



## De donkere kant van het bos: hoe beïnvloedt omvorming naar Fijnspar de vastlegging van bodemkoolstof in het bos van de Gaume?

30 maart 2017 11:05 door Ellen Desie, Bart Muys, Karen Vancampenhout



Bosbodems hebben het potentieel om te fungeren als een natuurlijke opslagplaats voor atmosferische koolstof, meer bepaald CO<sub>2</sub>. Bijgevolg kwam koolstofopslag in bossen op de politieke agenda als een mogelijke strategie voor het tegengaan van de klimaatverandering. Om deze strategie verder te optimaliseren is een beter begrip van de koolstofvastlegging en de stabiliteit van deze vastlegging, in functie van bosbeheer essentieel. In deze studie werd het effect van omvorming van half-natuurlijk loofbos naar Fijnspar op de koolstofdynamiek onderzocht. De resultaten tonen een verrassend sterk boomsoorteffect.

Het artikel hieronder is een korte samenvatting van scriptie die in 2016 de Toekomstboom won. Deze prijs wordt jaarlijks uitgereikt aan de beste studentenscriptie in het vakgebied van bos ecologie en bosbeheer uit Nederland en Vlaanderen. De prijs is een initiatief van de Stichting Toekomstboom, wier missie het bevorderen is van bosbeheer op wetenschappelijke grondslag. De jury bestond uit vertegenwoordigers van de bosbouwpraktijk uit Nederland en Vlaanderen. De Toekomstboom 2016 is toegekend aan Ellen Desie (KU Leuven) voor haar scriptie "As above, so below? Influence of overstorey induced acidification on the soil carbon sequestration dynamics in the Gaume forest". Overige genomineerden waren Corinne Defontaine (KU Leuven) met haar scriptie "Tree diversity can enhance biomass productivity in a young experimental forest" en Sam Tessens (Universiteit Gent) met zijn scriptie "Temporele veranderingen in de floristische samenstelling van houtkanten en bossen in Turnhout".

## Bos als strategie tegen klimaatverandering

Klimaatverandering is alomtegenwoordig in onze tijd en zal een van de grootste uitdagingen van de 21ste eeuw worden. Bossen kunnen in deze context een belangrijke rol spelen: door het opslaan van atmosferische koolstof in een duurzaam reservoir, de bosbodem. Naast het opslaan en vasthouden van een ongewenste overmaat aan CO<sub>2</sub>, heeft deze koolstofopslag ook verschillende positieve effecten op de bodemvruchtbaarheid. Een betere nutriëntenbeschikbaarheid, bodemstructuur en waterhuishouding zijn maar enkele voorbeelden van zulke positieve effecten. Het optimaliseren van de koolstofopslag in bosbodems is dus een relevant en erg actueel onderwerp in de huidige literatuur. Toch missen we nog inzicht in het effect van boomsoortkeuze, een belangrijk onderdeel van bosbeheer, op de koolstofvastlegging in het ondergrondse ecosysteem.

## Omvorming naar productiegericht bos

Voor houtproductiedoeleinden werd er in het verleden vaak gekozen voor een omvorming van oud loofbos naar monoculturen van naaldhout, vooral naar aanplantingen van Fijnspar (*Picea abies*) of Grove den (*Pinus sylvestris*). Deze soorten zijn populair omwille van hun snelle groei en degelijke houtkwaliteit. Momenteel bestaat de beboste oppervlakte in Wallonië voor 37% uit Fijnspar, een aanzienlijk percentage wetende dat de soort er buiten zijn natuurlijk verspreidingsgebied groeit. Onderzoek heeft echter aangetoond dat deze naaldboommonoculturen de verzuring van de bodem versnellen. Dit door middel van hun verzurende naalden en omdat ze meer potentieel verzurende atmosferische depositie opvangen en doorsturen naar de bodem. Hun effect op de hoeveelheid en stabiliteit van organische koolstof in de bodem is echter nog nauwelijks gekend.

