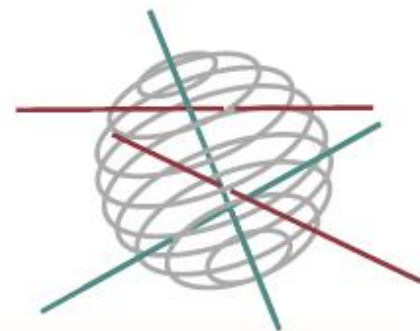


SSD

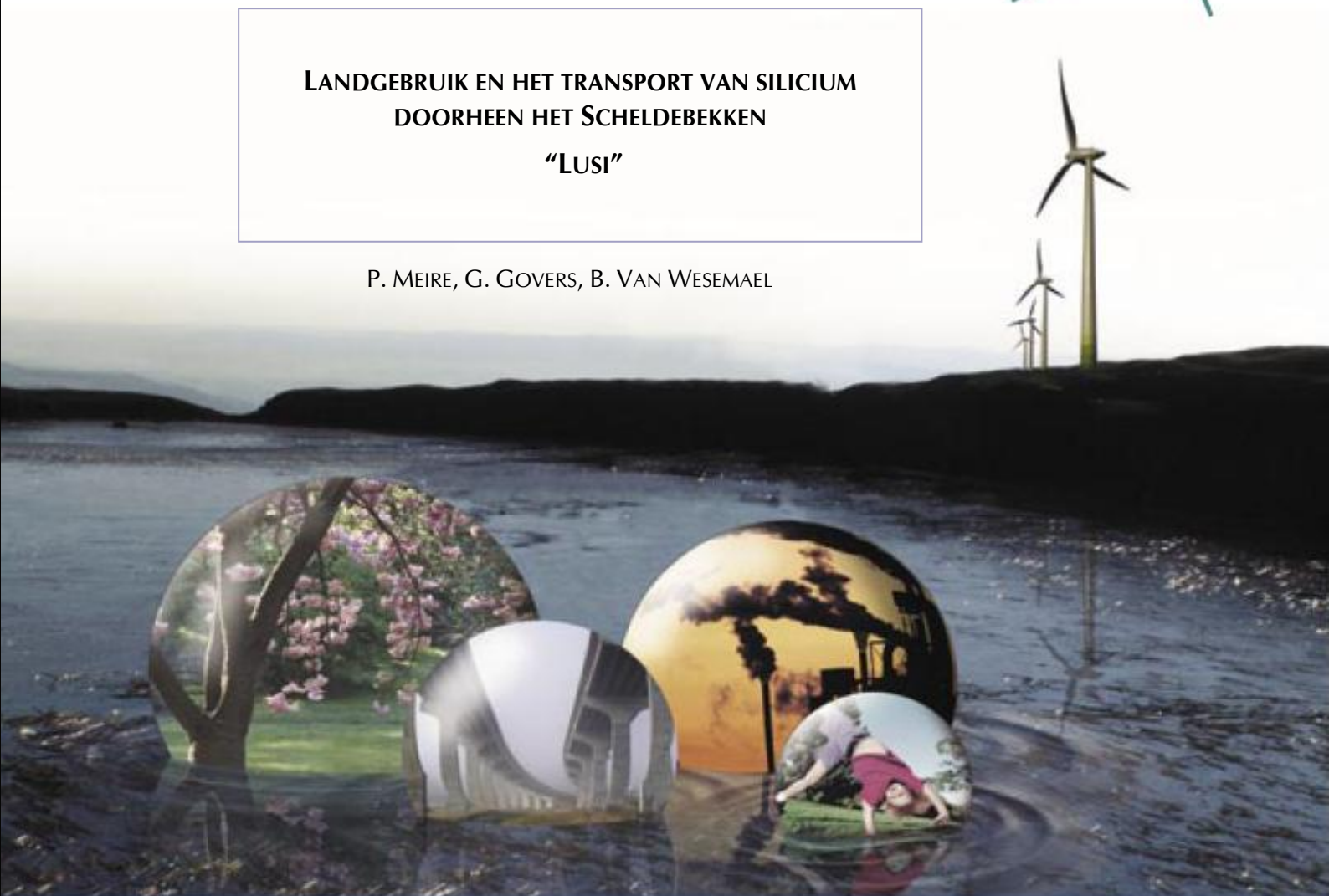
SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT



