 1.000.000 zaden/ha), in rijen kort naast elkaar (ca. 15 cm). Bij het zaaien wordt tevens gewerkt met een zaaicombinatie (rotoreg + zaaimachine), zodat geen erosiegevoelige wielsporen in het zaaibed achterblijven (zoals bv. bij maïs). De opkomst en jeugdgroei is snel en zelfs bij een zeer beperkte bedekking van de bodem door de kiemplantjes (enkele dagen na opkomst), zijn er reeds goed ontwikkelde worteltjes aanwezig die het zaaibed stabiliseren. In het beperkt aantal gevallen waarbij toch aanzienlijke erosie optreed in erwten, speelt niet-kerende bodembewerking wel een rol van betekenis.

#### *2.4.1.3 Haalbaarheid voor de teler*

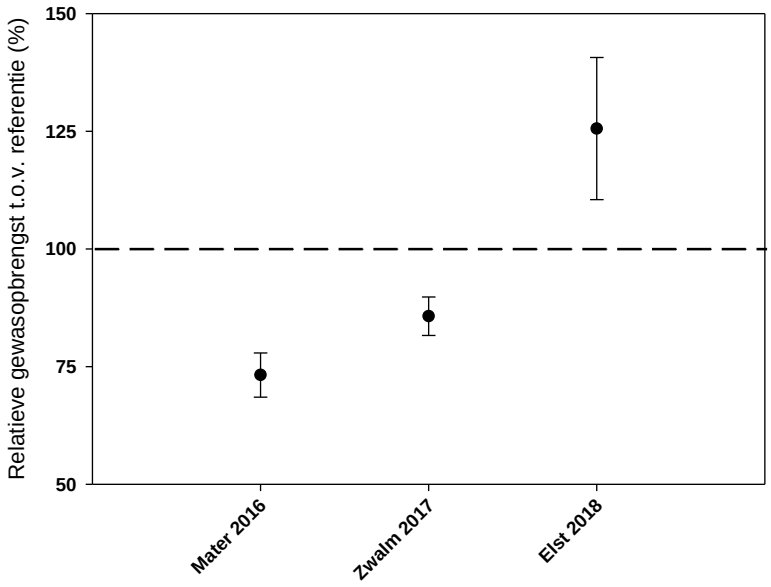
Erwten worden vooral geteeld op de grotere en professionele landbouwbedrijven. Op deze bedrijven is dikwijls een toestel aanwezig waarmee de diepe niet-kerende bodembewerking kan uitgevoerd worden. Andere machines die nodig zijn voor deze teelt, zijn dezelfde als bij ploegen. Het is wel te verkiezen om de zaai uit te voeren met een zaaimachine voorzien van schijfkouters. Meestal wordt de zaai door loonwerkers uitgevoerd en is de machine ook geschikt voor in niet-kerende omstandigheden. Voor landbouwers die nooit niet-kerend werken, vraagt het wel een aanpassing in denkwijze, tijdstip en opvolging van de bodembewerkingen in aanloop naar de teelt en meer aandacht voor een doordachte keuze van de voorafgaande groenbedekker.

### 2.4.2 Niet-kerende bodembewerking in zaaiui

Bij deze techniek gingen we er van uit dat de ploegbewerking eenmalig wordt vervangen door een diepe niet-kerende bewerking waarbij tot ploegdiepte werd gewerkt kort voor inzaai. Bij 3 van de 4 proefjaren waren er veel resten van groenbedekkers aanwezig bij aanleg van de proef. Na aanleg van de proef waren quasi alle resten ingewerkt. Standaard wordt voor zaaiui geploegd en het zaaibed intensief bewerkt om een fijn zaaibed te bekomen. Zaaiui is een fijnzadige teelt en vraagt een fijn zaaibed om een goede kieming en opkomst te bekomen. Voorafgaand aan het project werd slechts één landbouwer gevonden die zaaiui reeds probeerde na niet-kerende bodembewerking, maar daarbij een slecht resultaat behaalde door een slechte zaai. In Nederland was er contact met een landbouwer die al >10 jaar niet-kerend werkt op alle percelen en die ook zaaiui teelde. Door een erg vroege vernietiging van de groenbedekker, zijn er nooit veel gewasresten bij start van het voorjaar. Hoewel de landbouwer aangaf geen opbrengstdervingen te hebben met niet-kerende bodembewerking, dienen we er op te wijzen dat het in deze situatie ging over langdurig niet-kerend. De situatie is dus enigszins anders dan in het GOMEROS-project waar eenmalig niet-kerend wordt gewerkt.

#### *2.4.2.1 Opbrengstrisico*

In totaal werden 4 veldproeven aangelegd met niet-kerende bodembewerking in zaaiui. Van de veldproef in 2019 zijn echter geen resultaten omdat de proef per vergissing werd geoogst voor de opbrengstbepaling kon plaatsvinden. De visuele observaties gaven in deze laatste proef wel aan dat er weinig tot geen verschillen te verwachten waren tussen de geploegde en niet-kerend bewerkte behandelingen.




*Figuur 32: Gemiddelde relatieve gewasopbrengst zaaiui (±standaardfout) van de behandelingen met niet-kerende bodembewerking t.o.v. de geploegde referentie in alle veldproeven met zaaiui in het GOMEROS-project. De X-as vermeldt locatie en jaar van de proef.*

Voorafgaand aan de proefvelden van 2016, 2018 en 2019 werd een vorstgevoelig groenbedekkermengsel vernietigd. Ondanks de grote hoeveelheid plantenmateriaal, was de hoeveelheid gewasresten aan het bodemoppervlak na zaai quasi nihil. In 2018 en 2019 kon zelfs geen visueel onderscheid gemaakt worden

tussen de geploegde en niet-kerend bewerkte behandelingen. In 2017 was de voorvrucht savooikool en bleven slechts beperkt resten aanwezig bij start van de voorjaarswerkzaamheden. Op basis hiervan is er vermoedelijk geen verband tussen de opbrengstresultaten en de aanwezigheid van gewasresten van de voorgaande teelt.

In 2016 was het zaaibed na niet-kerende bodembewerking visueel ruwer dan na ploegen. Ook al bleek de bodemruwheid niet steeds groter te zijn volgens metingen met de pinmeter, het zaaibed bleek toch kluitiger te zijn (Vanden Nest et al., 2017). In 2017, 2018 en 2019 was het zaaibed bij niet-kerende bodembewerking even fijn als na ploegen. We nemen aan dat de opbrengstderving van 2016 zeker te wijten is aan een grover zaaibed. Voor de opbrengstresultaten van andere proefveldjaren is er geen eenduidige verklaring.

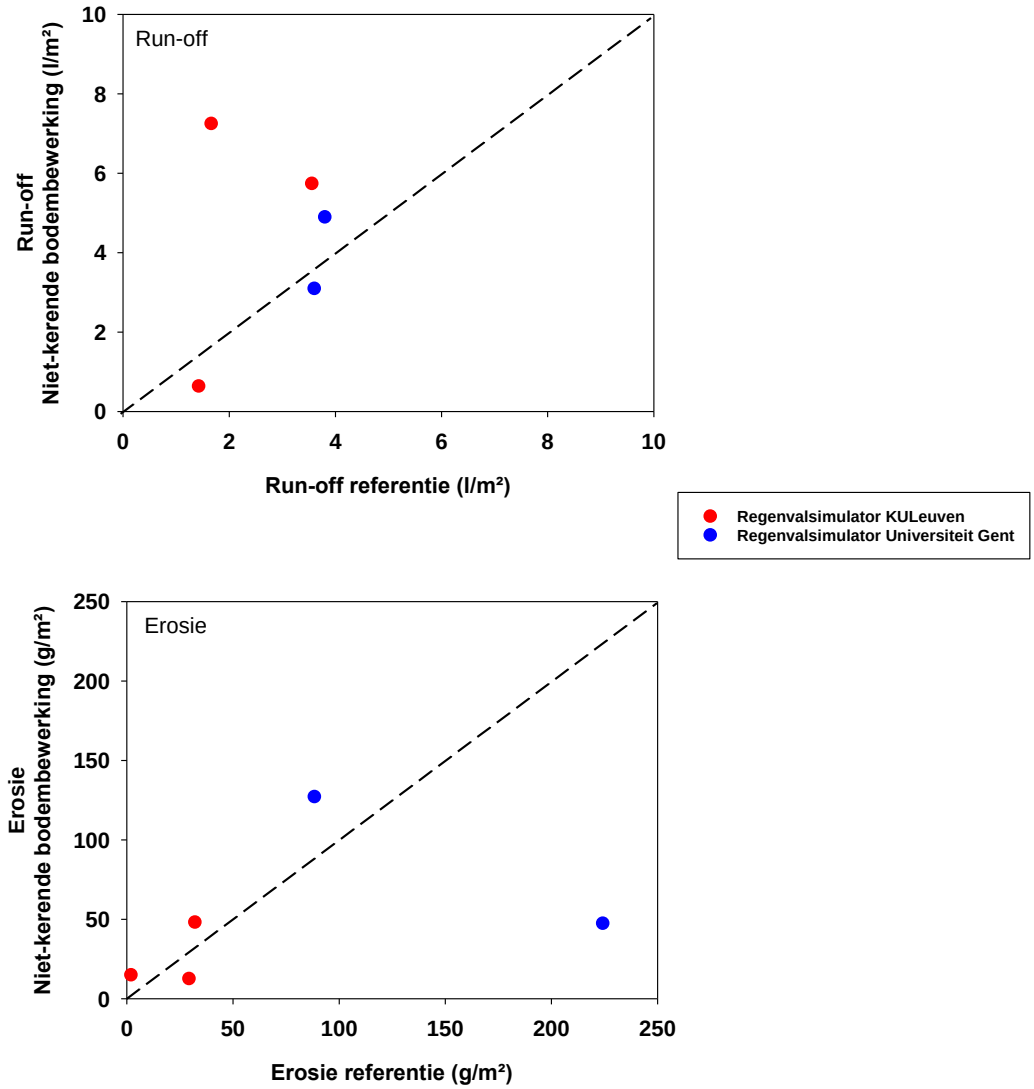
We besluiten dat eenmalig niet-kerende bodembewerking voor zaaiui wel kan maar dat extra aandacht voor een goed zaaibed nodig is.

#### *2.4.2.2 Erosiereductie*

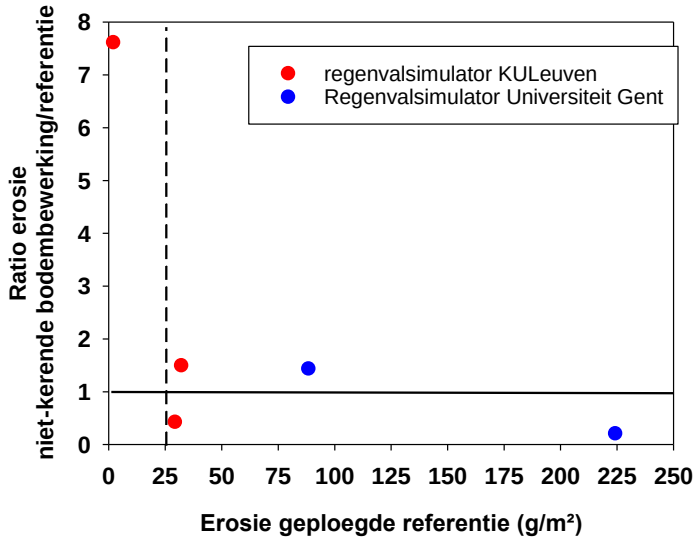
Voor niet-kerende bodembewerking in zaaiui werden gegevens verzameld uit 4 veldproeven (Tabel 13). De reductie in run-off en erosie door niet-kerende bodembewerking was negatief. Dit betekent dat niet-kerend werken in zaaiui tot meer run-off en erosie kan leiden dan in ploegen (Figuur 32). De regenvalsimulaties werden steeds ongeveer een maand tot anderhalve maand na zaaien uitgevoerd. Op dit moment was de zaaiui nog maar net aan het opkomen en was er al veel verslemping en korstvorming aan het bodemoppervlak. Mogelijk leidde niet-kerende bodembewerking kort na zaaien wel tot een reductie in erosie. Hierover kan geen uitspraak gedaan worden.