## Bodemverzuring als gevolg

Bodemverzuring is de accumulatie van waterstofionen (H<sup>+</sup>) in de bodem. De beste indicator voor deze zuurtegraad is de pH-waarde van de bodemoplossing: een lage pH komt overeen met hoge concentraties H<sup>+</sup> en zure omstandigheden. De respons van pH op stijgende H<sup>+</sup>-productie in de bodem is echter niet lineair: een extra aan H<sup>+</sup> wordt gebufferd door meerdere bodemmechanismen en resulteert dus niet onmiddellijk in een dalende pH. De buffercapaciteit van een specifieke bodem is afhankelijk van de aanwezige hoeveelheid klei, carbonaten, silicaten, aluminium en ijzer. Wanneer de buffercapaciteit uitgeput raakt, zal de bodem plots erg sterk reageren op een extra toevoer aan zuren wat dan weer effect heeft op het

functioneren van die bodem. Bodemverzuring is bijvoorbeeld nefast voor bepaalde bodemfauna zoals diepgravende regenwormen, waardoor deze niet langer overleven. Door vertering van moeder materiaal, waardoor basische kationen kunnen uitlogen, en door humusvorming, de afbraak van organisch materiaal met de bijkomende productie van humus- en fulvuszuren, is bodemverzuring in bossen een natuurlijk proces. Dit natuurlijk proces kan echter versneld worden door antropogene invloeden zoals boomsoortkeuze of atmosferische depositie. De impact van dergelijke antropogene processen op het bossysteem is zeer complex door de trage respons en lange levenscyclus van bomen. Het is daarom erg belangrijk dat bossen opgewassen zijn tegen schokken in omgevingsfactoren of met andere woorden veerkrachtig (resilient) zijn.

## Studieopzet

Deze studie werd uitgevoerd met behulp van een uniek "twin-plot" ontwerp in de Gaumestreek (Wallonië). Twin-plots zijn aangrenzende stukken loof- en sparrenbos (Fig. 1) die toelaten het effect van boomsoort te vergelijken onafhankelijk van de invloed van geologie, klimaat of topografie. In deze twin-plots werden bodemstalen genomen die vervolgens werden geanalyseerd in het lab. Met behulp van een koolstof-fractionering werden de bodemstalen gesplitst op basisch van chemische stabiliteit over twee labiele en twee stabiele koolstof-bodem-fracties. Koolstof in een stabiele fractie wordt minder snel afgebroken door bodemfauna en is minder gevoelig aan temperatuurveranderingen. Dit komt doordat de koolstof chemisch meer wordt beschermd in zulke stabiele fracties. Labiele fracties daarentegen worden snel afgebroken en zijn erg gevoelig aan veranderingen. De verdeling van koolstof over deze fracties is een belangrijke indicator voor de totale stabiliteit van organische koolstof in de bodem. Omdat de twin-plots verspreid liggen over een gebied met twee verschillende geologische onderlagen (met een meer of minder klei-rijk verweringsproduct) bevat het studiegebied heel wat natuurlijke variatie in buffercapaciteit. Aan de hand van gemeten bodemeigenschappen, bodemfauna en de geologische kaart van de regio werd deze natuurlijke variatie beschreven. Zo kan met behulp van een statistische analyse onderscheid gemaakt worden tussen het boomsoorteffect en het omgevingseffect.

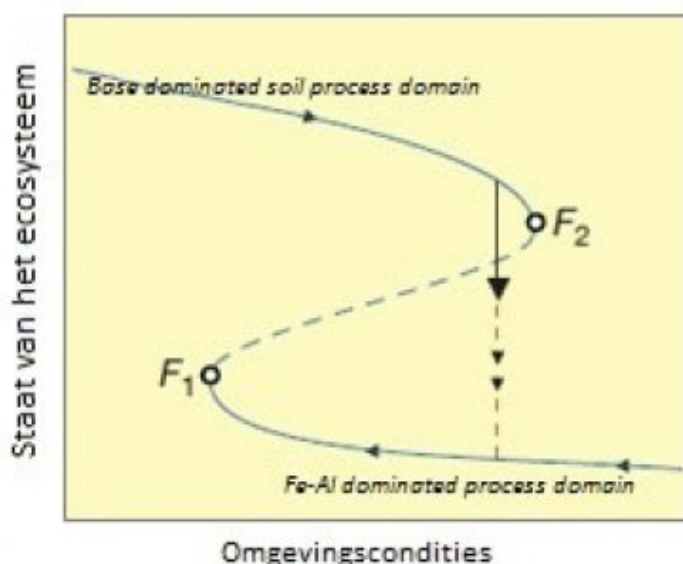


*Figuur 1: Een twin-plot bestaande uit een plot met gemengd loofhout (links) en een plot met monocultuur van Fijnspar (rechts).*

