UNIVERSITY OF AMSTERDAM

Bodemfauna als ecosystem engineer

Erik Cammeraat

Instituut voor Biodiversiteit en Ecosysteem Dynamica
Earth Surface Science

Universiteit van Amsterdam

Inleiding

- Interesse in interactie tussen hydrologische, geomorfologische, bodemkundige en biologische processen
- Biotische component mist vaak in het landschaps ontwikkelings verhaal
- Twee voorbeelden van bodemecologische interactie tussen (bodem)fauna en hydro-geomorfologische processen en aanpassing van het ecosysteem: ‘Ecosystem engineering’

Mieren en bodemeigenschappen

Mieren veranderen de fysische eigenschapen van de bodem

- Afname van bodemdichtheid
- Toename (macro-)porositeit
- Toename bodemstructuurstabiliteit
- Verwachtte hogere infiltratie in nestingangen en nestnetwerken
  - Literatuur laat wel verschillen zien: Soort afhankelijk
- Verandering in textuur
  - Door graafactiviteit en pleisteren, maar effect varieert per studie

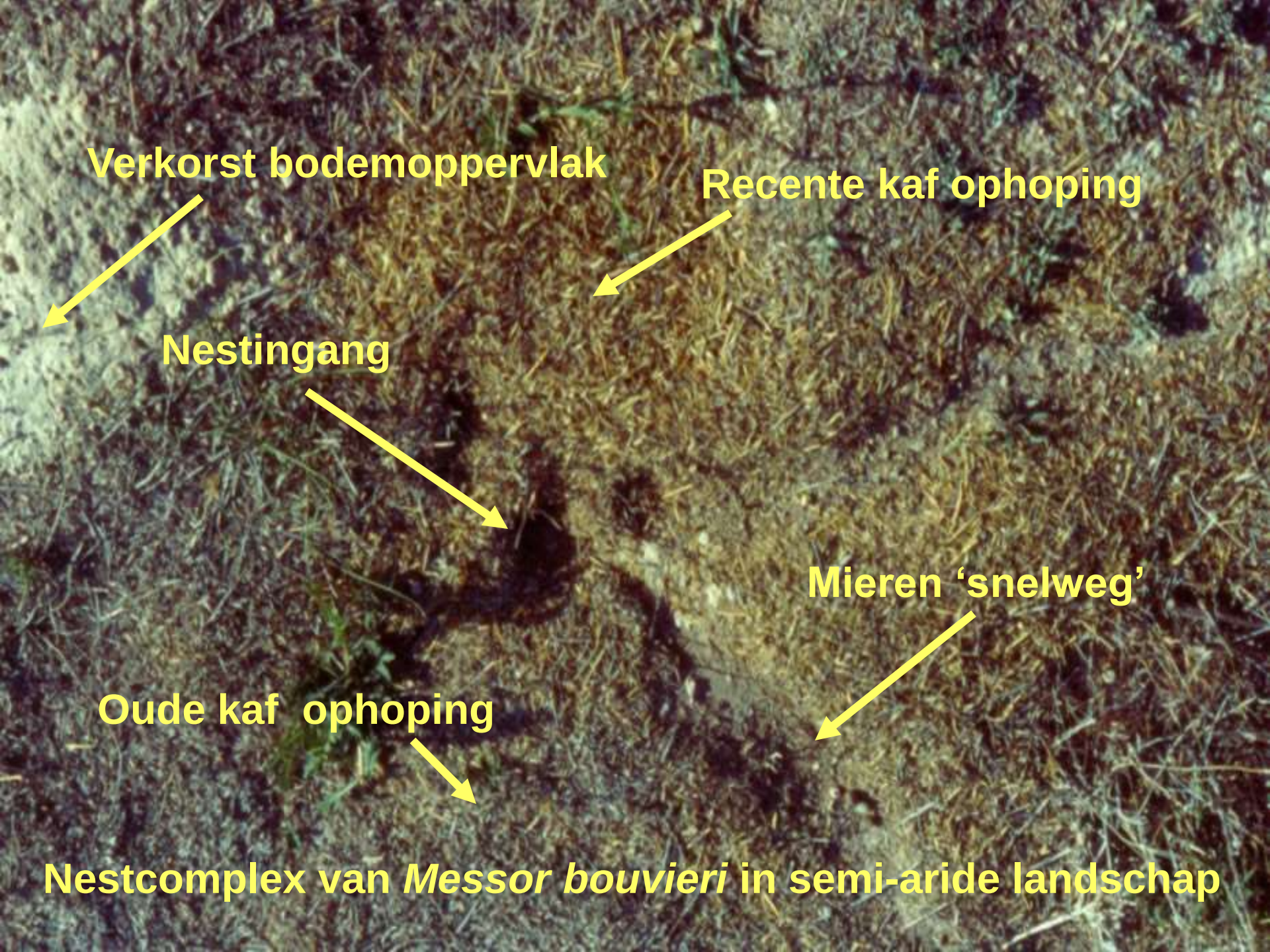
Mieren en bodemeigenschappen

Mieren (met semi-permanente grondnesten) veranderen de chemische en microbiële eigenschapen van de bodem