*Tabel 13: Overzicht van de gemiddelde en mediaan van run-off- en erosiereductie van niet-kerende bodembewerking in zaaiui ten opzichte van de referentie.*

| | |
|---|---|
| Aantal veldproeven | 4 |
| Aantal observaties | 6 |
| Aantal datapunten | 5 |
| Gemiddelde run-offreductie (%) | -72 |
| Mediaan run-offreductie (%) | -29 |
| Gemiddelde erosiereductie (%) | -124 |
| Mediaan erosiereductie (%) | -44 |
| Aantal datapunten<br>Met sedimentverliezen >25 g/m$^2$ van de referentie | 4 |
| Gemiddelde erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m$^2$ van de referentie | -5 |
| Mediaan erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m$^2$ van de referentie | 7 |




*Figuur 33: Run-off en erosie van niet-kerende bodembewerking in de GOMEROS-proefvelden met zaaiui (2016-2019). De kleur van de datapunten geeft aan met welke regenvalsimulator er werd gemeten. De stippellijn geeft de bissectrice weer.*




*Figuur 34: De ratio van erosie in de behandelingen met niet-kerende bodembewerking t.o.v. referentie ploegen in functie van de erosie in de geploegde referentie voor de GOMEROS proefvelden (2016-2019) met zaaiui samen. De volle lijn geeft ratio 1 aan, wat betekent dat er evenveel erosie is bij niet-kerende bodembewerking als bij de geploegde referentie. De stippellijn geeft de theoretische grens aan tussen percelen met beperkte en veel erosieverliezen. De kleur van de datapunten geeft aan welke regenvalsimulator er werd gebruikt.*

Figuur 33 geeft aan dat er ook bij hoge erosieverliezen (>25 g/m$^2$) weinig erosiereductie te verwachten is door niet-kerend te werken i.p.v. te ploegen.

Op basis van deze resultaten kunnen we besluiten dat eenmalig niet-kerend werken geen geschikte techniek is om erosie in zaaiui te beperken. Vermoedelijk is dit te wijten aan de trage gewasgroei en bodembedekking in combinatie met een fijn zaaibed. Mogelijk kan meerjarige niet-kerende bodembewerking leiden tot meer organische koolstof in de toplaag en zo de bodem beter beschermen tegen erosie, maar dit was geen onderdeel van dit project.

#### *2.4.2.3 Haalbaarheid voor de teler*

Zaaiui wordt vooral geteeld op de grotere en professionele landbouwbedrijven. Op deze bedrijven is dikwijls een toestel aanwezig waarmee de diepe niet-kerende bodembewerking kan worden uitgevoerd. Andere machines die nodig zijn voor deze teelt, zijn dezelfde als bij ploegen. Zoals eerder aangegeven, is de zaaibedbereiding erg belangrijk. Door niet-kerend te bewerken in plaats van te ploegen, is de uitgangssituatie voor bodembewerking enigszins anders. De landbouwer moet hier mee leren omgaan en een foutieve beslissing zal meer gevolgen hebben in zaaiui dan in bv. maïs. Het omschakelen van ploegen naar niet-kerende bodembewerking zal in deze teelt ongetwijfeld veel leergeld kosten.

### 2.4.3 Extensieve zaaibedbereiding

In de veldproeven met zaaiui en erwten in 2016 en 2017 werden enkele behandelingen aangelegd waarbij de zaaibedbereiding minder intensief werd uitgevoerd. Meestal wordt voor deze teelten 1x of 2x klaar gelegd met de rotoreg aan hoog toerental en vervolgens gezaaid met een combinatie van een rotoreg en zaaimachine. Naargelang de proef betekende een minder intensieve zaaibedbereiding een passage minder met de rotoreg of een passage van de rotoreg vervangen door een tandencultivator of schijveneg. Bij een

ruwer bodemoppervlak, zorgen de kluiten ervoor dat minder snel verslemping optreedt. De microkuiltjes in het bodemoppervlak treden ook op als minuscule opvang van afstromend water en sediment. De kluiten breken de kracht van het afstromend water.

#### *2.4.3.1 Erwten*

In 2016 was er een gemiddelde opbrengstderving van 9% door een minder intensieve zaaibedbereiding. De invloed hiervan op erosie werd niet gemeten. In 2017 was er geen verschil in opbrengst tussen behandelingen met intensieve en minder intensieve zaaibedbereiding. Er werd wel een erosiereductie opgemeten tussen de 27 en 72%. Dit geeft aan dat het zaaibed bij erwt wat ruwer gelegd kan worden, aangezien het gunstig is tegen erosie en de opbrengsten hier niet noodzakelijk onder leiden.

#### *2.4.3.2 Zaaiui*

In de veldproeven van 2016 en 2017 leidde een minder intensief bewerkt zaaibed tot een gemiddelde opbrengstderving van 9% in zowel 2016 als 2017. Hoewel er ook een erosiereductie werd opgetekend bij 2 van de 3 observaties met de regenvalsimulator bij een ruwer zaaibed, is deze reductie dus niet haalbaar zonder opbrengstderving. In de praktijk is het dus niet aan te raden om het zaaibed van zaaiui ruwer te leggen.

### 2.4.4 Andere erosiereducerende technieken in zaaiui

Aangezien niet-kerende bodembewerking in de veldproeven niet leidde tot de verhoopte erosiereductie en minder intensieve zaaibedbereiding een opbrengstderving tot gevolg had (zie eerder), werden ook 2 heel andere technieken in zaaiui uitgetest. Namelijk het zaaien van een dekvrucht en het aanbrengen van compost.

#### *2.4.4.1 Dekvrucht in zaaiui*

Het zaaien van zomergerst op hetzelfde tijdstip als bieten is een praktijk die soms in zandgronden in Vlaanderen en Nederland wordt toegepast. De zomergerst zorgt hierbij voor een snelle dekking en bescherming van de bietenplant tegen stuifzand bij hevige wind. Wanneer de bieten voldoende ontwikkeld zijn, kan de zomergerst in het gewone spuitschema worden doodgespoten. Een gelijkaardige techniek kan worden toegepast in zaaiui (Zandstra en Warncke, 1993). Hierbij wordt zomergerst gezaaid op hetzelfde tijdstip als de zaaiui en de bedoeling is om de gerst dood te spuiten met een grassenmiddel in de ui. De resten van de gerst blijven voor een bodembedekking zorgen. Dit werd uitgetest in 2018, maar doordat de ui zeer traag ontwikkelde, werd gewacht met het inzetten van het grassenmiddel om de ui niet te schaden; Op het moment van het inzetten van het grassenmiddel was de concurrentie van de gerst reeds te groot en was er zeer zware opbrengstderving. Op basis van deze proef waren er duidelijk verbeterpunten vast te stellen, maar in de praktijk blijft het wellicht moeilijk om het tijdstip van afdoden juist te kiezen opdat de ui zo weinig mogelijk geraakt wordt en niet weggeconcurreerd wordt. In een tweede veldproef op proefveldschaal werd door PCG opnieuw geëxperimenteerd met deze techniek. Bij een dosis van 15 en 30 kg/ha zomergerst, kon een aanzienlijke dekking van de bodem door zomergerst bekomen worden en kon de zomergerst mooi en tijdig worden afgespoten. De opkomst van de zaaiui in deze proef was benadeeld door de dekvrucht, maar de groei en ontwikkeling wel. Uiteindelijk was er een opbrengstderving van ruim

16%. Vooral in de grote calibers uien. Wellicht is de techniek van een dekvrucht in zaaiui in de praktijk moeilijk haalbaar.

#### *2.4.4.2 Compost spreiden op pas gezaaide zaaiui*

Het bodemoppervlak wordt slechts zeer traag bedekt door zaaiui. Hierdoor vindt makkelijk verslemping en korstvorming plaats. Het afdekken van de bodem door organisch materiaal kan dit verhinderen en kan de bodem beschermen tegen inslaand en afstromend water. De fysieke barrière vertraagt de run-off en geeft meer tijd aan regenwater om te infiltreren. Uit testen bij PCG bleek dat dit zou kunnen met houtschors, stro en compost. Houtschors is echter duur en stro leidde tot een hogere ziektedruk. Compost leidde tot goede resultaten. In het proefveld van 2019 werd bij een regenvalsimulatie tot 33 mm op 17 minuten, geen run-off en erosie geobserveerd indien 29 $m^3$/ha groencompost bovenop de gezaaide ui werd gespreid. Compost is aantrekkelijk om te gebruiken als teler omdat het een bodemverbeteraar is. De praktische uitvoerbaarheid is echter een probleem. Compost spreiden gebeurt met een stalmestspreider. Deze strooien meestal niet breder dan 8 of 10 meter. De sproeisporen liggen echter makkelijk 3 keer verder uit elkaar. Dit betekent dat er extra sporen met de stalmestspreider in het veld nodig zijn. Dit zijn bijkomende verdichte plaatsen waar erosie sneller kan ontstaan en bovendien kan er opbrengstderving op de positie van de wielen van de stalmestspreider zijn. Het niet volledig egaal spreiden van de compost is geen groot probleem, maar indien de laag compost te dik wordt, gaat de opkomst en gewasgroei wellicht achteruit. Het spreiden van de compost voorafgaand aan zaaibedbereiding werd niet getest, maar heeft vermoedelijk een veel kleiner erosiereducerend effect. De compost zou tijdens de zaaibedbereiding immers sterk verdund worden in de toplaag van de bouwvoor.

Samengevat kunnen we stellen dat deze techniek erosiereducerend werkt, maar dat een aantal praktische knelpunten nog weggewerkt moeten worden.