LANDGEBRUIK EN HET TRANSPORT VAN SILICIUM DOORHEEN HET SCHELDEBEKKEN

“LUSI”

P. MEIRE, G. GOVERS, B. VAN WESEMAEL



ENERGY 

TRANSPORT AND MOBILITY 

AGRO-FOOD 

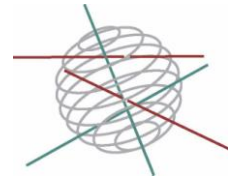
HEALTH AND ENVIRONMENT 

CLIMATE 

BIODIVERSITY   

ATMOSPHERE AND TERRESTRIAL AND MARINE ECOSYSTEMS   

TRANSVERSAL ACTIONS 



Noord Zee

EINDVERSLAG FASE 1
SAMENVATTING

**LANDGEBRUIK EN HET TRANSPORT VAN SILICIUM
DOORHEEN HET SCHELDEBEKKEN**

“LUSI”

SD/NS/05A

Promotoren

Patrick Meire

Universiteit Antwerpen (UA)

Gerard Govers

Katholieke Universiteit Leuven (KULeuven)

Bas Van Wesemael

Université Catholique de Louvain (UCL)

Juli 2010



DEPARTEMENT **AARD- EN
OMGEVINGSWETENSCHAPPEN**
K.U. LEUVEN



Université catholique de Louvain



Louizalaan 231
B-1050 Brussel
Belgium
Tel: + 32 (0)2 238 34 11 – Fax: + 32 (0)2 230 59 12
<http://www.belspo.be>

Contact person: David Cox
+ 32 (0)2 238 34 03

Neither the Belgian Science Policy nor any person acting on behalf of the Belgian Science Policy is responsible for the use which might be made of the following information. The authors are responsible for the content.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without indicating the reference :

P. Meire, G. Govers, B. Van Wesemael . ***Landgebruik en het transport van silicium doorheen het Scheldebekken "LUSI"*** – Eindverslag Fase 1 - Samenvatting . Brussel : Belgian Science Policy 2010 – 45p. (Research Programme Science for a Sustainable Development)

Achtergrond

Nutriëntenconcentraties in de Noordzee en in de aanliggende estuaria zijn het geïntegreerde product van bekkenwijde input, retentie en transport van N, P en Si. Traditioneel wordt eutrofiëring bekeken als een probleem van toegenomen N en P. Siliciumconcentraties worden daarentegen meestal beschouwd als niet door mensen beïnvloed. De toevoer van opgelost silicium (DSi) naar rivieren wordt dan ook gezien als het resultaat van puur geochemische processen, gestuurd door de verwerking van bodemmineralen. Als gevolg hiervan wordt de toevoer van silicium naar rivieren als constant beschouwd, onafhankelijk van landgebruik en veranderingen in pristiene ecosystemen. Enkel de opname door kiezelwieren alreeds in het riviercontinuum wordt als een biologisch belangrijke factor beschouwd.

Recent onderzoek heeft echter duidelijk aangetoond dat vegetatie een belangrijke rol speelt in siliciumfluxen doorheen terrestrische ecosystemen. Er zit een grote hoeveelheid amorf biogeen silicium (amorf $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, ASi) opgeslagen in ecosysteembodems en vegetaties. Dit ASi is veel oplosbaarder dan mineraal silicium, en het is vaak bepalend voor de sturing van lokale export van silicium naar het riviercontinuum. Dit heeft tot gevolg dat landgebruiksveranderingen en de ermee samenhangende veranderingen in de vegetatie potentieel een sterke invloed uitoefenen op siliciumfluxen doorheen rivierbekkens.