## Boomsoort als trigger naar armer systeem



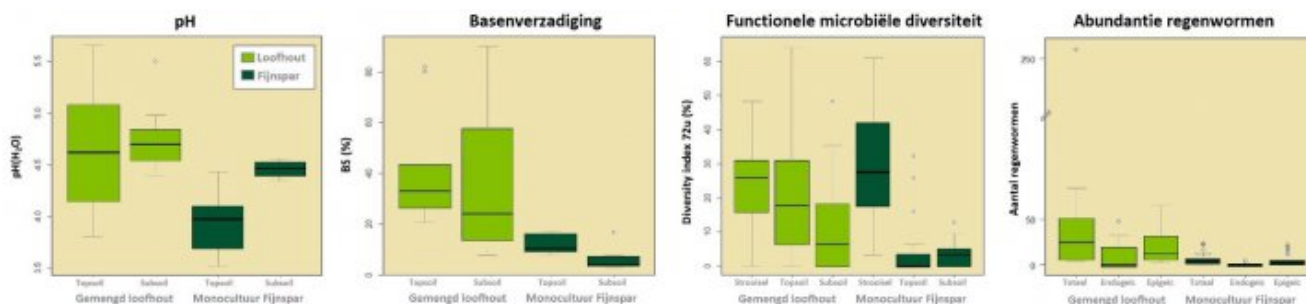
Uit de analyses blijkt dat de meeste variatie binnen het studiegebied kan verklaard worden door geologie en pH, waarvan pH de verzuring door de naaldbomen weergeeft. In dit onderzoek zijn aanwijzingen gevonden voor het bestaan van twee alternatieve stabiele toestanden in het ondergrondse ecosysteem voor een specifieke set van omgevingscondities, meer specifiek voor een bepaalde geologie en klimaat. De alternatieve stabiele toestanden kunnen worden benaderd door het 'basen-gedomineerde bodemprocesdomein' en het 'ijzer-aluminium-gedomineerde bodemprocesdomein' zoals eerder beschreven door Vitousek en Chadwick (2013). Met andere woorden kan men voor twee bossen met eenzelfde geologische ondergrond en klimaat toch twee verschillende toestanden waarnemen: een rijk en complex systeem met veel bodemfauna en veel basische nutriënten of een veel zuurder systeem met minder bodemfauna, accumulatie van onafgebroken organisch materiaal aan het bodemoppervlak en de aanwezigheid van het toxische aluminium in de bodemoplossing. Dit model van alternatieve stabiele toestanden (Fig. 2) is reeds lang aanvaard in de aquatische ecologie maar relatief nieuw voor de bodemkunde. Tot nu toe ging men ervan uit dat enkel geologie en klimaat het bodemprocesdomein bepalen. In ons conceptueel model is de omvorming naar Fijnspar de trigger die een verschuiving veroorzaakt van het rijke systeem naar het arme systeem. Zelfs de meest gevarieerde loofbossen van onze studie met de beste humuskwaliteit en de rijkste geologische ondergrond vervallen naar de lagere alternatieve toestand wanneer het loofhout wordt vervangen door Fijnspar.