## 2.5 Andere technieken

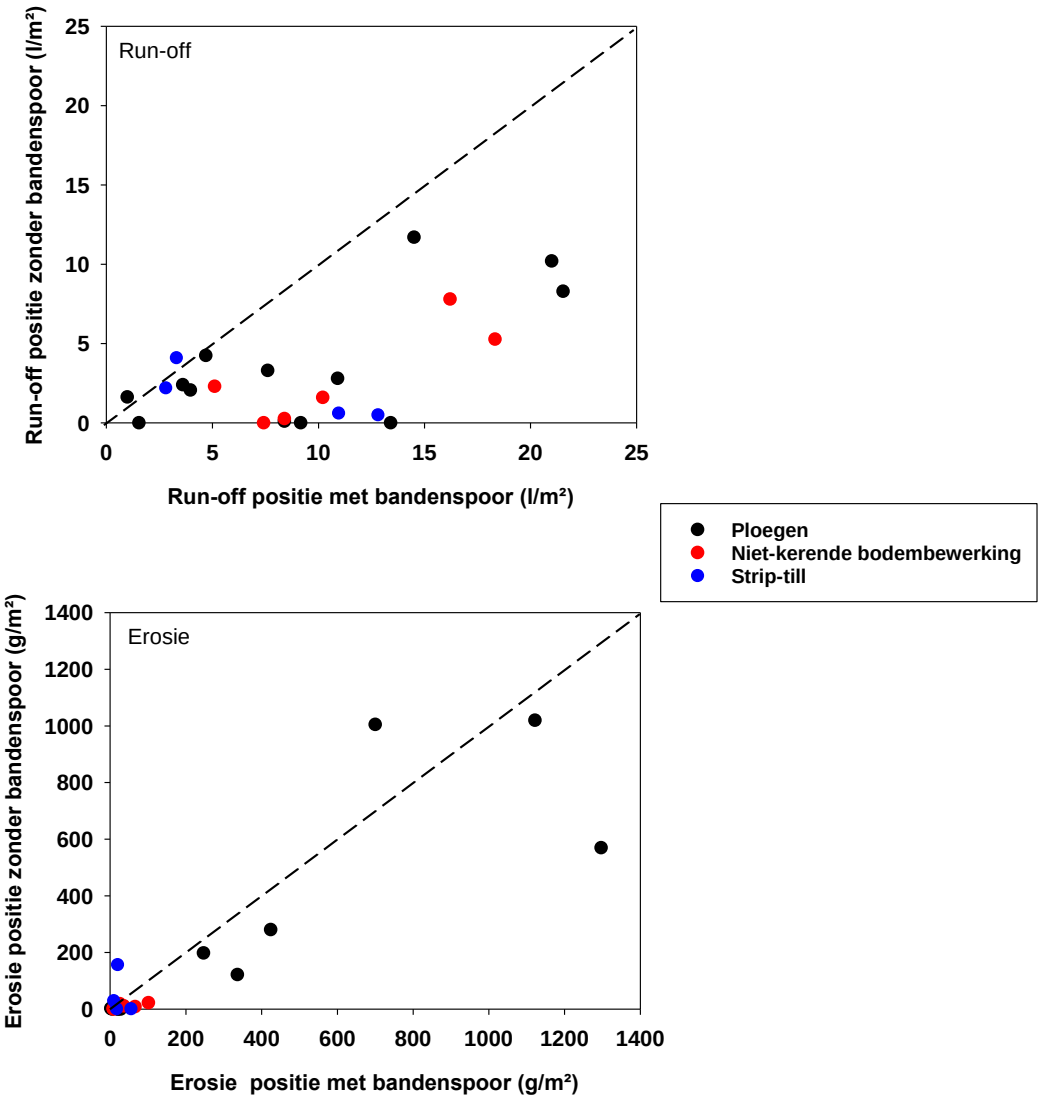
### 2.5.1 Bandensporen en sporenwissers

In veel erosieonderzoek wordt in de eerste plaats het effect van de bodembewerking op run-off en erosie bestudeerd. Het is echter goed bekend uit de praktijk dat run-off vaak eerst ontstaat in bandensporen. Bandensporen zijn typisch aanwezig in het plant/zaaibed omwille van de bespuitingen ('sproeisporen'), maar in sommige teelten zijn ook bandensporen aanwezig van de tractor die gebruikt werd bij zaaien of planten. Een typisch voorbeeld hiervan is de maïsteelt. Meestal wordt de zaaibedbereiding afzonderlijk van het zaaien uitgevoerd. Het zaaien gebeurt vervolgens met een 6-, 8- of meerrijige machine, waarbij de bandensporen aanwezig blijven. Ter hoogte van de bandensporen is de bodem oppervlakkig gecompacteerd en komt een (lichte) insporing voor. Dit betekent dat het regenwater trager infiltreert en bij hevige regen sneller gaat stromen. Bovendien wordt door de insporing afstromend regenwater uit de directe omgeving geconcentreerd in het bandenspoor. Naarmate de bodem vochtiger is, de wiellast hoger is, de bandendruk hoger en het contactoppervlak kleiner is tussen band en bodemoppervlak, neemt de insporing en compactie toe. In het GOMEROS-project werden de regenvalsimulaties in de proefvelden met maïs zo uitgevoerd dat naast het effect van de bodembewerking ook het effect van het al dan niet voorkomen van een bandenspoor onderzocht kon worden. Ook in ruggenteelten bleek de aanwezigheid van een bandenspoor in de tussenruimte tussen ruggen voor een effect op run-off en erosie te zorgen. Dit werd reeds in een eerdere paragraaf besproken.

*Tabel 14: Gemiddelde reductie in run-off en erosie op posities zonder bandenspoor in het zaaibed van maïs, in vergelijking met posities met een bandenspoor in het zaaibed op hetzelfde tijdstip en voor dezelfde bodembewerkingen en dezelfde hellingsgraad.*

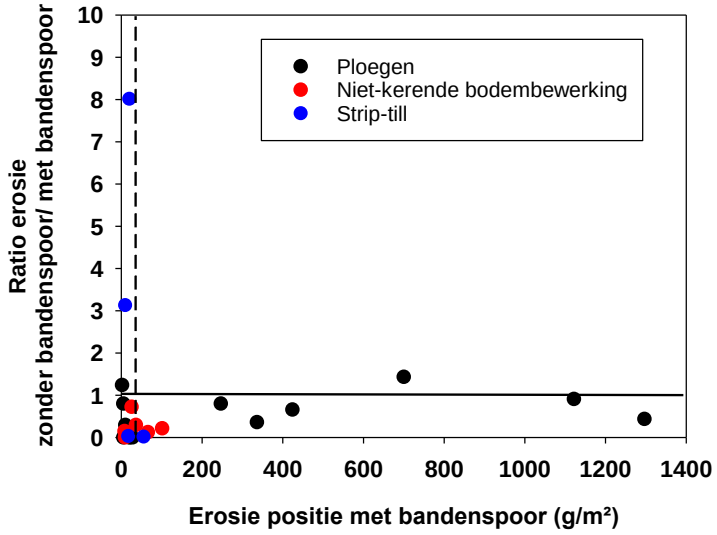
| | |
|---|---|
| Aantal veldproeven | 4 |
| Aantal observaties | 24 |
| Aantal datapunten | 23 |
| Gemiddelde run-offreductie (%) | 60 |
| Mediaan run-offreductie (%) | 61 |
| Gemiddelde erosiereductie (%) | -3 |
| Mediaan erosiereductie (%) | 70 |
| Aantal datapunten<br>Met sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 12 |
| Gemiddelde erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 50 |
| Mediaan erosiereductie (%)<br>Bij sedimentverliezen >25 g/m² van de referentie | 60 |

De data in Tabel 14 geven het effect aan van een bandenspoor over behandelingen met strip-till, niet-kerende bodembewerking en ploegen heen. Run-off en erosie in een bandenspoor werd telkens vergeleken met de afwezigheid van een bandenspoor bij dezelfde hoofdbewerking. Grosso modo kunnen we in een bandenspoor 50% meer erosie verwachten dan bij afwezigheid van een bandenspoor. Figuur 34 geeft de run-off en erosie weer op een positie in een proefveld waar een bandenspoor aanwezig is en een positie waar geen bandenspoor aanwezig is, maar wel met dezelfde bodembewerkingen en hellingsgraad. Alle datapunten werden verzameld met de regenvalsimulator van de UGent. De erosieveldjes bestonden steeds uit een veldje van 1 meter breed. De afbakening was steeds zo dat 1 maïsrij volledig in het veldje zat en 1 maïsrij op de grens van een veldje lag. Dit was zowel het geval voor veldjes met als veldjes zonder bandenspoor. De veldjes waren telkens 5 meter lang. De kleur van de datapunten geeft de voorafgaande bodembewerking weer. Opgelet, de aanwezigheid van een bandenspoor wordt beschouwd als de referentie en staat dus in de X-as.

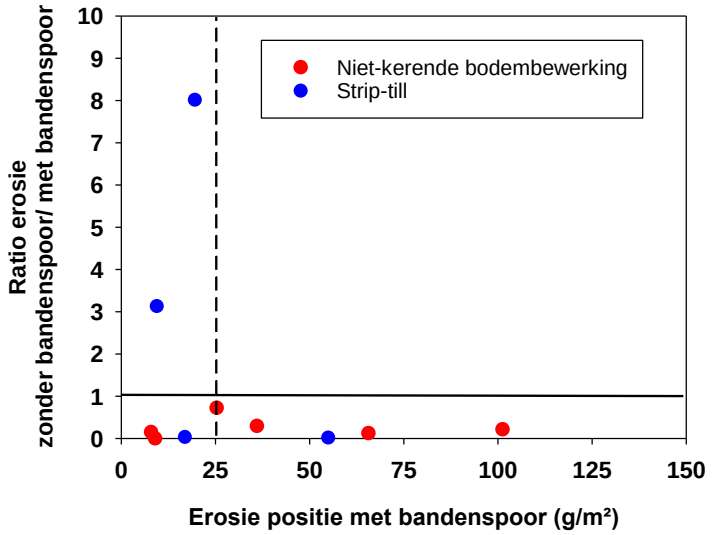



*Figuur 35: Run-off en erosie van een positie met aanwezigheid van bandenspoor en in afwezigheid van een bandenspoor ten opzichte van elkaar in de GOMEROS-proefvelden met maïs (2016-2019). De kleur van de datapunten geeft aan welke bodembewerking voorafgaand werd uitgevoerd. De stippellijn geeft de bissectrice weer.*

Uit Figuur 34 blijkt dat de run-off op een positie zonder bandenspoor, tot een gelijkaardig lagere run-off leidt in ploegen, niet-kerende bodembewerking en strip-till, maar dat de grootteorde van erosie duidelijk hoger ligt bij ploegen ten opzichte van niet-kerende bodembewerking en strip-till. De Figuur geeft duidelijk een negatief effect van het bandenspoor op de run-off aan, voor de sedimentverliezen is dit minder uitgesproken.




*Figuur 36: De ratio van erosie op een positie in afwezigheid van een bandenspoor t.o.v. referentie in aanwezigheid van een bandenspoor voor de GOMEROS proefvelden (2016-2019) met maïs samen. De volle lijn geeft ratio 1 aan, wat betekent dat er evenveel erosie is op beide posities. De stippellijn geeft de theoretische grens aan tussen percelen met beperkte en veel erosieverliezen. De kleur van de datapunten geeft aan welke bodembewerking er werd gebruikt.*




*Figuur 37: Deze figuur is bevat dezelfde data als Figuur 36, maar de datapunten bij ploegen werden weggelaten zodat een beter beeld kan gegeven worden van de situatie bij niet-kerende bodembewerking en strip-till.*

Figuren 36 en 37 geven aan dat in percelen met sedimentverliezen >25 g/m², de erosie in afwezigheid van een bandenspoor sterk gereduceerd kan worden.

De bandensporen aanpakken kan via meerdere strategieën:

- Zaaicombinatie
  Door het zaaien van maïs te combineren met de laatste zaaibedbereiding (meestal rotoregbewerking), worden bandensporen weggewerkt. In praktijk betekent dit dat met machines

van 3m werkbreedte wordt gewerkt. Hierdoor daalt de werksnelheid van zaaien sterk. Dit is daardoor slechts haalbaar op bedrijven waarbij de landbouwer zelf zaait i.p.v. de loonwerker.

- Werkbreedte van de zaaimachine
  Hoe meer rijen een zaaimachine telt, hoe minder bandensporen aanwezig zijn in het zaaibed. Al zijn hier ook grenzen aan.
- Banden, wiellast en bandendruk
  Door het gebruik van lagedrukbanden of een drukwisselsysteem kan aan een lagere bandendruk worden gewerkt. Dit vergroot het contactoppervlak, waardoor minder oppervlakkige compactie en insporing plaatsvindt. Aangepaste banden of een drukwisselsysteem vergen echter een investering. Door het gebruik van een brede band, het verlagen van de bandendruk volgens de richtlijnen van de bandentabel en het kiezen van een lichtere tractor voor het zaaiwerk, kan ook al heel wat beperkt worden op de compactie en insporing. Zaaien in drogere bodems zorgt bovendien voor een draagkrachtiger bodem.
- Sporenwissers
  Sporenwissers zijn tanden die op het frame van de zaaimachine worden gemonteerd om het bandenspoor tijdens het zaaien opnieuw op te breken. Een goede sporenwisser werkt enkele centimeters dieper dan de insporing van de tractorband en iets breder dan het bandenspoor van de tractor. De grond hoeft niet fijn te liggen, maar moet wel voldoende opgebroken zijn zodat regenwater kan infiltreren. Veel dieper werken dan de insporing is niet nodig en verhoogt zelfs de kans op schade aan de zaai/plantmachine. Men kan dus gebruik maken van een of twee vaste of geveerde tanden voorzien van een brede, maar ondiep werkende beitel (type ganzenvoet).. Bij gebruik van verende tanden, dient de veer sterk genoeg te zijn om de verdichting door de tractorband aan te kunnen. Één (of twee) triltand (en) met smalle rechte beitel is gewoonlijk onvoldoende. De tand heeft de neiging om een geul te trekken in het harde bandenspoor en helpt weinig tegen erosie. Dit negatief effect is soms groter in nattere omstandigheden. Dieper instellen kan leiden tot breuk.
  Binnen het GOMEROS-project werden een aantal testen gedaan met sporenwissers in 2 proefvelden met maïs (2018 en 2019). In het proefveld van 2018 werden geen goede resultaten bereikt, omdat de werking van de sporenwisser totaal onvoldoende was. De sporenwisser bestond uit 1 triltand die niet in staat was het bandenspoor weg te werken. In het proefveld maïs 2019 werd er gebruik gemaakt van een sporenwisser die wel afdoende was. Het effect ervan werd in een geploegde behandeling opgemeten via erosiesimulaties en via het opmeten van erosiegeulen (Vanden Nest et al.,2019b). Het opmeten van de erosiegeulen gaf een erosiereductie van 67% aan. Volgens de regenvalsimulaties was er een erosiereductie van 3,5%. Bij de regenvalsimulaties waren reeds grote erosiegeulen gevormd voor de start van de simulaties en was het effect van de sporenwissers dus mogelijk al sterk verdwenen. De aanwezige erosiegeulen waren wel duidelijk breder en dieper op de posities van de bandensporen bij de veldjes zonder sporenwisser, dan bij de veldjes met sporenwisser (Vanden Nest et al., 2019b). Dit geeft aan dat er zeker potentieel zit in het gebruik van sporenwissers en best meer data wordt verzameld hierover.