Toch is er tot op heden nagenoeg geen onderzoek gebeurt om het effect van landgebruiksveranderingen op terrestrische siliciumfluxen te kwantificeren. Het huidige kennisniveau is onvoldoende om een goede inschatting te maken van mogelijke antropogene effecten op siliciumcyclering door landgebruiksveranderingen. Zo'n informatie is nochtans cruciaal voor een goed begrip van eutrofiëringsproblemen in rivieren, estuaria en de kustzone. De vrijstelling van silicium is immers een buffer tegen siliciumlimitatie en bijhorende plaagalgenbloei. Onderzoek naar de effecten van landgebruiksveranderingen op siliciumcyclering is een noodzakelijke voorwaarde om integraal waterbeheer efficiënt uit te voeren. Meer nog, historische veranderingen in siliciumfluxen als gevolg van landgebruik zouden primaire productie en ecologische draagkracht van estuaria in grotere mate hebben kunnen beïnvloed dan tot op heden werd aangenomen.

Doelstellingen

Dit project zoekt een antwoord op de vraag of siliciumfluxen doorheen rivierbekkens, en uiteindelijk tot aan de kustzone, kunnen veranderen als gevolg van landgebruiksveranderingen. We nemen als case-study het Scheldebekken, en we kwantificeren het effect van landgebruik op oppervlakkige run-off, ondiepe en diepe bodemfluxen en opslag en cyclering van silicium. We willen uiteindelijk aanbevelingen formuleren voor de verdere ruimtelijke planning, rekening houdend met zowel de gekende situatie voor N en P, als de ongekende siliciumcomponent. Op die manieren willen we nieuwe inzichten aanleveren in de nutriëntenproblematiek en eutrofiëring van het Schelde-estuarium.

We voorzien een combinatie van onderzoek op habitat-schaal, met een lokale kwantificering van ASi- en DSi-fluxen in verschillende landschapstypes. Op een grotere schaal, de schaal van het Scheldebekken, gaan we in een grootschalige campagne het effect van landgebruik op geïntegreerde siliciumfluxen na. We nemen stalen langsheen gradiënten in landgebruik, van volledig akker tot grotendeels bebost. We voorzien dat de integratie van lokaal onderzoek met onderzoek op bekkenschaal ons zal toelaten voor de eerste maal in te schatten hoe historische landgebruiksveranderingen siliciumfluxen hebben beïnvloed.

Resultaten en discussie

Ond onderzoek op de schaal van habitats en kleine uniforme bekkens toont aan dat in akkerland ASi-transport een belangrijke component is in totale siliciumfluxen. Dit is in volledige tegenstelling tot bosgebieden, waar de flux nagenoeg volledig bestaat uit opgelost silicium. Het ASi in akkergebieden wordt grotendeels getransporteerd tijdens regenperiode, door de sterke erosie van de oppervlakkige bodem. Er bestaat tijdens regenperiodes een sterke trade-off tussen DSi en ASi, een volledig nieuw onderzoeksresultaat.

Zoals ook in de rest van West-Europa, is het landgebruik in Vlaanderen door de eeuwen heen geëvolueerd van nagenoeg volledig bebost naar nagenoeg volledig landbouwgrond. Bosgebieden dekken nog slechts 11% van het Vlaamse oppervlak, en slechts 16% van deze bossen is ouder dan 250 jaar. Ontbossing is ook een wereldwijd probleem.

Wij tonen aan dat deze ontbossing de siliciumdynamiek op bekkenschaal volledig zal veranderen. Tot op heden is er weinig gekend over het effect van erosie-mitigerende maatregelen op deze dynamiek.

We transporteren immers een groot deel van het reactief ASi rechtstreeks naar rivieren, waardoor de ecosysteemcontrole op siliciumfluxen grotendeels blijkt weg te vallen.

Dit wordt ook duidelijk in onze campagnes op de schaal van het Scheldebekken. Op basis van onze resultaten kunnen wij nu een volledig nieuw conceptueel model voorstellen voor siliciumfluxen doorheen het Scheldebekken, zowel in baseflow als in surface run-off. Een ontwikkelend bos zal gekarakteriseerd worden door een ASi bodemopslag in opbouw, en ontwikkelende bossen zijn waarschijnlijke netto sinks voor Si. Er is tot op heden nagenoeg geen onderzoek uitgevoerd naar siliciumcyclering in ontwikkelende bossen. Uiteindelijk zal een climax-bos ontwikkelen. Zo'n climax-bos is nagenoeg in steady-state voor silicium: er is een kleine continue toename van ASi-opslag in de bosbodem.