*Figuur 2: Schematische weergave van alternatieve stabiele toestanden in de staat van het boscysteem voor bepaalde omgevingscondities (geologie en klimaat). Een omvorming naar fijnspar (zwarte pijl) duwt het systeem over de grens ( $F_2$ ) naar een armer boscysteem en veroorzaakt een shift van het basen-gedomineerde bodemdomein (base-dominated soil process domain) naar het ijzer-aluminium-gedomineerde bodemdomein (Fe-Al dominated soil process domain). Het systeem kan enkel hersteld worden naar het basen-gedomineerde bodem domein als de omgevingscondities zo erg verbeteren dat ze  $F_1$  benaderen. Dit fenomeen waarbij de degradatie veel sneller gebeurt dan het herstel noemt men hysteresis. Deze figuur is gebaseerd op de theorie over catastrofale shifts van Martin Scheffer et al. (2001).*

## Cascade door de voedselkringloop

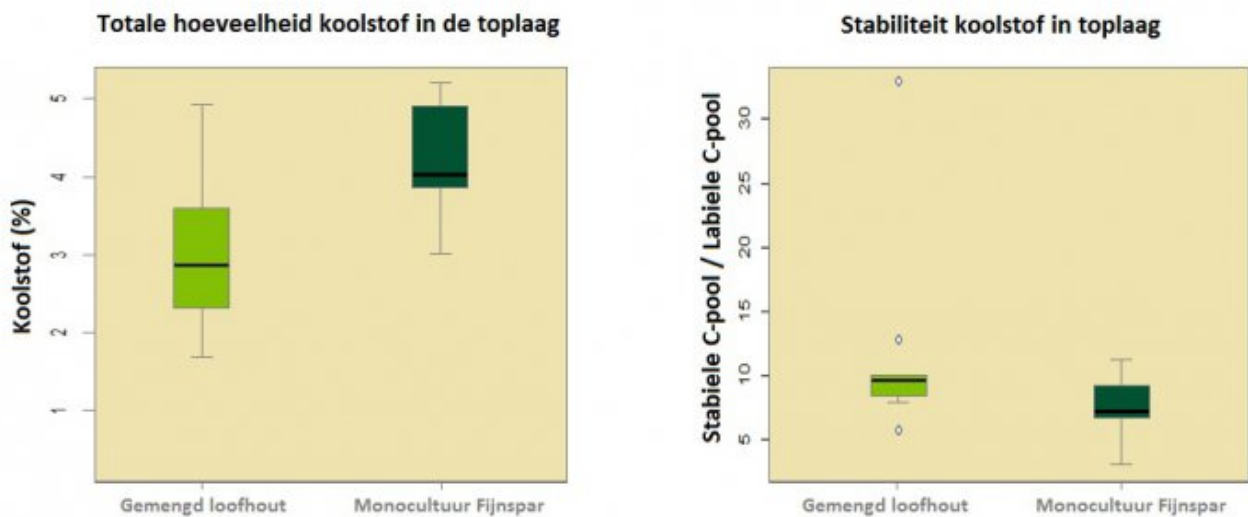
Wanneer ijzer en aluminium de bodemprocessen domineren verdwijnen basische kationen, met name de nutriënten kalium, calcium en magnesium, nodig voor groei, uit de bodem en treedt er bij verschillende boomsoorten aluminium-toxiciteit op. Omdat regenwormen niet langer kunnen aarden in zulke zure systemen stopt de door hen uitgevoerde vermenging van organisch materiaal met de minerale bodem. Dit veroorzaakt een loskoppeling van de top- en onderlagen in de bodem en het nutriëntentransport ertussen. De terugval in variabiliteit van zowel biotische als abiotische bodemeigenschappen gemeten in het lab, werd veroorzaakt door de omvorming naar Fijnspar. Deze afname in variabiliteit komt overeen met de afname in biodiversiteit, vroeger al gerapporteerd bij monoculturen van Fijnspar.