### 2.5.2 Schoffelen

In aantal groenteteelten wordt schoffelen standaard ingezet als onderdeel van de onkruidbestrijding. Doorheen het project kwam meermaals de vraag van landbouwers of schoffelen kon beschouwd worden als techniek om erosie te voorkomen. De experten die hierover werden bevraagd, konden hier geen eenduidig antwoord op formuleren. In een teelt als witloofwortelen op ruggen, is de tussenruimte tussen

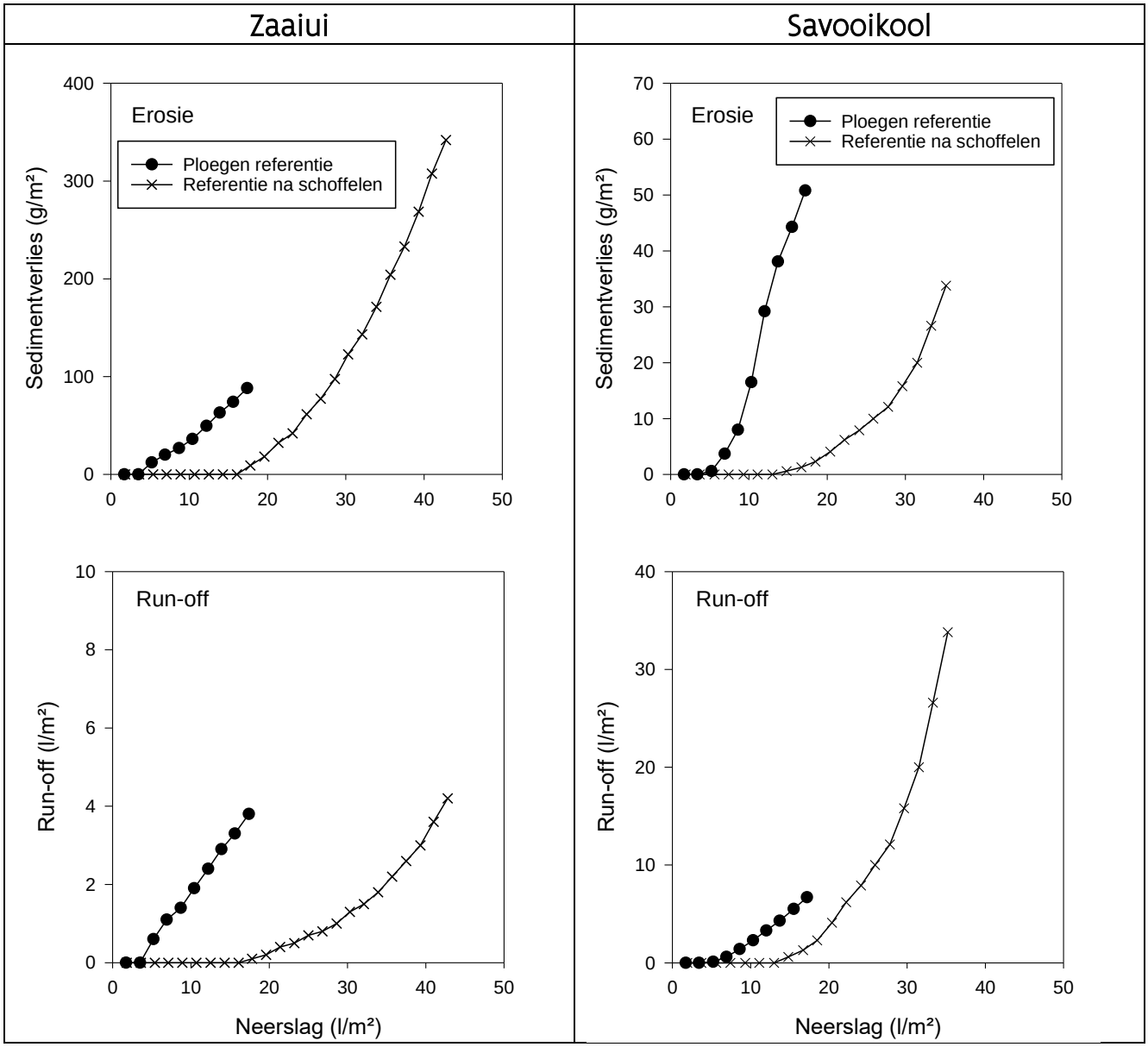
de ruggen sterk verdicht. Aangezien de schoffel slechts ondiep afsnijdt en aan een hoge snelheid wordt ingezet, zal bij een schoffelbeurt veel fijne aarde tussen de ruggen op een verdichte laag worden afgelegd. Het gevolg is dat bij hevige regen, het regenwater maar moeilijk infiltreert en dat de fijne aarde makkelijk wegspoelt. Er zou dus net meer erosie kunnen ontstaan. Schoffelen wordt daarentegen soms ook ingezet om een korst aan het bodemoppervlak te breken. Door hevige regen kan de bodem verslempen waarna een oppervlakkige korst ontstaat bij uitdroging. Hierdoor verloopt de gasuitwisseling moeizamer en kunnen de wortels afsterven. Bij regenbuien, zal run-off sneller optreden als er een korst aanwezig is. Bovendien is er minder infiltratie zodat de bodemvoorraad aan water minder wordt aangevuld. Door het schoffelen kan de korst gebroken worden. Gasuitwisseling wordt bevoordeeld, regenwater kan makkelijker infiltreren en er ontstaat minder snel run-off. Ook het ruwer leggen van het bodemoppervlak helpt de start van run-off uit te stellen. Net zoals bij andere technieken is de werking hiervan ook slechts gegarandeerd tot een niveau, afhankelijk van de omgevingsomstandigheden. Schoffelen werd niet uitgebreid onderzocht in het GOMEROS-project, maar in 2018 werden wel 2 testen uitgevoerd op proefvelden in de Vlaamse Ardennen (savooikool en zaaui). Er zijn te weinig gegevens om een volledige uitspraak te doen, maar we halen de resultaten van beide proeven hier kort aan om een idee van het effect van schoffelen te geven.

In savooikool is schoffelen een courante praktijk, in zaaiui niet. Zaaiui kan immers makkelijk beschadigd beschadigd door lichte afwijkingen van de machine bij schoffelen. De resultaten in zaaiui moeten dus louter academisch worden bekeken. Op beide proefpercelen was door hevige neerslag, het bodemoppervlak verslempt en een korst ontstaan. Hoewel de korst was opgedroogd, was de ondergrond vochtig. Door te schoffelen werd de korst opgebroken. Figuur 38 geeft enkele beelden van het effect van schoffelen.

| | Voor schoffelen | Na schoffelen |
|---|---|---|
| Zaaiui |  |  |
| Savooikool |  |  |

*Figuur 38: Zicht op het bodemoppervlak vlak voor schoffelen en vlak na schoffelen in de geploegde referentiebehandeling van de veldproeven met zaaiui en savooikool (2018).*

Met de regenvalsimulator van de UGent werd op dezelfde dag, vlak voor schoffelen en ongeveer 1 uur na schoffelen een regenvalsimulatie uitgevoerd. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 39. Voor beide proeven en beide behandelingen werd steeds beregend tot een lineair verband werd gevonden tussen run-off en de regenval. In de praktijk betekent dit dat de geschoffelde behandelingen langer werden beregend dan de niet geschoffelde. In beide proeven startte de run-off in de referentie omwille van de korstvorming bij een regenval van <5mm. Dankzij schoffelen werd de start van de run-off uitgesteld tot een regenval van ongeveer 15mm. De sedimentverliezen namen na dit punt exponentieel toe. Tijdens de metingen zelf werd ook vastgesteld dat eenmaal de run-off start in een geschoffelde behandeling, er erg veel sediment wordt meegesleurd door het afstromende regenwater. Dit geeft aan dat schoffelen de start van run-off en erosie duidelijk kan uitstellen, maar dat bij aanhoudende regenval, lagere sedimentverliezen niet gegarandeerd zijn.

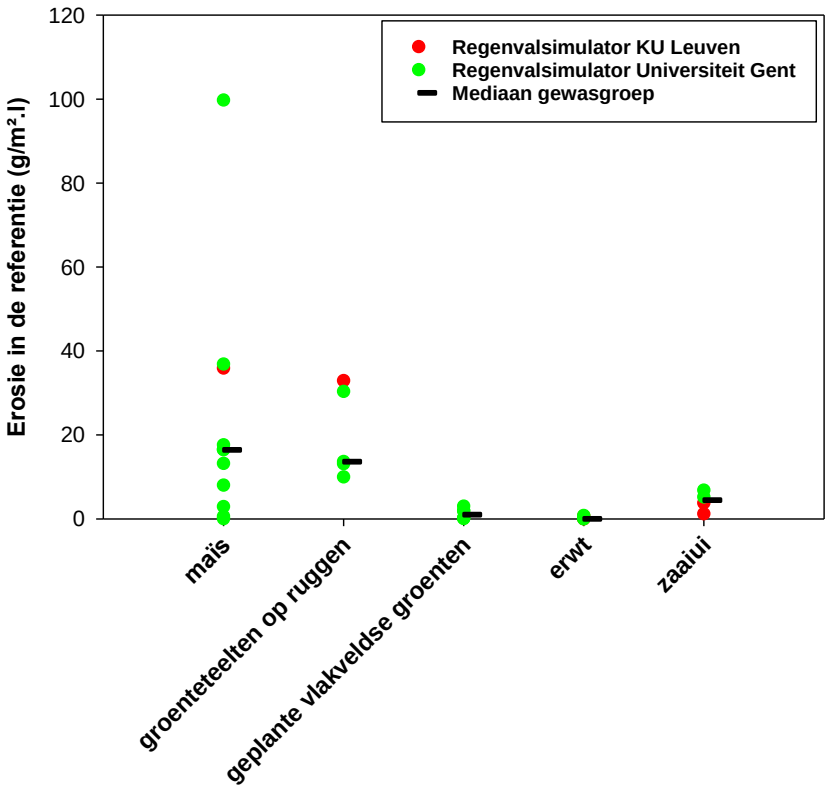



*Figuur 39: Verloop van run-off en sedimentverliezen in de veldproeven met zaaiui en savooikool in 2018 voor en na schoffelen in de geploegde referentie.*

Samengevat kunnen we stellen dat de resultaten aangeven dat een schoffelbeurt in een bodem waar een korst werd gevormd, potentieel heeft om de start van run-off en erosie uit te stellen. De testen die werden uitgevoerd zijn te beperkt om uitspraak te doen over andere situaties. Er is het vermoeden dat bij hevigere neerslag (< 15mm op korte tijd), schoffelen niet meer zinvol is. De metingen waren echter ontoereikend om hier een uitspraak over te doen. We wijzen er ook op dat de simulaties zijn uitgevoerd kort na schoffelen. Het effect zou (licht) anders kunnen zijn indien één of 2 dagen gewacht zou worden met beregenen.

# 3 Erosiegevoeligheid van gewassen

Door de opgemeten erosie in de geploegde referenties over de verschillende proeven heen te vergelijken, krijgen we een indicatie van de erosiegevoeligheid van gewassen, los van de teelttechnieken (Figuur 40). Er werd gewerkt met de sedimentverliezen op het punt dat ook gebruikt werd om de erosiereductie in te schatten van de verschillende teelttechnieken (zie §1.3.4). Omdat er tussen de percelen onderling en tussen de regenvalsimulatoren verschillen zaten in regenvalintensiteit en tijd van beregening, dienden deze cijfers gestandaardiseerd te worden voor de regenval. Dit werd gedaan door te delen door de cumulatieve regenval bij het punt dat gebruikt werd voor de sedimentverliezen. De erosie wordt hier dus berekend als de hoeveelheid sedimentverlies per $m^2$ en per liter neerslag. Uit Figuur 40 blijkt dat de hoogste erosie kan verwacht worden in de gewassen maïs (mediaan = 16,44 $g/m^2.l$) en groenten op ruggen (prei) (mediaan =13,64 $g/m^2.l$). Er werd veel minder erosie vastgesteld in de geplante vlakveldse groenten (kolen en selder) (mediaan = 1,02 $g/m^2.l$) en erwt (mediaan = 0,02 $g/m^2.l$). Zaaiui bevindt zich tussen geplante vlakveldse groenten en groenten op ruggen in (mediaan = 4,47 $g/m^2.l$). Voor zaaiui was meer erosie verwacht, aangezien de bodem bij zaaiui nagenoeg volledig onbedekt is in het voorjaar.