De climax-bosvegetatie stimuleert verweringsprocessen door toename van koolstofdioxideconcentraties in bodemwater, en door de productie van organische zuren en het stabiliserend effect van organische bodembedekking. Het merendeel van deze verweringsproducten wordt opgenomen door de vegetatie en komt uiteindelijk als strooisel-ASi in de bodem terecht, waar het bijdraagt aan de bodem-ASi stock. We vinden het voornamelijk terug in de bodem onder de vorm van fytolieten, siliciumlichamen waar vegetatie amorf Si concentreert. De oplossing van deze fytolieten stuurt de uiteindelijke export van DSi uit de bosecosystemen. De netto-influx en outflux van silicium uit zo'n climax-bos systeem is nagenoeg gelijk.

Met ontbossing komen we echter terecht in een nieuwe, ongebalanceerde situatie. De grote ASi-stocks in de bosbodems worden veel beschikbaar voor oplossing en export, gezien de interne recyclering van silicium door de vegetatie stopt. Bovendien vindt ook directe erosie van het ASi plaats. Daardoor nemen de totale siliciumfluxen doorheen rivierbekkens sterk toe vlak na ontbossing. Dit effect is echter van tijdelijke aard. In akkergebied vindt weinig tot geen heraanvulling plaats van het bodem-ASi, doordat oogsten vegetatie artificieel verwijderd. We komen uiteindelijk in een nieuwe climax-akker situatie terecht, die wordt gekenmerkt door lage biologische stimulatie van siliciumcyclering, en lagere siliciumfluxen dan in de pristiene situatie.

Op basis van onze resultaten is het onmogelijk om de tijdschaal geassocieerd met de overgangsfases nauwkeurig te bepalen. Het is duidelijk dat de depletie van de ASi-stocks in diepere bodemlagen onvolledig zal zijn.

Chemische inhibitie (reprecipitatie in mineralen, aluminiumincorporatie) verhindert oplossing in diepere lagen, en oppervlakkige erosie versnelt de export. Wat we wel duidelijk kunnen aannemen, is dat het Scheldebekken een voorbeeld vormt voor de antropogene climax-situatie, waar siliciumfluxen met factor 2-3 zijn afgenomen in vergelijking met de pristiene situatie.

Deze resultaten zijn opzienbarend. Ze tonen aan dat landgebruik op een tot op heden ongekende manier verder heeft bijgedragen tot scheefgetrokken nutriëntenratios (weinig Si ivm N en P) in de kustzone. Ons onderzoek toont ook aan dat de factoren die sturend zijn op lokale schaal inherent verschillen van de factoren die sturend zijn op continentale en globale schaal. Op een globale schaal zijn lithologie, precipitatie en helling belangrijke factoren van variatie, op lokale schaal speelt landgebruik een zeer belangrijke rol. Onze resultaten werpen een volledig nieuw licht op het effect van mensen op de siliciumcyclus, en komen bovenop eerder gekwantificeerde menselijke sinks voor silicium in stuwdam-meren en ge-eutrofiëerde rivierbodems.

Een nieuw conceptueel model voor Si-cyclering na lang-termijn bodemverstoring. (1) Hypothetische siliciumcyclering in ontwikkelend bos, climax-bos, net ontgonnen bosgebied en climax-akkerland. (2) de geassocieerde bodem ASi-stock. (3) de resulterende totale siliciumflux. In (1) zijn boxen siliciumstocks, pijlen fluxen (dikte van de pijlen geeft de relatieve grootte aan), onderbroken pijlen zijn irrelevante fluxen. In (2), stelt het wit-grijze patroon de totale ASi stock voor. In (3) stellen de pijlen de relatieve grootte van de siliciumfluxen voor. De onderbroken lijn in (3) stelt de conceptuele evolutie van de Tsi-fluxen voor.