*Figuur 3: De afname in kwaliteit- en de terugval van variabiliteit van abiotische variabelen, pH en basenverzadiging, en biotische variabelen, functionele microbiële diversiteit en regenworm abundantie, voor een omvorming van loofhout (licht groen) naar monocultuur van Fijnspar (donker groen). pH, basenverzadiging en functionele microbiële diversiteit zijn gemeten voor verschillende dieptes: topsoil 0-5 cm, subsoil 25-30 cm en strooisel laag (bij de functionele microbiële diversiteit). Bij de abundantie van regenwormen is het verschil tussen endogeïsche (gravers) en epigeïsche regenwormen (niet-gravers) weergegeven.*

## Meer koolstof, Minder stabiel

Omdat de afbraak van organische koolstof door bodemfauna vertraagt als gevolg van de bodemverzuring kan er onder Fijnspar meer koolstof accumuleren in de toplaag. Onze studie toont echter aan dat hoewel een omvorming naar Fijnspar de totale koolstofopslag verhoogt, de extra koolstof wordt opgeslagen in labiele reservoirs (pools in Fig. 3). Vandaar dat we kunnen besluiten dat de koolstof-stabiliteit in de toplaag afneemt. De omvorming naar Fijnspar had geen significante effecten op de koolstof-dynamiek dieper in de bodem (dieper dan 25 cm) in ons onderzoek. Andere onderzoeken hebben echter ook in de diepere bodem een afname in koolstof onder Fijnspar aangetoond. Grotere datasets zijn nodig om dergelijke, meer subtiele maar erg relevante, effecten aan te tonen.



Figuur 4: Gemiddelde hoeveelheid koolstof opgeslagen in toplaag (0-5 cm) voor en na omvorming naar monocultuur van fijnspar (links) en gemiddelde stabiliteit van de opgeslagen koolstof voor en na omvorming naar fijnspar (rechts).

## Conclusie

Een omvorming naar Fijnspar veroorzaakt een verval naar een lagere alternatieve toestand, meer specifiek naar het ijzer-aluminium-gedomineerde bodemprocesdomein. Deze shift resulteert in een cascade doorheen de bodem-voedselkringloop met nefaste gevolgen voor bodemchemie en bodemfauna en heeft daarnaast ook een effect op de koolstofopslag van het ondergrondse bosesysteem. De afname in koolstof-stabiliteit suggereert dat door de omvorming naar Fijnspar, een groter aandeel koolstof in de toplaag kwetsbaar wordt voor veranderingen in omgevingscondities en onder extreme omstandigheden zulke bosbodems zelfs een emissiebron van CO<sub>2</sub> kunnen worden.

## Toekomst

Boomsoortkeuze moet een weloverwogen beslissing zijn die zowel houtproductie als ecosysteemdiensten, zoals koolstofopslag, mee in rekening neemt. Om deze keuze bewust te kunnen maken is een beter begrip van de koolstofdynamieken in het ondergrondse bosesysteem vereist. Een mogelijke strategie om het verval naar een lager bodemprocesdomein tegen te gaan, en zo ook de nefaste gevolgen voor de koolstofopslag, is het inmengen van bodem-verbeterende boomsoorten, de zogenaamde rijkstrooisel-soorten, in opstanden van verzurende naaldboomsoorten.

## Referenties

Vitousek, P.M. and Chadwick, O.A., 2013. Pedogenic thresholds and soil process domains in basalt-derived soils. *Ecosystems* 16, 1379-1395.

Scheffer, M., Carpenter, S., Foley, J.A., Folke, C. and Walker, B., 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413, 591-596.

[Bekijk PDF](#)

Labels:

[biomassa](#) [biodiversiteit](#) [bosbeheer](#) [bosbeheerplanning](#) [exotenbeheer](#) [klimaatverandering](#)

## Bart Muys

Prof. Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen aan KU Leuven

## Karen Vancampenhout

KU Leuven

## Ellen Desie

KU Leuven

### Gerelateerde berichten

- 15 maart 2017 [De Revue gepasseerd | Het verborgen leven van bomen](#)
- 09 maart 2017 [Aanpassing herkomstgebiedafbakening voor boom- en struiksoorten in Vlaanderen](#)
- 10 februari 2017 [Klimaatadaptatie in het bosbeheer: een mythe of een feit?](#)
- 10 februari 2017 [Inverde | De straffe stokzaag](#)
- 31 december 2016 [Biomassaoogst in Bosland: mogelijkheden en beperkingen](#)

---

BOS+ is de enige Vlaamse organisatie die zich specifiek inzet voor bosbehoud, beter bos en meer bos in Vlaanderen en de wereld.