*Figuur 40: Erosie opgemeten met regenvalsimulaties in de geploegde referentie voor alle percelen met maïs, groenteteelten op ruggen (prei), geplante vlakveldse groenten (kolen en selder), erwten en zaaiui. De erosie wordt hier berekend als de hoeveelheid sedimentverlies per $m^2$ en per liter neerslag. De grafiek toont ook de mediaan van alle datapunten van beide simulatoren per gewasgroep.*

Het is duidelijk dat het rijenpatroon, gecombineerd met de plantenarchitectuur van de maïsplant en een relatief weinig bedekte bodem ervoor zorgen dat maïs een erg erosiegevoelige teelt is. De erosiegevoeligheid blijkt vergelijkbaar met ruggenteelten. Bij de groenten op ruggen zorgt de intensieve berijding en

bodembewerking voor een tragere infiltratie van regenwater en het microreliëf van de ruggen voor een concentratie van water in een preferentiële *pathway*. Gecombineerd zorgt dit voor veel erosie. Bij zaaiui is een fijn zaaibed nodig voor het welslagen van de opkomst van het gewas. Verder kent zaaiui ook een zeer trage opkomst en jeugdgroei (een maand na zaai is er nauwelijks aanwezigheid van een gewas te merken). Dit maakt dat regenbuien het fijne zaaibed snel doen verslempen en na uitdrogen kan korstvorming plaatsvinden die het infiltreren van latere regenbuien bemoeilijkt en sneller run-off doet ontstaan. De teelt van erwt blijkt weinig erosiegevoelig te zijn, zelfs vrij kort na de zaai wanneer de bodembedekking door de erwt nog minimaal is (zoals tijdens de simulaties). De manier van zaaien en de gewaseigenschappen spelen hier vermoedelijk een grote rol. Erwten worden gezaaid met een hoge zaaidichtheid, (ca 1000.000 zaden/ha), in rijen kort naast elkaar (ca. 15 cm). Bij het zaaien wordt tevens gewerkt met een zaaicombinatie (rotoreg + zaaimachine), zodat geen erosiegevoelige wielsporen in het zaaibed achterblijven (zoals bv. bij maïs). De opkomst en jeugdgroei is snel en zelfs bij een zeer beperkte bedekking van de bodem door de kiemplantjes (enkele dagen na opkomst), zijn er reeds goed ontwikkelde worteltjes aanwezig die het zaaibed stabiliseren. Ook onze metingen in kolen en selder gaven minder erosie aan dan bij maïs, nochtans was het bodemoppervlak in de geploegde bodem quasi onbedekt en zorgden de aandruklijnen van de plantmachine in de referentiebehandeling voor een duidelijke preferentiële *pathway* voor run-off en erosie. We hebben geen onmiddellijke verklaring voor de beperkte erosie bij kolen en selder.

# 4 De techniek van niet-kerende bodembewerking over alle gewasgroepen heen

Niet-kerende bodembewerking wordt in de literatuur dikwijls naar voor geschoven als een goede techniek om erosie te reduceren. Het is ook de meest onderzochte erosiereducerende techniek (Cecelja et al., 2019). De literatuurstudie door het departement Omgeving (LNE, 2015) schuift een reductiepercentage voor erosie naar voor van 85% voor 'niet-kerende bodembewerking met voldoende bodembedekking' en verwijst naar metingen op perceelsniveau uitgevoerd in Vlaanderen door Gillijns et al. (2005) en Leys et al. (2007). De studie van Leys et al. (2007) was echter niet op perceelsniveau, maar een overkoepelende analyse van 184 regenvalsimulaties op kleine plots (ca 0.73m²) met de regenvalsimulator van KU Leuven, die wij ook in GOMEROS-project op bepaalde proefvelden hebben gebruikt. De gemiddelde erosiereductie was 38% en was gebaseerd op resultaten voor maïs en suikerbieten. Gillijns et al. (2005) gebruikten dezelfde regenvalsimulator van KU Leuven en kwam een gemiddelde erosiereductie uit van 56% (n=32), gebaseerd op de gewassen maïs, suikerbieten, wintertarwe en aardappelen. We merken hierbij op dat de datasets van Leys et al. (2007) en Gillijns et al. (2005) zich gedeeltelijk overlappen. In Gillijns et al. (2005) worden ook resultaten van geulerosie weergegeven (erosiekartering op perceelsniveau door opmeten van erosiegeulen). Op basis van deze resultaten is de erosiereductie 88% (n=15). De hogere erosiereductie bij de erosiekartering op perceelsniveau wijst op een schaaleffect. Leys et al. (2010) toonden dit schaaleffect ook aan op basis van een literatuurstudie, waarbij de gemiddelde erosiereductie 48% was voor plots met een hellingslengte < 2m, 67% voor een hellingslengte van 2-30m en 86% voor een hellingslengte van > 30m. Gebaseerd op deze studies blijkt een reductiecijfer van 85% inderdaad een goed inschatting voor het perceelsniveau. We dienen er echter op te wijzen dat deze metingen gebaseerd zijn op een beperkt aantal akkerbouwgewassen, terwijl de resultaten van het GOMEROS-project aantonen dat het potentieel van niet-kerende bodembewerking voor erosiereductie gewasafhankelijk is. Het gewasafhankelijk effect heeft te maken met verschillende factoren zoals de bodembedekking door het gewas, plantarchitectuur, en methode van zaaibedbereiding en van zaai. Deze factoren bepalen hoeveel gewasresten in het zaaibed zullen overblijven, hoe ruw het bodemoppervlak zal zijn en of er preferentiële *pathways* aanwezig zijn (zoals bandensporen, maïsplant lijnen en lijnen door aandrukwielen).

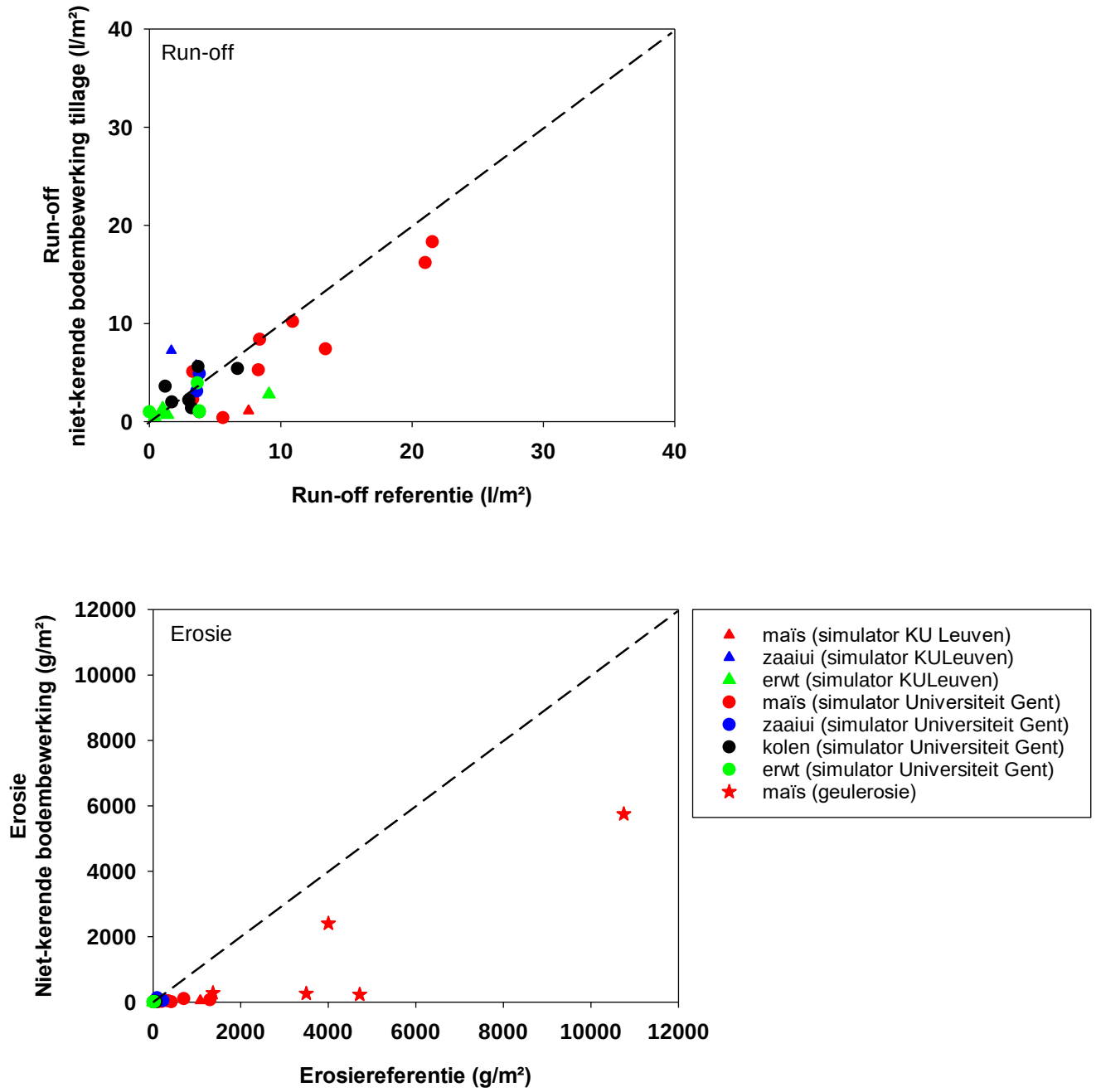
Om meer inzicht te verwerven in de invloed van het gewastype op erosiereductie door niet-kerende bodembewerking, brengen we in Tabel 15 en Figuur 41 alle data van run-off en erosie samen voor alle gewassen en percelen waar niet-kerende bodembewerking werd vergeleken met ploegen. Alle data van beide regenvalsimulatoren en het opmeten van geulerosie werden opgenomen. Hieruit blijkt dat erosie in de referentie bij het opmeten van geulen (enkel in maïs) veel groter is dan erosie opgemeten tijdens regenvalsimulaties. Gemiddelde erosiereductie door niet-kerende bodembewerking bij maïs op basis van geulerosie bedraagt 69% (mediaan 80%) en is lager dan de erosiereductie gemeten op basis van de regenvalsimulaties bij maïs (gemiddeld 85%; mediaan 91%). Het schaaleffect, zoals beschreven door Gillijns et al. (2005) en Leys et al. (2010) kan dus niet worden aangetoond.