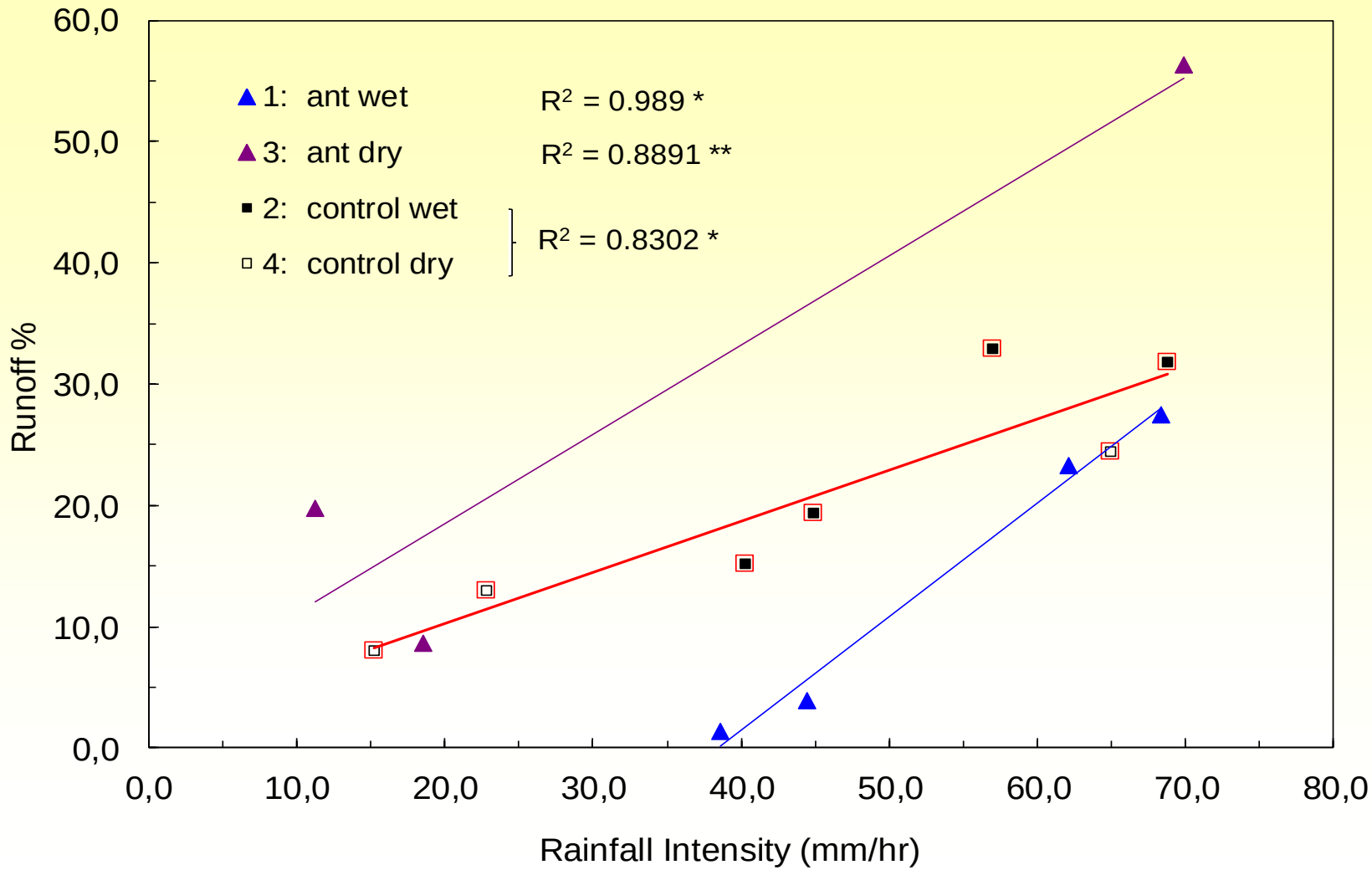
- Toename in org C, N, P (en andere nutriënten)
  - Wordt toegeschreven aan voedselopslag in nestkamers
  - Accumulatie van excreties
  - Scheiding en transport van materiaal gedurende nestbouw
- Verschillen per soort en studie

Property	Site		P
	Control	Nest	
pH	8.1 ± 0.1	7.4 ± <0.05	0.039
Conductivity (μS cm^{-1})	182 ± 5	548 ± 78	0.007
NO_3^- (μg g^{-1})	7 ± 1	26 ± 4	0.013
NH_4^+ (μg g^{-1})	2 ± <1	15 ± 2	0.004
P (μg g^{-1})	7 ± 1	47 ± 7	0.006
K (μg g^{-1})	92 ± 8	227 ± 47	0.018
Mg (μg g^{-1})	68 ± 4	156 ± 24	0.035
Organic C (%)	1.2 ± 0.1	2.7 ± 0.5	0.050
Aggregate stab.* (CND)	7.9 ± 0.4	11.2 ± 0.6	0.001

Differences in chemical soil properties between control and ant nests of harvester-ant *Messor bouvieri* on sandy substratum in SE Spain (Cammeraat et al., 2002).