Niet-kerende bodembewerking leidt meestal wel tot een lagere run-off, maar de reductie is toch een stuk beperkter dan de reductie in sedimentverlies (Tabel 15 en Figuur 41 bovenaan). Tabel 15 is een samenvatting van de resultaten van niet-kerende bodembewerking in maïs, kolen, erwten en zaaiui. De data werd overgenomen uit de tabellen in §2.1.1, §2.3.2, §2.4.1 en §2.4.2. Bij run-off zijn geen data van geulerosie opgenomen! Bij het opmeten van erosiegeulen kan men immers geen data verzamelen van de run-off. Om verschillen in erosiereductie beter zichtbaar te maken, werd Figuur 42 toegevoegd. Deze Figuur bevat dezelfde data als Figuur 41 onderaan, maar zonder geulerosie. Hieruit blijkt dat vooral in maïs veel erosie voorkomt en opnieuw ook grote reducties kunnen verwacht worden door niet-kerende bodembewerking

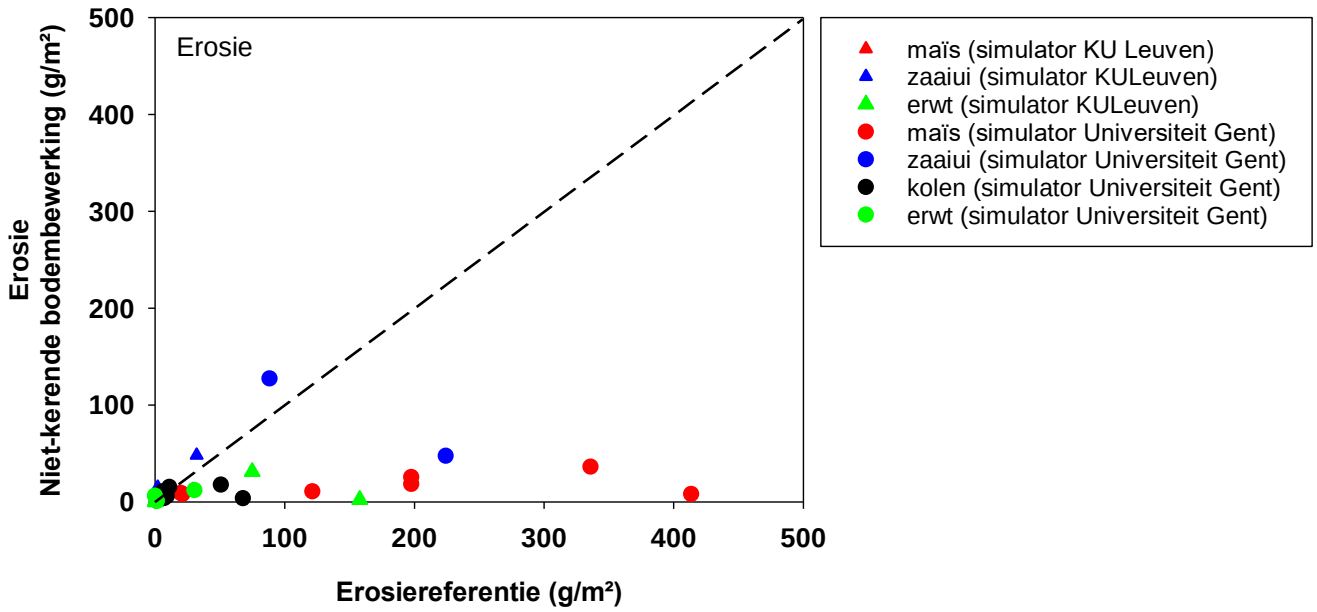
toe te passen. Bij zaaiui komen ook punten voor waar niet-kerende bodembewerking juist voor meer erosie zorgt. De datapunten van erosie liggen voor kolen en erwten korter bij de oorsprong dan voor maïs. Wat aangeeft dat in deze gewassen minder erosie voorkomt. De mediaan van erosiereductie van niet-kerende bodembewerking in kolen en erwten is respectievelijk 10 en 30% lager dan bij maïs (Tabel 15).

*Tabel 15: Overzicht van de gemiddelde en mediaan van run-off- en erosiereductie van niet-kerende bodembewerking in de teelten maïs, kolen, erwten en zaaiui ten opzichte van de referentie.(*= enkel resultaten van regenvalsimulaties).*

| | Maïs | | Kolen* | Erwt* | Zaaiui* |
|---|---|---|---|---|---|
| | Regenval-simulaties | Geulerosie | | | |
| Gemiddelde run-offreductie (%) | 37 | - | -13 | 11 | -72 |
| Mediaan run-offreductie (%) | 32 | - | 19 | 2 | -29 |
| Gemiddelde erosiereductie (%) | 85 | 69 | 23 | 41 | -124 |
| Mediaan erosiereductie (%) | 91 | 80 | 37 | 40 | -44 |
| Gemiddelde erosiereductie (%) Bij sedimentverliezen >25 g/m$^2$ van de referentie | 92 | 69 | 81 | 73 | -5 |
| Mediaan erosiereductie (%) Bij sedimentverliezen >25 g/m$^2$ van de referentie | 91 | 80 | 81 | 61 | 7 |

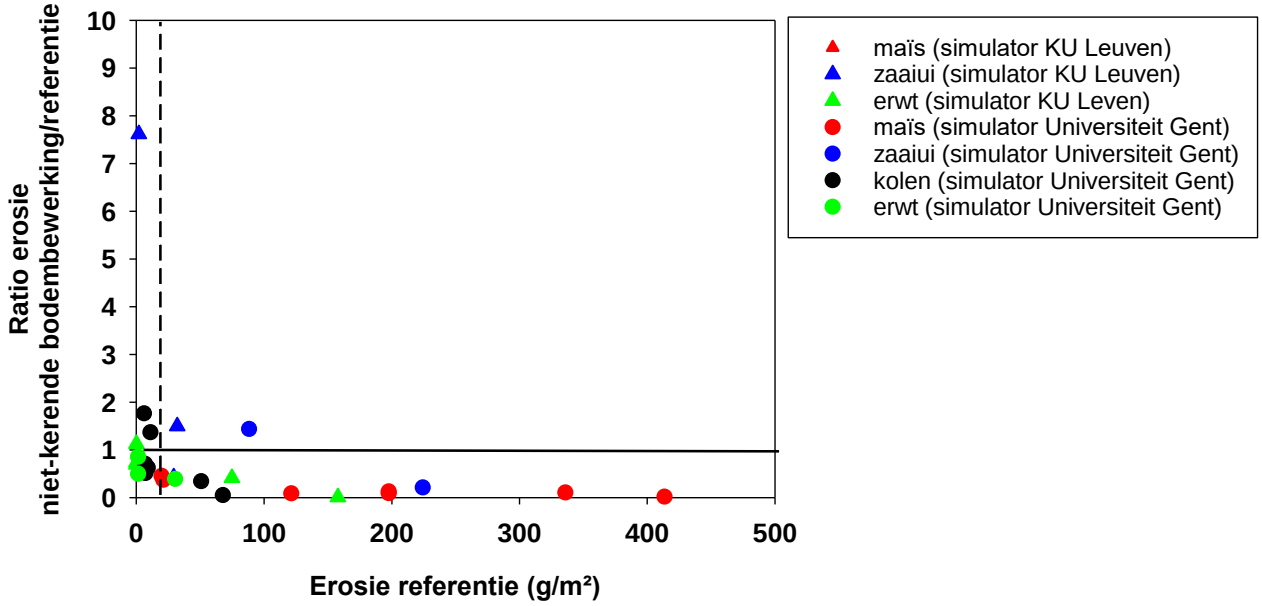



*Figuur 41: Run-off en erosie van niet-kerende bodembewerking in alle GOMEROS-proefvelden voor alle gewassen samen (2016-2019). De symbolen van de datapunten geven aan welke regenvalsimulator werd gebruikt of dat erosiegeulen werden opgemeten. De kleur van de datapunten verwijst naar het gewas. De stippellijn geeft de bissectrice weer.*




*Figuur 42: Erosie van niet-kerende bodembewerking in alle GOMEROS-proefvelden voor alle gewassen samen (2016-2019). De symbolen van de datapunten geven aan welke regenvalsimulator werd gebruikt. De kleur van de datapunten verwijst naar het gewas. De stippellijn geeft de bissectrice weer.*

In Figuur 43 wordt de erosiereductie weergegeven in functie van de erosie in de referentie. Voor de percelen waar veel erosie voor kwam (>25 g/m² in de referentie), blijkt opnieuw duidelijk (i) dat de sterkste reductie kan behaald worden met niet-kerende bodembewerking in maïs, (ii) het effect bij zaaiui ook negatief kan zijn, en (iii) dat er wel grote reducties te behalen zijn in kolen en erwten (mediaan 81 en 61%), maar toch minder doorgedreven dan bij maïs (mediaan 91%)(Tabel 15).




*Figuur 43: De ratio van erosie in de behandelingen met niet-kerende bodembewerking t.o.v. referentie ploegen in functie van de erosie in de geploegde referentie voor alle GOMEROS proefvelden (2016-2019) waar met regenvalsimulatoren werd gewerkt. De volle lijn geeft ratio 1 aan, wat betekent dat er evenveel erosie is bij niet-*

*kerende bodembewerking als bij de geploegde referentie. De stippellijn geeft de theoretische grens aan tussen percelen met beperkte en veel erosieverliezen. De vorm van de datapunten geeft aan welke regenvalsimulator werd gebruikt. De kleur van de datapunten verwijst naar het gewas.*

Samengevat kunnen we stellen dat niet-kerende bodembewerking een erg efficiënte erosiereducerende maatregel is in maïs en in iets beperktere mate in kolen en erwten. Doordat de erosie in erwten sowieso veel lager is, is het wel zo dat de reductie in absoluut sedimentverlies erg laag is in vergelijking met maïs. In zaaiui blijkt niet-kerende bodembewerking geen meerwaarde te hebben als erosiereducerende maatregel. Er werd in het GOMEROS-project niet gefocust op niet-kerende bodembewerking in ruggenteelten.

# 5 Samenvatting en aanbevelingen voor het beleid

Toen het GOMEROS-project in 2015 startte, werden net de randvoorwaarden erosie aangepast en werden heel wat maatregelen opgelegd op de meest erosiegevoelige percelen (rood en paars). Landbouwers moeten een combinatie maken van maatregelen om de bodem te beschermen tijdens najaar en winter (basispakket), tijdens de teelt (teelttechnieken en bufferstroken) en er kan eventueel ook gekozen worden voor structurele erosiemaatregelen zoals bv. een erosiepoel. Het GOMEROS-project focuste volledig op de teelttechnieken. Er was veel aandacht voor niet-kerende bodembewerking in vlakveldse groenten, strip-till in maïs en drempeltjes en tandbewerkingen tussen ruggen van ruggenteelten van groenten. Deze technieken zijn opgenomen in de randvoorwaarden, maar hier waren nog maar weinig erosiedata van en er was in de sector nog niet zoveel ervaring mee. Gaandeweg werden ook andere technieken getest omdat ze potentieel hadden, zoals volleveldszaai van maïs, drempeltjes in maïs, aangepaste plantmachines voor kolen en selder, compost als mulch in zaaiui enz. Naast het meten van het potentieel voor erosiereductie van de geteste technieken, probeerden we ook de teelttechniek op punt te stellen zodat opbrengstdervingen vermeden worden en gingen we de haalbaarheid voor de landbouwer na. Omdat de participatie van de landbouwsector groot was, is dit project enigszins atypisch voor veel van de eerder uitgevoerde erosieprojecten in Vlaanderen. In eerdere projecten werd gewerkt met een (beperkt) aantal veldproeven die voor de duur van het project werden aangehouden en waarin vooraf bepaalde teelttechnieken werden uitgetest (meestal een bepaalde vorm van niet-kerende bodembewerking). In het GOMEROS-project werden de proeven elk jaar ergens anders aangelegd. We volgden een participatieve innovatiecyclus waarbij technieken elk jaar werden geëvalueerd qua erosie, opbrengst en haalbaarheid en er elk jaar verbeteringen werden aangebracht. Soms werden nieuwe technieken uitgeprobeerd als een bepaalde strategie niet bleek te werken. Wat erosie betreft werd initieel de regenvalsimulator van KU Leuven gebruikt. Niet alle technieken konden hiermee geëvalueerd worden (vb. drempeltjes in vlakveldse teelten) omdat de plotgrootte beperkt is (ca. 0,8m$^2$). Daardoor werd gaandeweg overgeschakeld op de simulator van UGent (ca 10m$^2$). In dit rapport werden de resultaten overkoepelend geanalyseerd. In de figuren is het echter steeds zichtbaar met welke simulator er gemeten is.

In Tabel 16 wordt een overzicht gegeven van erosie- en runoffreductie van de meest onderzochte teelttechnieken per gewasgroep. We kozen in deze tabel bewust voor de mediaan van de data en niet voor de gemiddelden. Het gemiddelde wordt immers zeer sterk beïnvloed door uitschieters. Deze komen vaak voor als runoff of erosie in de referentie laag is.

*Tabel 16: Samenvatting van de mediaan van erosiereductie en run-offreductie van de meest uitgewerkte erosiereducerende maatregelen van het GOMEROS-project per gewasgroep. Cijfers voor het schuine streepje ('/') tonen de erosiereductie voor alle datapunten samen; na het schuine streepje is de erosiereductie enkel gebaseerd op data waarvan de erosie in de referentie hoger is dan 25 g/m². Het aantal datapunten waarop de mediaan is gebaseerd, is vermeld tussen haakjes. Voor een aantal teelten was de opdeling in veel en weinig erosie niet mogelijk en werd enkel de mediaan van alle punten samen vermeld.*

| | Erosiereductie (%) | | | Run-off reductie (%) |
|---|---|---|---|---|
| | Regenval-simulaties | Geul-erosie | Sediment-bakken | |
| **Mais** | | | | |
| NKB | 91 (n=11)/ 91 (n=8) | 80 (n=5) | - | 32 (n=11) |
| Strip-till | 94 (n=10)/ 90 (n=10) | 97 (n=1) | - | 62 (n=10) |
| Volleveldszaai | 51 (n=4)/ 38 (n=2) | 25 (n=2) | - | 59 (n=4) |
| Drempeltjes | 77 (n=4)/ 76 (n=1) | - | - | 78 (n=4) |
| **Groenteteelten op ruggen** | | | | |
| Triltandbewerking | 84 (n=3) | - | 100 (n=2) | 82 (n=3) |
| Diepe vastettandbewerking | 78 (n=4) | - | 100 (n=8) | 83 (n=4) |
| Drempeltjes | 77 (n=9) | - | 100 (n=11) | 80 (n=9) |
| **Geplante vlakveldse groenten** | | | | |
| Drempeltjes | -33 (n=1) | - | - | -39 (n=1) |
| Ruwere aandruklijn | 13 (n=7) | - | - | -4 (n=7) |
| Drempeltjes + ruwere aandruklijn | 77 (n=4) | - | - | 29 (n=4) |
| Niet-kerende bodembewerking | 37 (n=7)/ 81 (n=2) | - | - | 19 (n=7) |
| **Gezaaide vlakveldse groenten** | | | | |
| Niet-kerende bodembewerking | | | | |
| erwten | 40 (n=8)/ 61 (n=3) | - | - | 2 (n=8) |
| zaaiui | -44 (n=5)/ 7 (n=4) | - | - | -29 (n=5) |

Op basis van Tabel 16 geven we hieronder enkele aanbevelingen en richtlijnen die kunnen meegenomen worden bij het erosiebeleid en bij sensibilisatie van landbouwers.

## 5.1 Maïs

De erosiereducties die konden behaald worden met niet-kerende bodembewerking lagen in lijn met de 85% die werd besloten in de studie van het departement Omgeving (LNE, 2015). Eenmalige niet-kerende bodembewerking voor maïs blijkt ook haalbaar op de meeste Vlaamse bedrijven, zonder opbrengstderving op voorwaarde dat er aandacht is voor voorafgaande bodembewerkingen (diep niet-kerend in het najaar bijvoorbeeld) en dat er gekozen wordt voor een vorstgevoelige groenbedekker. Met grasachtige groenbedekkers voorafgaand aan de maïsteelt stijgt het risico op opbrengstderving.

De erosiereductie bij strip-till blijkt uit onze proeven iets hoger te zijn dan bij klassieke niet-kerende bodembewerking, maar er is geen reden om aan te nemen dat strip-till een veel betere techniek is ter preventie van erosie dan klassieke niet-kerende bodembewerking. Op basis van het GOMEROS-project besluiten we dan ook dat strip-till als een type van niet-kerende bodembewerking kan beschouwd worden en dat klassieke niet-kerende bodembewerking en strip-till voor erosiereductie gelijkwaardig zijn. Strip-till is op de meeste Vlaamse landbouwbedrijven niet zo eenvoudig om toe te passen. Meer over haalbaarheid

is uitgelegd in §2.1.2.3. Dit heeft onder andere te maken met de combinatie met drijfmestinjectie en belangrijke punten voor het beperken van het opbrengstrisico qua rotatie, voorafgaande bodembewerking en groenbedekkerkeuze.

Volleveldszaai en drempeltjes in maïs, wanneer de hoofdbodembewerking ploegen blijft, blijken beide goede technieken om erosie te beperken. De drempeltjes doen het wel beter dan volleveldszaai, maar we moeten opmerken dat de drempeltjes ook slechts optimaal werken op een homogene helling. Ondanks hun goede werking, zijn ze een stuk minder efficiënt in erosiereductie dan niet-kerende bodembewerking. Het zijn dus eerder technieken die thuishoren op de minder erosiegevoelige percelen. Bij goede uitvoering van beide technieken is er geen verschil in opbrengst te verwachten met de klassieke manier van zaaien. Bij volleveldszaai is wel een aangepaste pneumatische machine nodig die naar de juiste diepte kan zaaien, voldoende kan aandrukken en de juiste dosis zaait. Op veel bedrijven is zo een machine niet beschikbaar. Drempelmachines zijn niet standaard te vinden op de machinemarkt, zodat een machine op maat gemaakt moet worden.

Doorheen het project werd duidelijk hoe belangrijk erosie in de bandensporen is. Er is niet alleen meer nood aan onderzoek naar interessante technieken om de erosie in bandensporen te beperken, er is ook nood aan sensibilisatie van landbouwers om meer geschikte banden en bandendruk te gebruiken en eveneens de kleine investering in goede sporenwissers te maken.

## 5.2 Groenteteelten op ruggen

Bij de groenteteelten op ruggen lag de focus op drempeltjes en een tandbewerking tussen de ruggen. Beide technieken blijken goed te werken als erosiereducerende maatregel. Op basis van Tabel 16 kan besloten worden dat ze evenwaardig zijn. Toch is hier enige nuance op zijn plaats. Goed aangelegde en hoge drempels kunnen een heel stuk langer een intensieve bui weerstaan dan de tandbewerkingen, maar éénmaal dat de drempeltjes instorten, kan op korte tijd veel sediment wegspoelen. De tandbewerking tussen de ruggen steunt er op dat het bodemoppervlak ruw ligt, wat afstromend water afremt en dat oppervlakkig verdichte lage gebroken worden, zodat het water beter infiltreert. Ook drempelmachines worden best van een tand voorzien om voldoende losse grond te creëren om een drempeltje vormen. Keuze van de juiste tand, de juiste werkdiepte, goed centreren van de machine, juiste werksnelheid zijn belangrijk. Het kan nuttig zijn om landbouwers hier mee leren om te gaan en te adviseren opdat het resultaat beter geslaagd is en ruggen minder beschadigd worden. Er dient ook gesensibiliseerd worden dat extra verdichting leidt tot meer erosie. Bij sommige landbouwers leeft het omgekeerde idee, maar uit onze proeven blijkt dat meer verdichting tussen de ruggen zowel leidt tot meer run-off als tot meer erosie.

Zowel voor de tandbewerkingen als voor de drempeltjes bestaan geen standaardmachines voor de groenteteelten. De drempelmachines voor aardappel zijn immers aangepast aan de vorm en grootte van aardappelruggen, welke toch verschillen van groenteruggen. Bovendien zijn de meeste drempelmachines opgebouwd op de aardappelplanter, wat ze onbruikbaar maakt voor groenten op ruggen. De landbouwer zal dus steeds zelf een machine moeten laten maken op maat of bestaande machines aanpassen. Voor een tandbewerking kan men bijvoorbeeld vertrekken van een schoffelbalk en hierop de tanden monteren.

## 5.3 Geplante vlakveldse groenten

De regenvalsimulaties wezen snel uit dat veel run-off en erosie plaatsvindt in de aandruklijnen links en rechts van de kolen/selderplantjes. Via aanpassingen van de planter waren we in staat om aandruklijnen (gedeeltelijk) weg te werken en te verruwen en drempeltjes aan te leggen tussen de plantlijnen om de buffercapaciteit te verhogen. In de praktijk was het effect van deze maatregelen klein. Slechts bij een combinatie van de drempeltjes en het wegwerken van de aandruklijnen kregen we positieve resultaten. In selder is dit een optie, maar in kolen waar meestal geschoffeld wordt zijn drempeltjes hinderlijk. De meerwaarde van aangepaste plantmachines is dus beperkt.

Niet-kerend werken werd enkel in kolen getest. Dit was goed haalbaar en kon door de landbouwers ook goed worden uitgevoerd. De erosiereductiecijfers zijn wat lager dan bij maïs. We moeten hierbij opmerken dat de erosie in de meeste referentiebehandelingen relatief laag was (<25g/m$^2$). Er waren slechts 2 datapunten met meer erosie in de referentie. De gemiddelde erosiereductie van deze twee punten was iets lager dan bij maïs.

## 5.4 Gezaaide vlakveldse groenten

Niet-kerende bodembewerking leidt in erwten tot een reductie in erosie, maar deze is beperkter dan bij maïs. Dit komt omdat de erosie in de geploegde referenties meestal al heel laag is. Hierdoor is de meerwaarde van een niet-kerende bodembewerking voor erosie lager dan bij maïs. Niet-kerend werken voor erwten is voor veel Vlaamse landbouwbedrijven goed haalbaar. Enige ervaring is echter vereist om een goed zaaibed te verkrijgen, maar dat geldt evenzeer voor ploegen. De landbouwer dient daarom goed geadviseerd te worden om de juiste bodembewerking op het juiste tijdstip uit te voeren. Onze resultaten toonden aan dat het minder intensief bewerken van het zaaibed voor een zekere erosiereductie kan zorgen, zonder dat dit noodzakelijk leidt tot een opbrengstderving. Verdere sensibilisatie en voorlichting is hier gewenst.

Niet-kerende bodembewerking gaf in zaaiui geen positief resultaat naar erosiereductie toe en leidde in de meeste jaren tot een opbrengstderving. Het minder fijn leggen van het zaaibed was geen optie, omdat het ook tot minderopbrengsten leidt. Niet-kerende bodembewerking heeft geen meerwaarde in de teelt van zaaiui. De testen met een dekvrucht en compost bieden wel opties, maar zijn op heden te beperkt uitgetest en er moeten nog een aantal praktische knelpunten worden weggewerkt om er als landbouwer mee aan de slag te kunnen.

## 5.5 Algemene opmerkingen

De resultaten van niet-kerende bodembewerking in diverse gewassen (maïs, ui, erwt, kolen) wijzen uit dat resultaten van erosiereductie afkomstig van een bepaalde teelt niet zomaar mogen geëxtrapoleerd worden naar andere teelten. Het resultaat hangt immers niet alleen af van de hoofdbewerking, maar ook van andere factoren zoals plantarchitectuur, bedekkingsgraad door het gewas, zaaibedbereiding en wijze van zaaien.

Cijfers van erosiereductie zijn heel variabel wanneer de erosie in de referentiebehandeling relatief laag is. Net zoals bij Vandeputte et al. (2011) hanteerden wij in dit rapport een drempelwaarde van 25g/m$^2$. Als erosie in de referentie hoger is dan deze waarde, zijn cijfers voor erosiereductie meestal minder variabel.

Het kan aangewezen zijn om bij het trekken van conclusies enkel rekening te houden met resultaten waarvan erosie in de referentie hoger is dan deze drempelwaarde.

# 6 Aanbevelingen voor verder onderzoek

Doorheen het GOMEROS-project kwamen enkele nieuwe vragen en denkpistes naar boven die verder onderzoek verdienen, maar die niet konden behandeld worden binnen de tijdspanne van het project. Er waren verder ook een aantal technieken die wel werden uitgeprobeerd, maar verder op punt dienen gesteld te worden en/of waarover meer data moet verzameld worden om een sluitende uitspraak over erosiereductie te kunnen maken. We vatten deze samen in deze paragraaf.

## 6.1 Langdurige niet-kerende bodembewerking in zaaiui

In totaal 4 veldproeven, verspreid over 4 jaar werden aangelegd met éénmalige niet-kerende bodembewerking in zaaiui. Hieruit bleek dat dezelfde gewasopbrengsten in principe haalbaar zijn als met ploegen, maar de intensiteit van de zaaibedbereiding is zo sterk dat het effect van erosiereductie volledig verdwijnt. Gewasresten van de voorgaande groenbedekker zijn volledig verpulverd en weggewerkt en alle bodemkluitjes zijn zeer sterk verkleind. In alle proefvelden was even sterke korstvorming bij niet-kerende bodembewerking als bij ploegen, bij deze intensieve zaaibedbereiding. Een minder intense zaaibedbereiding leidde steevast tot opbrengstdervingen. Mogelijkerwijze kan het langdurig aanhouden van niet-kerende bodembewerking er toch voor zorgen dat er een erosiereductie is in zaaiui ten opzichte van geploegde percelen omdat organische stof jaar na jaar wordt geconcentreerd in de toplaag van de bodem, wat de aggregaatstabiliteit doet toenemen en mogelijk ook tot meer bodemporiën en bodemleven leidt (o.a. D'Hose et al., 2016).

Onderzoeksvraag: Wat is de erosiereductie bij langdurig niet-kerende bodembewerking in vergelijking met geploegde bodems in de teelt van zaaiui?