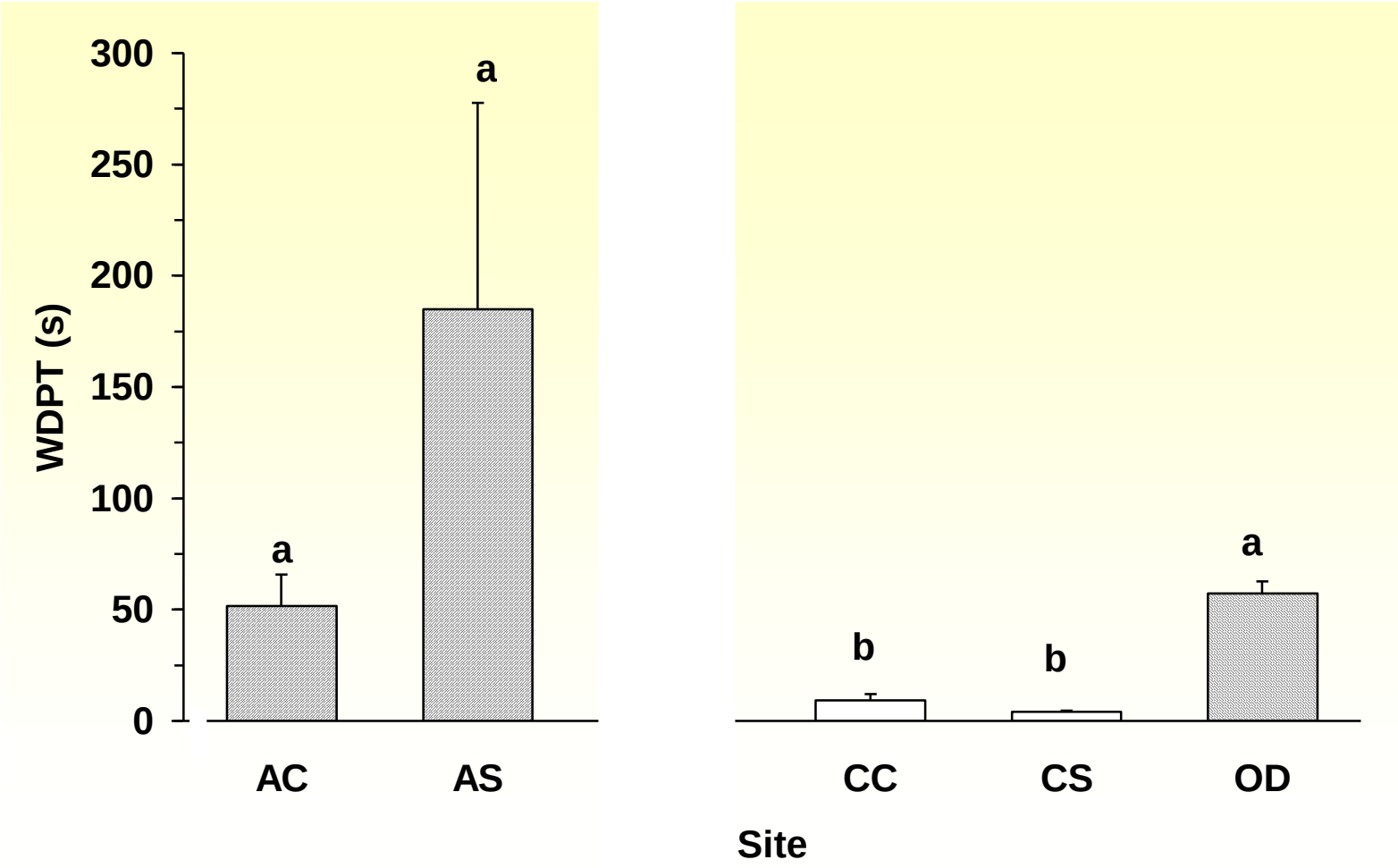


Nestcomplex van *Messor bouvieri* in semi-aride landschap



Rainfall-runoff relationships for control sites and ant nests of harvester-ant *Messor bouvieri* on sandy substratum in SE Spain.

* significant at $\alpha < 0.01$; ** not significant



Water repellency of soil material from control and ant nests of harvester-ant *Messor bouvieri* on sandy substratum in SE Spain. AC=ant crust, AS= ant sub-crust, CC=control crust, CS=control sub-crust, OD=organic debris (chaff).

Mieren en bodemeigenschappen

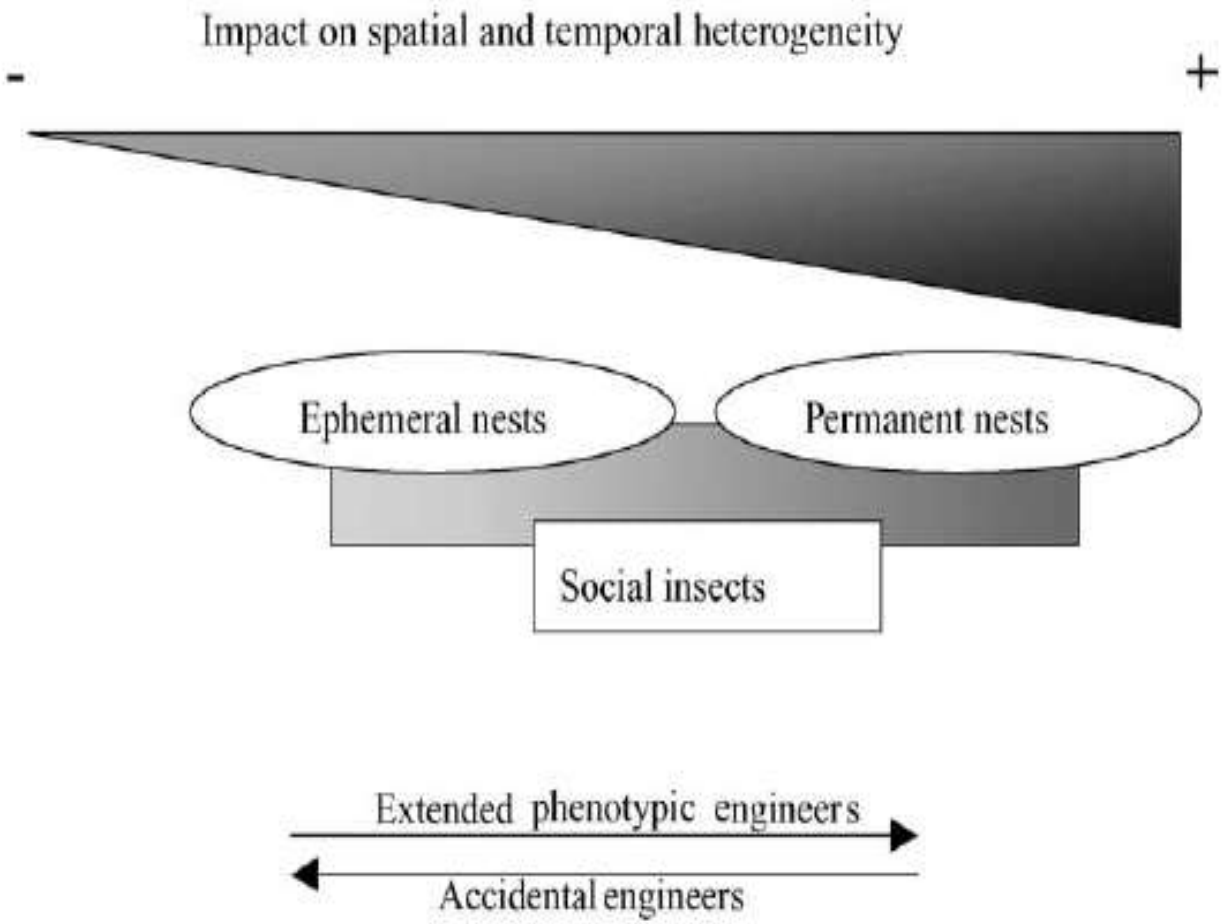
Ruimtelijke en temporele patronen van mieren en invloed op het landschap (e.g. Jouquet, 2006):

- Nest en nestingangen verschillen van zone zonder nest invloed
- Nestverspreiding over het landschap
  - Hydrologische verschillen
  - Hoe groot is de invloed van mieren op landschapsschaal?