## 6.2 Volleveldszaai in (kuil)maïs

De regenvalsimulaties geven aan dat volleveldszaai van maïs een minder efficiënte erosiereducerende maatregel is dan niet-kerende bodembewerking, maar toch zeer waardevol is voor landbouwers die aan de slag blijven met ploegen. Er zijn aangepaste pneumatische machine beschikbaar die de maïszaden homogeen kunnen verdelen en naar de juiste diepte kunnen brengen en tevens goed kunnen aandrukken om de kieming en opkomst in ideale omstandigheden te kunnen laten doorgaan. De dosering blijkt echter toch een moeilijke zaak. Er moeten slechts een 100 000 tal grote zaden per hectare verdeeld worden. Gezien de gebruikte machines het zaad verdelen op basis van het gewicht, blijft de dosering ondanks meerdere afdraaiproeven (en een afdraaiproef per ras) slechts grof de gewenste dosering te benaderen. Mogelijk moeten machines nog aangepast worden of meer op punt gesteld worden om dit probleem te verhelpen.

Net zoals in andere teelten, start run-off en erosie in aandruklijnen omdat water hier door de plaatselijke verdichting minder snel infiltreert. Door de sterke spreiding bij volleveldszaai, wordt regenwater dan wel veel minder geconcentreerd, er zijn bij volleveldszaai veel meer aandruklijnen dan bij klassieke zaai. Bij een rijafstand van 15cm zijn er 20 aandruklijnen per 3 meter werkbreedte, bij klassieke zaai zijn er slechts 4 aandruklijnen op 3 meter werkbreedte. Het probleem stelt zich dat vele kleine aandruklijnen samen ook tot veel sedimentverlies kunnen leiden. Het aandrukken achterwege laten is echter te risicovol. Bij droge omstandigheden en slecht contact tussen bodem en zaden, zal de opkomst benadeeld worden.

Onderzoeksvragen: Hoe kunnen machines aangepast worden om tot een betere dosering te komen bij volleveldszaai van maïs? En hoe kan de aandrukking van de zaden gebeuren zonder dat de vele aandruklijntjes opnieuw een preferentiële weg voor run-off en erosie vormen? Wat is de invloed van de afstand tussen de rijen op de erosiereductie? Het rijenpatroon moet doorbroken worden om erosie te reduceren, maar zorgt een afstand tussen de rijen van 15 cm voor een sterkere erosiereductie dan een afstand tussen de rijen van 30 cm?

## 6.3 Niet-kerende bodembewerking in kolen, selder en erwten

De regenvalsimulaties wezen uit dat het effect van niet-kerende bodembewerking kleiner is bij een aantal vlakveldse groenten dan bij maïs. Er werden doorheen het project een aantal verklaringen gesuggereerd, maar het aantal metingen is beperkt. Bovendien werden er bij de aanleg van de proeven soms heel andere machines gebruikt. Daar waar er voor akkerbouwteelten zoals maïs kan teruggevallen worden op veel wetenschappelijke literatuur van erosieproeven, is dit voor deze groenteteelten niet het geval. Er is nood aan meer veldproeven en metingen met klassieke vergelijking niet-kerende bodembewerking versus ploegen op praktijkschaal om de efficiëntie in erosiereductie te kunnen vergelijken met akkerbouwteelten en te kunnen verklaren.

Onderzoeksvragen: Is niet-kerende bodembewerking een minder effectieve erosiereducerende maatregel in vlakveldse groenten zoals kolen, selder en erwten? Wat is de verklaring hiervoor? Hoe is sterk is de erosiereductie van niet-kerende bodembewerking in andere vlakveldse groenten die hier niet werden onderzocht?

## 6.4 Bandensporen in het zaai- of plantbed

In de meeste wetenschappelijke literatuur over erosie in landbouwpercelen, wordt vooral gekeken naar de invloed van de bodembewerking op erosie en zal men daarbij expliciet op plaatsen gaan meten waar geen bandensporen aanwezig zijn. De invloed van een bandenspoor is immers groot. Door de lichte insporing en verdichting, infiltreert water veel moeilijker bij intense regen en stroomt water snel af in de bandensporen. Bij teelten als maïs waarbij meestal in een afzonderlijke werkgang wordt gezaaid, blijven de bandensporen een volledig seizoen aanwezig en blijven ze dus een preferentiële weg voor afstromend regenwater en sediment. Door de werkbreedte te verbreden, zijn minder bandensporen aanwezig, maar dit kan ook niet oneindig. Door met aangepaste banden en bandendruk te werken kan het contactoppervlak worden verhoogd en het gewicht van de tractor meer worden verdeeld. Hierdoor zal er minder insporing en verdichting zijn. Het GOMEROS-project gaf ook duidelijk aan dat een goede sporenwisser helpt om erosie te reduceren,al is het nooit in die mate dat het effect van het bandenspoor verdwijnt. De vraag blijft echter wat het verband is tussen bandendruk, bandentype en sporenwisser enerzijds en erosie in het bandenspoor anderzijds. Er is in toekomstig erosieonderzoek meer aandacht nodig voor de bandensporen.

Onderzoeksvraag: hoe kunnen bandentypes, bandendruk en sporenwisser geoptimaliseerd worden om de erosie in bandensporen maximaal te reduceren?

## 6.5 Schoffelen

Schoffelen wordt in een aantal groenteteelten standaard gebruikt als onkruidbeheersing. In sommige omstandigheden wordt de schoffelmachine ook gebruikt wanneer door hevige neerslag een korst wordt gevormd aan het bodemoppervlak. Het schoffelen zorgt dan voor het breken van de korst, zodat de bodem eventueel kan opdrogen, maar vooral ook dat er weer gasuitwisseling kan plaatsvinden en wortels niet gaan verstikken. Regenvalsimulaties op twee proefvelden waar door hevige neerslag een zware korst ontstond, toonden aan dat schoffelen het punt waarop run-off en erosie ontstaat, sterk kan uitstellen. Eenmaal de run-off echter start, nemen de sedimentverliezen exponentieel toe. Bij het onaangeroerd laten van de korst, start de run-off en erosie dan wel veel vroeger, maar is de sedimentconcentratie in het afspoelende water beperkt. Het blijft dus een dilemma of schoffelen een goede zaak is, gezien de intensiteit van de regenbuien moeilijk voorspeld kan worden. Vermoedelijk zal de effectiviteit ook afhangen van het percentage bodembedekking door het gewas, de dikte van de korst, bodemtextuur, bodemorganische stofgehalte en bodemweerstand en verdichting in het profiel vlak onder de schoffeldiepte. Bij ruggenteelten wordt de ruimte tussen de ruggen sterk aangereden en verdicht. Schoffelen kan leiden tot het vormen van een laagje fijne aarde op een bijzonder harde onderlaag, waarbij het laagje wegspoelt van zodra een beperkte regenbui plaatsvindt. Er is meer onderzoek nodig naar de invloed van schoffelen en de manier van schoffelen op sedimentverliezen.

Onderzoeksvragen: Wat is het effect van schoffelen op sedimentverliezen? Door welke omgevingsfactoren wordt dit effect versterkt of afgezwakt? Welke rol speelt de manier van schoffelen?

# 7 Referenties


Baets, D. 2015. Erosiebestrijding in maïs. Presentatie Bayer, 4/03/2015.

Cecelja, A., Ruysschaert, G., Vanden Nest, T., De Proost, P. (2019). Verzamelen van data voor de verdere verfijning van de RUSLE gewas- en bedrijfsvoeringsfactor C voor de Vlaamse teeltpraktijken en erosiebestrijdingsmaatregelen. Rapport in opdracht van Departement Omgeving. 28p.

CiPf, 2019. Préparation de sol spécifique visant à limiter ruissellement, érosion et pertes en azote par ces vecteurs. https://cipf.be/resources/shared/files/fr/eruistop.pdf (geraadpleegd op 16 december 2019)

D'Hose, T., Ruysschaert, G., Viaene, J., Debode, J., Vanden Nest, T., Van Vaerenbergh, J., Cornelis, W., Willekens, K. en Vandecasteele, B., 2016. Farm compost amendment and non-inversion tillage improve soil quality without increasing the risk for N and P leaching. Agriculture Ecosystems & Environment 225, 126-139.

Gillijns, K., A. Leys, G. Gover, G. Verstraeten, G. Verlinden, and A. Gobin. 2005. Toetsing van erosiebeperkende teeltsystemen in een löss bouwplan met akkerbouwgewassen. Eindrapport Interregproject erosiebestrijding PA 033108.

Langhans, C., Govers, G., Diels, J., Leys, A., Clymans, W., Van den Putte, A., Valckx, J., 2011. Experimental rainfall-runoff data: Reconsidering the concept of infiltration capacity. Journal of Hydrology 399, 255-262

Leys, A., Govers, G., Gillijns, K., Poesen, J., 2007. Conservation tillage on loamy soils: explaining the variability in interril runoff and erosion reduction. European Journal of Soil Science 58, 1425-1436.

Leys, A., G. Govers, K. Gillijns, E. Berckmoes, I. Takken. 2010. Scale effects on runoff and erosion losses from arable land under conservation and conventional tillage: The role of residue cover. Journal of Hydrology 390: 143-154.

LNE 2015. Haalbaarheid en effectiviteit randvoorwaarden erosie. Eindrapport expertengroep evaluatie beheereisen randvoorwaarden erosie 21/09/2015. 30p.

Poesen, J., Ingelmo-Sanches, F., Mücher, H., 1990. The hydrological response of soil surfaces to rainfall as affected by cover and position of rock fragments in the top layer. Earth Surface Processes and Landforms 15, 653-671.

Vanden Nest T., Van de Sande T., Horemans D., De Boever M., Ruysschaert G., 2017. Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs. Proefveldresultaten van het GOMEROS-project 2016. ILVO-mededeling 226, 252pp.

Vanden Nest T., Van de Sande T., De Boever M., Ruysschaert G., 2018. Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs. Proefveldresultaten van het GOMEROS-project 2017. ILVO-mededeling 241, 256pp.

Vanden Nest T., Van de Sande T., De Boever M., Dekeyser D., Ruysschaert G., 2019a. Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs. Proefveldresultaten van het GOMEROS-project 2018. ILVO-mededeling 251, 243pp.

Vanden Nest T., Van de Sande T., De Boever M., Ruysschaert G., 2019b. Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs. Proefveldresultaten van het GOMEROS-project 2019. ILVO-mededeling 256, in voorbereiding.

Van den Putte A., Nackaerts K., Govers G., Vandergeten J.P., Demeulemeester K., 2011. Van demonstratie naar optimalisatie: Ontwikkeling van een beslissingsondersteunend instrument voor de optimalisatie van niet bodembewerking uitgaande van een multidisciplinaire benadering. Wetenschappelijk-technologisch eindverslag IWT-landbouwonderzoek project 60665, 121pp.

Vermang, J., 2012. Erosion processes and physical quality of loamy soils as affected by reduced tillage. Ghent University. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium.

Zandstra B.H. en Warncke D.D., 1993. Interplanted barley and rye in carrots and onions. Horticulture technology 3, 214-218.

**Contact**

Thijs Vanden Nest
Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
Plant
Burg. Van Gansberghelaan 109
9820 Merelbeke
T +32 9 272 26 74
thijs.vandennest@ilvo.vlaanderen.be

Greet Ruysschaert
Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
Plant
Burg. Van Gansberghelaan 109
9820 Merelbeke
T +32 9 272 26 98
greet.ruysschaert@ilvo.vlaanderen.be

Tomas Van De Sande
Inagro, Tuinbouw open lucht
Ieperseweg 87
8800 Rumbeke-Beitem
T +32 51 27 33 13
tomas.vandesande@inagro.be

Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt Oost-Vlaanderen vzw
Karreweg 6
9770 Kruishoutem
T +32 9 381 86 86
pcg@pcgroenteteelt.be

Deze publicatie kan ook geraadpleegd worden op:
www.ilvo.vlaanderen.be/pers en media/publicaties

Vermenigvuldiging of overname van gegevens toegestaan mits duidelijke bronvermelding.

ILVO

Aansprakelijkheidsbeperking

Deze publicatie werd door ILVO met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze publicatie. De gebruiker van deze publicatie ziet af van elke klacht tegen ILVO of zijn ambtenaren, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.
In geen geval zal ILVO of zijn ambtenaren aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

ILVO

Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
Burg. Van Gansberghelaan 92
9820 Merelbeke - België

T +32 9 272 25 00
ilvo@ilvo.vlaanderen.be
**www.ilvo.vlaanderen.be**