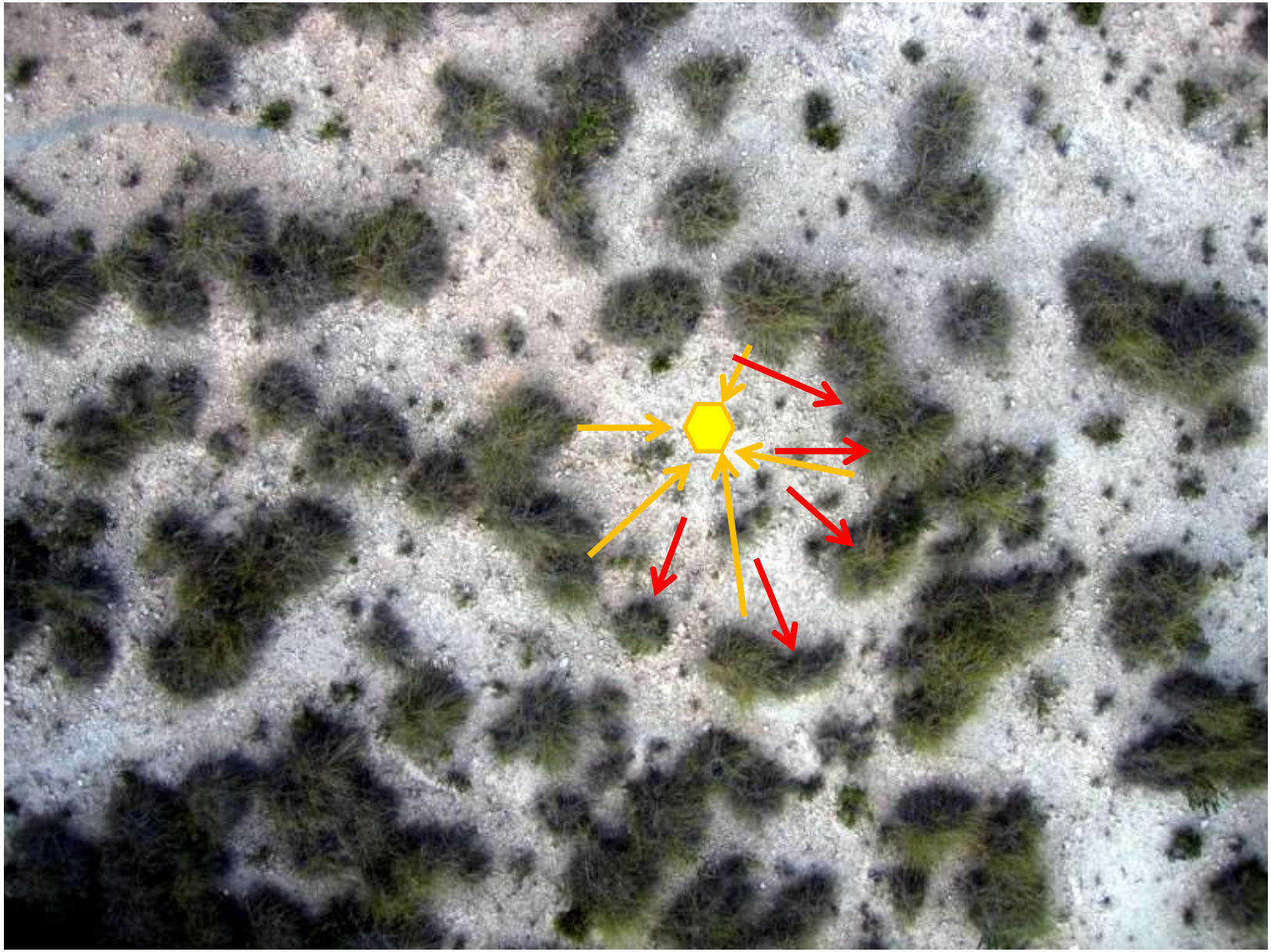
- Korte termijn variatie (voedselaanbod, bodem(vocht)condities
- Ontwikkeling van nest over de jaren

- Soort afhankelijk

→ Ruimtelijke en temporele heterogeniteit



The effect of extended phenotypic engineers, such as nest building ants on landscape heterogeneity (Jouquet et al., 2006)



“Spotted” vegetatie structuren van horstgrassen: concentratie van nutriënten en water onder semi permanente planthorsten

Reallocatie van nutriënten en water door mieren

Mieren en ecosysteem aanpassing

- Ecosysteem engineering
  - Permanente aanpassing van het ecosysteem
  - Creatie van ‘hotspots’
  - Belangrijk in onderhoud ecosysteem heterogeniteit

- “Vernieuwing “ van het ecosysteem
  - Reallocatie van hulpbronnen

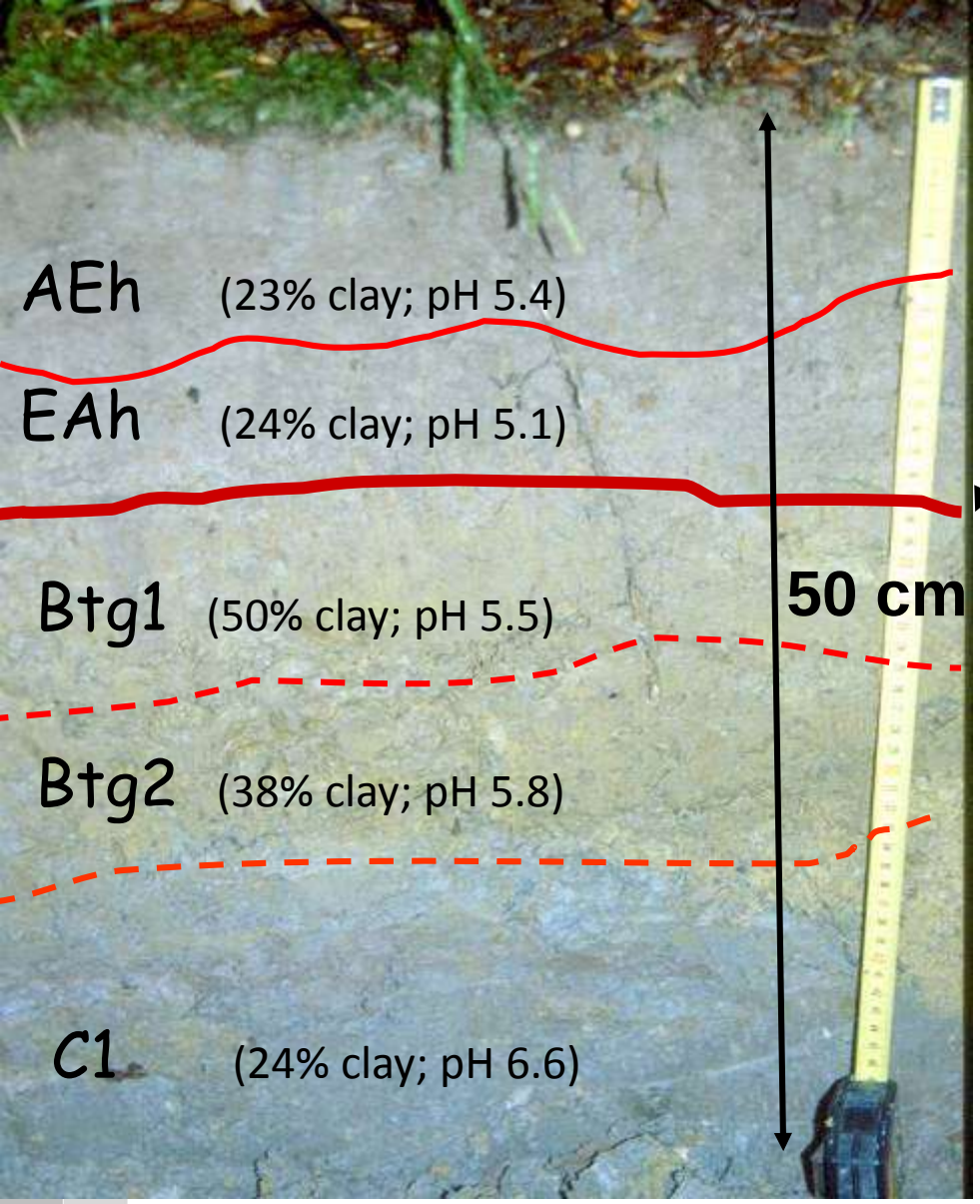
Bomen, wormen en mollen: Ecosystem engineering in Luxemburgse bossen

Gebiedskenmerken

Steinmergelkeuper mergels met minimale interventie (semi-natural?) op golvend landschap, 800 mm neerslag.

•Haagbeuk klusters op vochtige plekken ('partial areas')
En beuk op droge plekken
Bosvegetatie is "natuurlijk" (geen herbeplanting)

•Bodems: (Vertic) & (Luvic) Planosols onder bos *(WRB* 2006) , Regosols onder landbouw (getrunkeerd profiel)



Abrupt textural change

↓

Abrupt drop in hyd. conductivity

↓

Perched water table develops

↓

Lateral matrix and pipe flow

↓

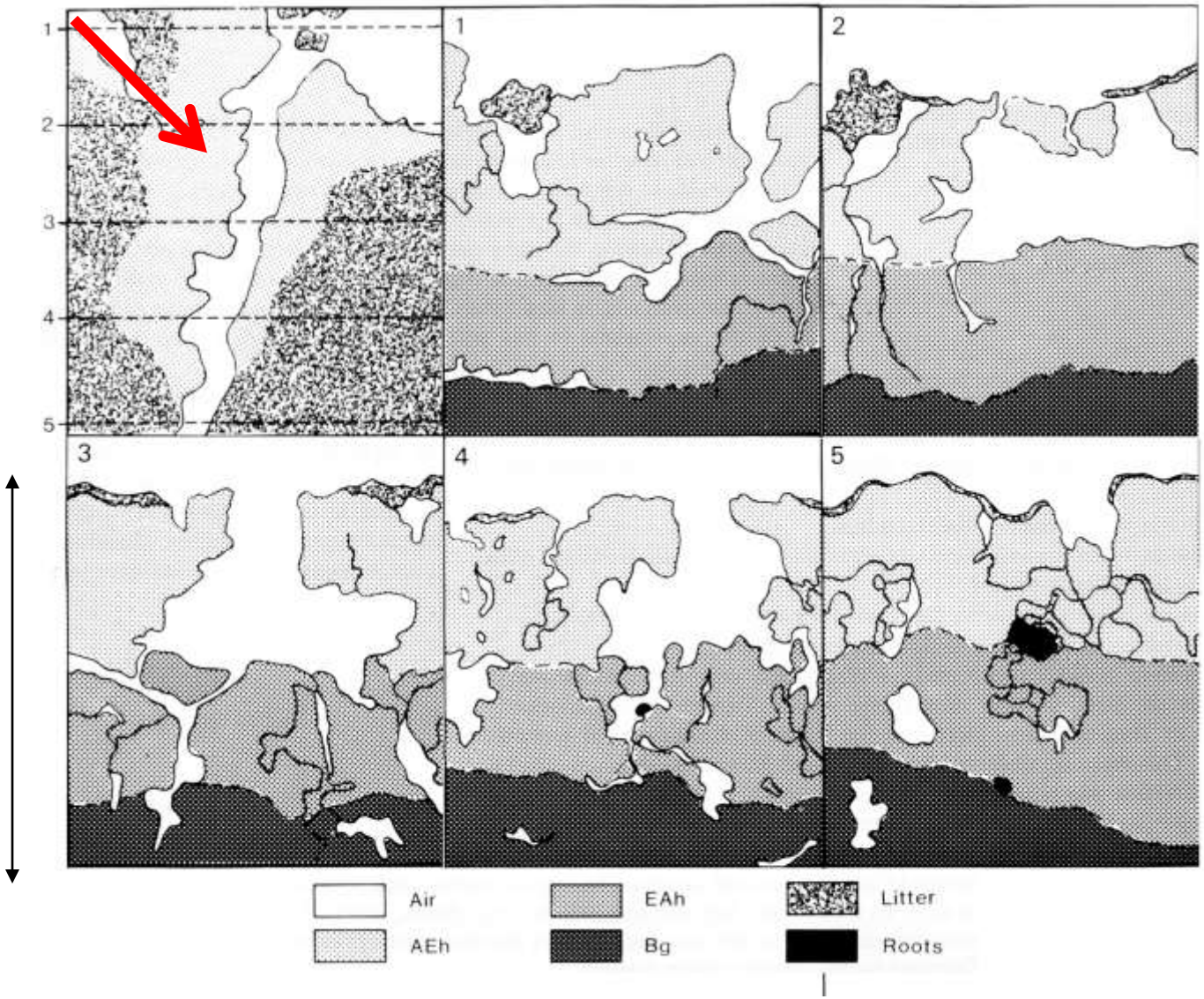
Lateral eluviation of smectitic clay from top of B horizon by matrix flow

+

Pipe erosion & splash erosion entrained by macropore flow transport

Bosbodem

Dwarsdoorsnede door macroporiën



20 cm

Macroporiën zijn habitat voor:

regenwormen (*Lumbricus terrestris*)

& jagende mollen (*Talpa europea*)

Bosbodem en bladbedekking dynamiek

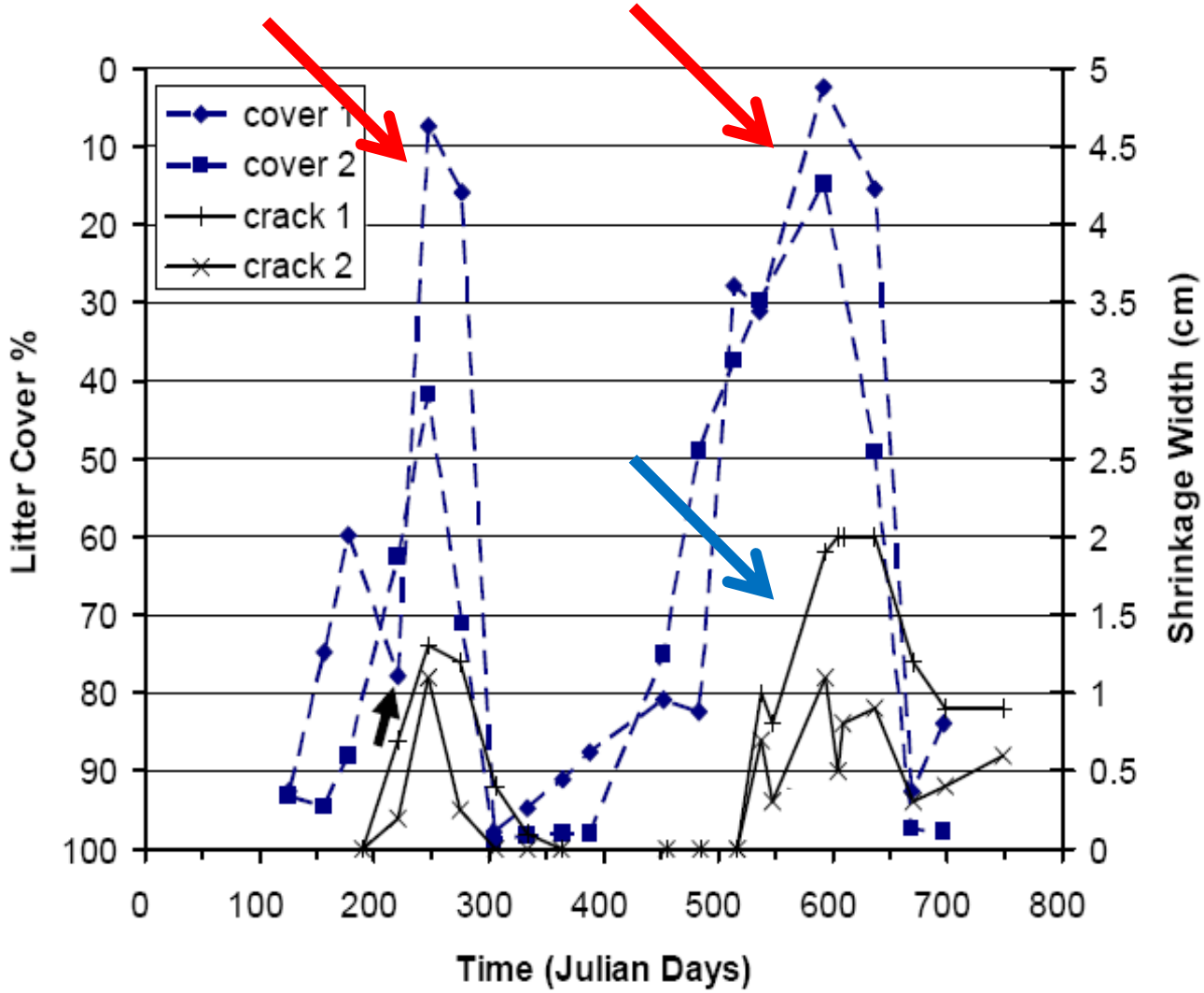
Bosbodem litter overblijfselen na 6 maanden

		Haagbeuk habitat	Beuk habitat
Haagbeuk litter	lab	51 (7) [b]	40 (3) [b]
	field	4 (4) [a]	24 (18) [ab]
Beuken litter	lab	75 (3) [bc]	77 (4) [bc]
	field	105 (47) [c]	108 (23) [c]

Verschillende letters geven de significante verschillen weer ($p < 0.05$) tussen litter soort en/of habitat.

(Kooiman and Cammeraat, 2010)

Bladbedekking en krimpscheur dynamiek onder Haagbeuk



Verschil tussen Beuk en Haagbeuk

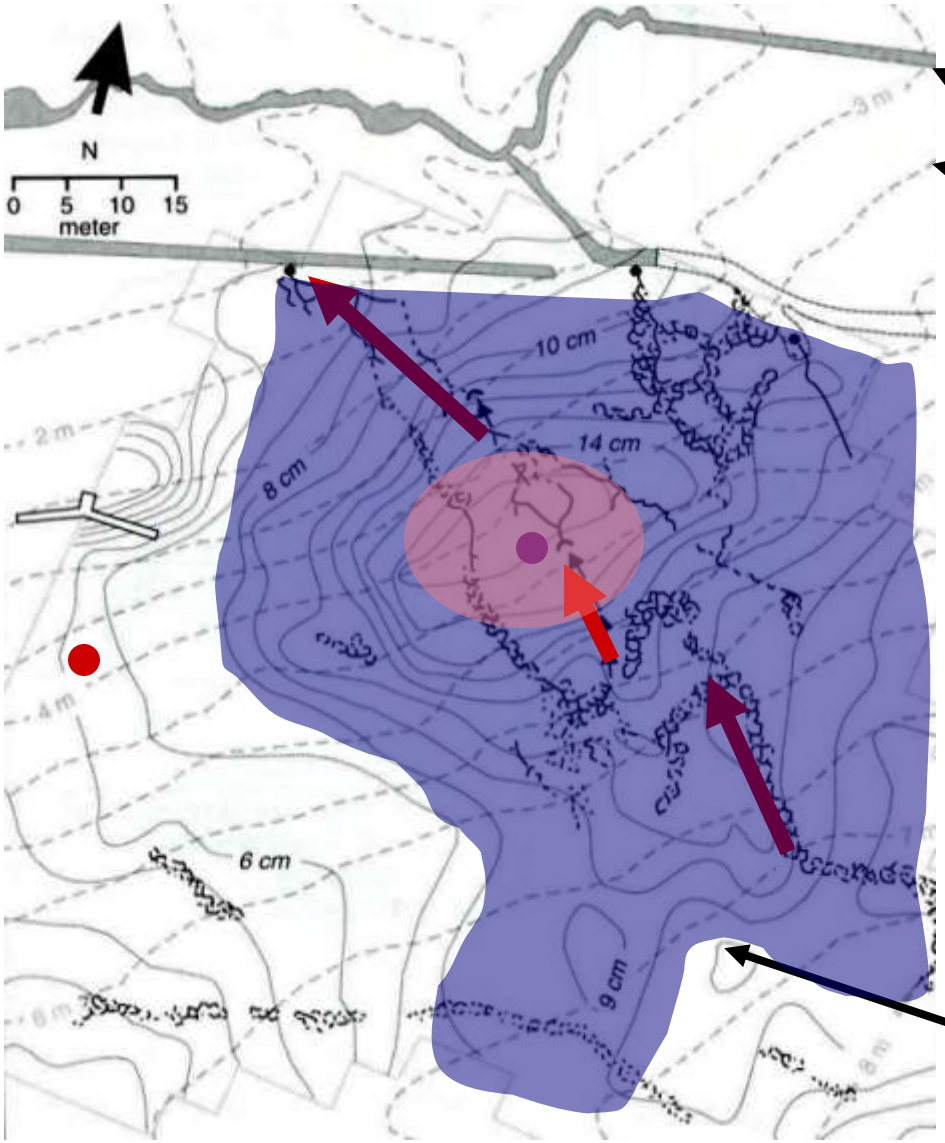
Beuk *(fagus sylvatica)*

- lagere litter turnover
  - microbieel –
  - regenwormen –
- bosbodem altijd bedekt
- geen krimpscheuren
  - beperkte macro-porositeit
- geen pipes aanwezig
- matrixflow dominant

Haagbeuk *(carpinus betulus)*

- hoge litter turnover
  - microbieel +
  - regenwormen +
- in nazomer geen bodembedekking
- veel krimpscheuren (in A horizont!)
  - hoge macro-porositeit door
  - biologische en bodemfysische processen
  - hydrologische macropore connectiviteit door mollen
- semi-permanent pipes develop
  - (surface of crack closes, but bottom does not)
- pipeflow dominant

Pipeflow en Overland flow



rivierbedding / greppel

hoogtelijn (m)

krimpscheur polygonen

infiltratie en pipeflow

exfiltratie en overlandflow

schijngrondwaterspiegel aan bodemoppervlak

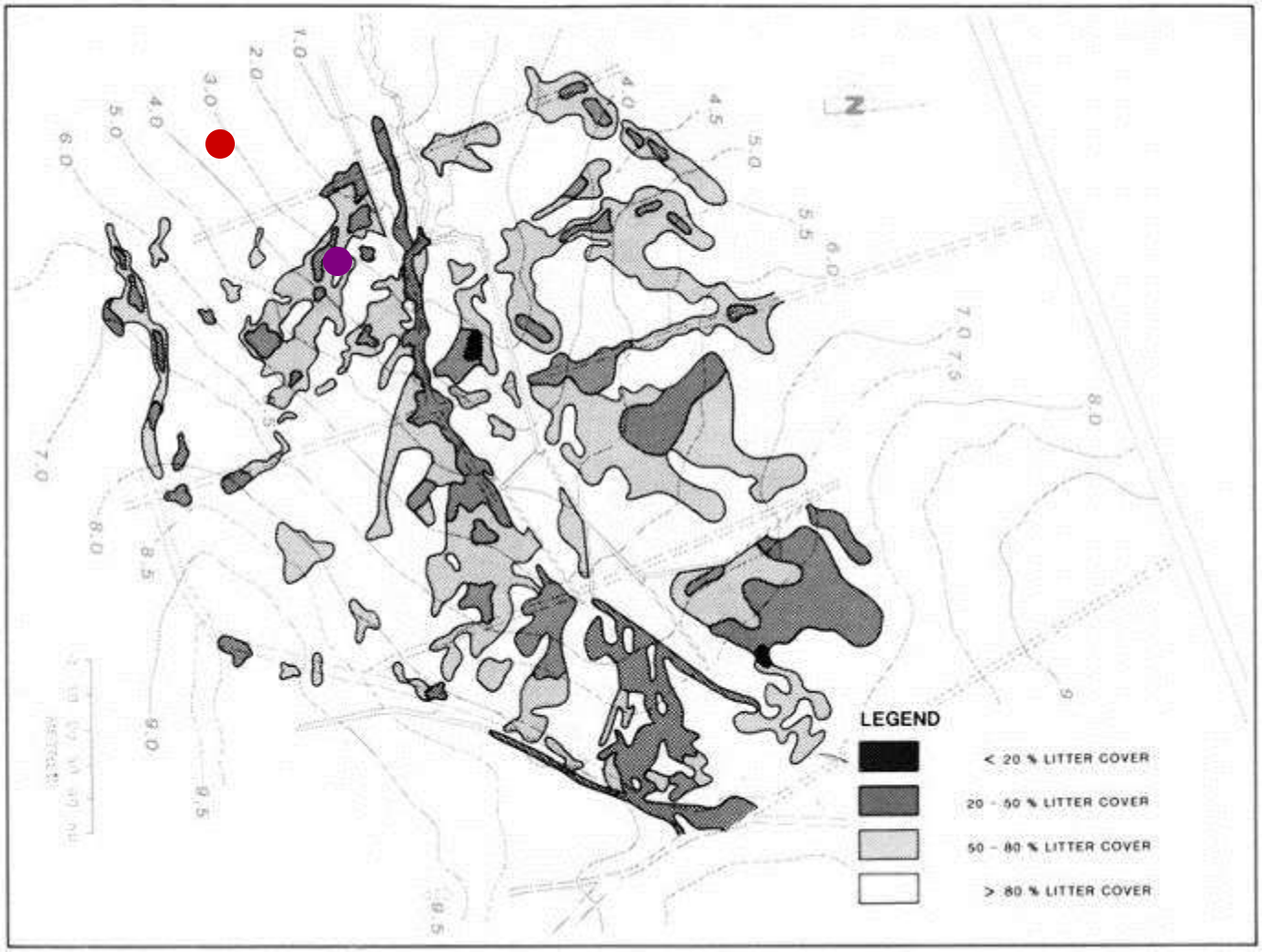
(re)infiltratie en pipeflow

pipeflow domein

matrixflow domein

schrijngrondwaterspiegel Isolijnen (cm)

Ruimtelijke patronen in wormenactiviteit



Geen bosbodembedekking: (donger/grijs): haagbeuk is dominant

Wordt het hydrologische en pedologische systeem aangedreven door ecosysteem engineers (dieren en planten?)

Vergelijking beuk en haagbeuk gedomineerde bosopstanden:

- Duidelijk verschil in ecto-organische profielen
- Duidelijk verschil in hydrologische response

Zijn er verschillen in de bosbodem?

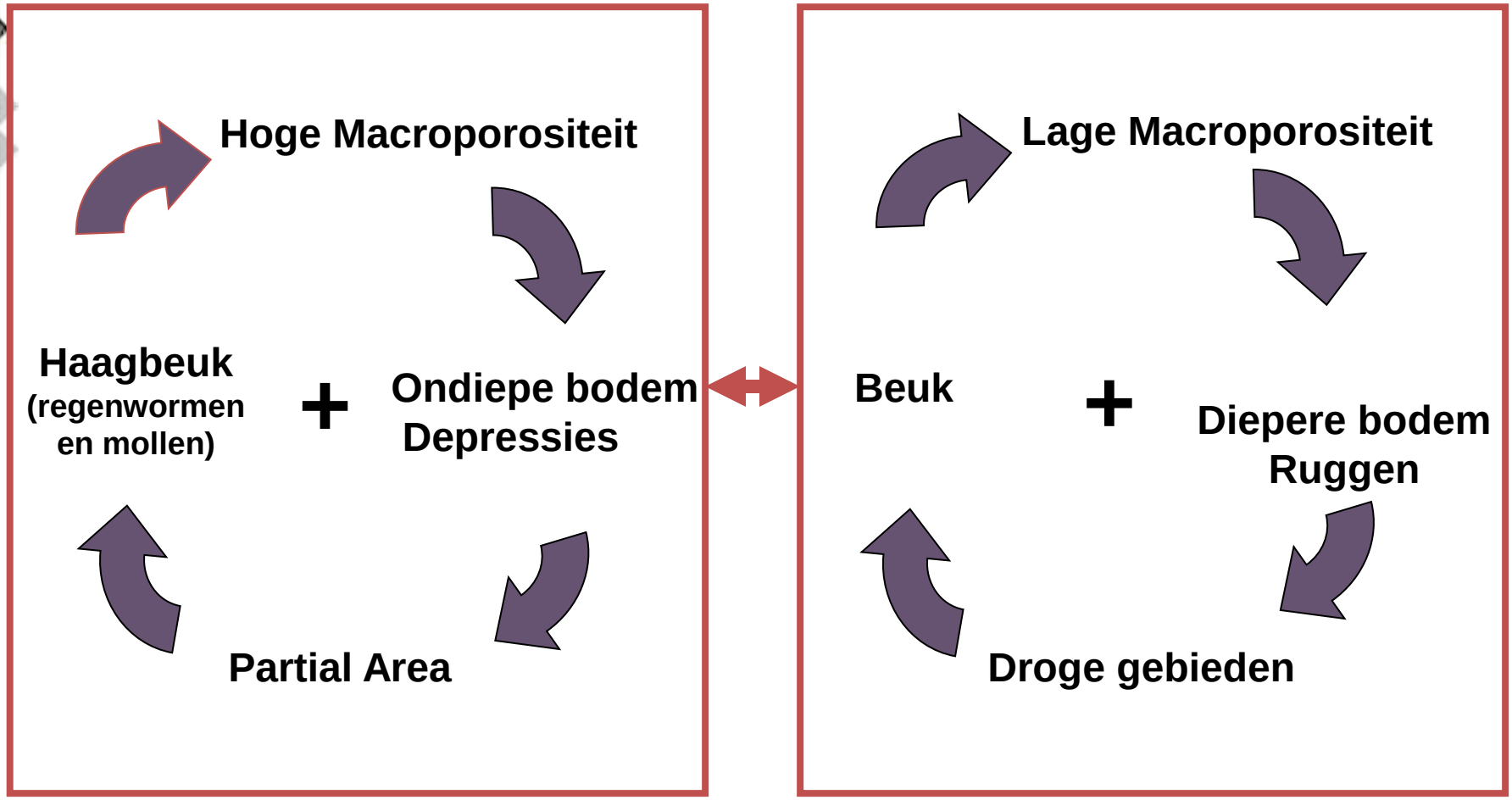
- Ja: Diepte tot Bg horizon verschilt, pH, org C en aggregatie verschillen

Zijn er verschillen in erosie snelheden?

- Ja: Matrix throughflow 13-26 g m^{-2} yr^{-1}
  Pipe flow 145-200 g m^{-2} yr^{-1}

Bronnen:
vd Broek 1989; Hendriks&Imeson 1984; Duysings 1987; Cammeraat 1992,2002 ,Cammeraat en Kooijman 2009; Kooijman en Cammeraat 2010)

Positieve terugkoppeling in emergente landschapsstructuren en “Ecosystem Engineering”



Conclusies

- Voorbeelden van ecosystem engineering?

  Mieren zorgen voor herverdeling van stofstromen en water en spelen een rol in vernieuwing ecosysteem heterogeniteit

  Wormen en mollen, in reactie op bladkwaliteit passen geo-ecosysteem en ecosysteem response aan.