



## UvA-DARE (Digital Academic Repository)

### Multi-scale interactions between soil, vegetation and erosion in the context of agricultural land abandonment in a semi-arid environment

Lesschen, J.P.

**Publication date**  
2008

[Link to publication](#)

#### **Citation for published version (APA):**

Lesschen, J. P. (2008). *Multi-scale interactions between soil, vegetation and erosion in the context of agricultural land abandonment in a semi-arid environment*. [Thesis, fully internal, Universiteit van Amsterdam].

#### **General rights**

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

#### **Disclaimer/Complaints regulations**

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

## Samenvatting

Het doel van dit proefschrift was het bestuderen van de interacties tussen de bodem, vegetatie en erosie op verschillende schalen in de context van landverlating in een semi-aride gebied. Het onderzoek richtte zich op drie centrale thema's, namelijk bodemerosie, schaal en het verlaten van landbouwgronden. Bodemerosie is één van de belangrijkste milieuproblemen in Mediterrane landen en leidt tot het verlies van bodemkwaliteit en kan ook leiden tot overstromingen en sedimentatie in stuwmeren. Om bodemerosie tegen te gaan is het belangrijk om de mechanismen en de kritische bodemcondities die nodig zijn voor het behouden en herstellen van de bodemkwaliteit te begrijpen. In bodemerosie-onderzoek is schaal een belangrijk begrip. Op de diverse ruimtelijke en temporele schalen zijn er verschillende processen die de erosie beïnvloeden, wat leidt tot verschillende erosiesnelheden. De ruimtelijke schalen binnen dit onderzoek variëren van plot tot stroomgebied en de temporele schalen van minuten tot decennia. Verlating van landbouwgronden is één van de voornaamste veranderingen in landgebruik in marginale regio's van Europese mediterrane landen. Er is echter niet veel bekend over de gevolgen van landverlating in relatie tot landdegradatie. Aan de ene kant leidt een toename in vegetatie tot vermindering van de erosie, maar aan de andere kant worden systemen voor bodemconservering niet langer onderhouden, wat kan leiden tot een toename van erosie. Om deze drie thema's te bestuderen is het Carcavo stroomgebied gekozen als studiegebied. Dit stroomgebied is gelegen in zuidoost Spanje en is representatief voor marginale landbouw in semi-aride gebieden.

In hoofdstuk 2 werden kwetsbare gebieden voor geulerosie geïdentificeerd voor verschillende scenario's van landverlating. Uit veldonderzoek bleek dat verlaten velden kwetsbaarder zijn voor geulerosie dan gecultiveerde velden. Dit kan verklaard worden door de toename van 'runoff' vanwege korstvorming en een afname van de waterbergingscapaciteit van de bodem. De ruimtelijke dynamiek van landverlating werd gesimuleerd met een ruimtelijk expliciet landgebruiksveranderingsmodel voor de periode 2004 tot 2015 en voor vier verschillende scenario's. De resultaten werden gebruikt om kwetsbare gebieden voor geulerosie te identificeren door gebruik te maken van een simpel GIS-model gebaseerd op de factoren die geulerosie beïnvloeden. Het areaal potentieel kwetsbare gebieden voor geulerosie nam in alle scenario's toe, variërend van 18 tot 176 hectare. De resultaten lieten zien dat de kwetsbare gebieden voornamelijk zijn gelegen langs de ingesneden droge rivierbeddingen. De combinatie van een groter risico op geulerosie op verlaten velden en de verwachte toename van landverlating is potentieel een groot probleem vanwege toegenomen landdegradatie en sedimentatie in de stuwmeren. De

identificatie van de kwetsbare gebieden voor geulerosie maakt het voor beheerders mogelijk om preventieve bodemconserveringsmaatregelen te treffen.

In hoofdstuk 3 werd de ontwikkeling van ruimtelijke heterogeniteit van vegetatie en bodemeigenschappen na landverlating bestudeerd. De samenstelling van de vegetatie werd beschreven, bodemmonsters werden verzameld en gedetailleerde luchtfoto's werden gemaakt voor twee series van verlaten velden, één op mergel en één op 'calcrete'. Deze luchtfoto's werden geclassificeerd in kale grond en vegetatie en voor elke plot werden de ruimtelijke metrieken berekend. De resultaten lieten zien dat herstel van de vegetatie en veranderingen in bodemeigenschappen na landverlating langzaam gaan en onder de semi-aride omstandigheden van het studiegebied minstens 40 jaar duren. De vegetatiesuccessie op calcrete bodems lijkt sneller te gaan dan op mergelbodems, waarschijnlijk omdat in de calcrete bodems meer water beschikbaar is door de vele stenen aan het oppervlak. Het organisch stof gehalte, de aggregaatstabiliteit en de elektrische geleidbaarheid waren allemaal significant hoger onder de vegetatie. Daarnaast werd een duidelijke lineaire relatie tussen de vegetatiebedekking en de meeste ruimtelijke metrieken gevonden. Deze relatie werd later in hoofdstuk 5 gebruikt voor het opschalen van vegetatiepatronen.

In hoofdstuk 4 werden erosie en terrasdoorbraken op verlaten velden in meer detail bestudeerd. Alle verlaten velden binnen het studiegebied werden in kaart gebracht en de eigenschappen van elk veld werden beschreven. Ook werden terrassen van verlaten en gecultiveerde velden gekarteerd en beschreven om te onderzoeken welke factoren de doorbraak van terrassen bepalen. Op veldniveau werd een gedetailleerd digitaal hoogte model gemaakt om de erosie sinds het moment van verlating te bepalen. De resultaten lieten zien dat meer dan de helft van de verlaten velden in het studiegebied matige tot ernstige erosie hebben. Uit de statistische analyse volgde dat deze velden significant steilere hellingen hebben, geterrasseerd zijn en granen als vorig landgebruik hadden. Factoren die het risico van terrasdoorbraken bevorderen waren: landverlating, een steilere helling van het terras, een leemtextuur, een dalpositie en struiken op de terraswal. De gereconstrueerde bodmerosie snelheid ( $87 \text{ ton ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ ) bevestigde het belang van geulerosie op deze verlaten geterrasseerde velden. Potentiële bodem- en waterconserveringsmaatregelen om bodmerosie tegen te gaan zijn het onderhouden van terraswallen en hervegetatie met inheemse grassoorten op plaatsen waar runoff zich concentreert.

Vegetatie in semi-aride gebieden wordt gekarakteriseerd door heterogene patronen van kale grond en vegetatie die belangrijke gevolgen hebben voor biotische en abiotische processen. In hoofdstuk 5 werd het opschalen van deze vegetatiepatronen met behulp van QuickBird satellietbeelden en gedetailleerde luchtfoto's beschreven. Op plotschaal werden gedetailleerde luchtfoto's gemaakt met behulp van een camerasysteem gemonteerd aan een

ballon gevuld met helium. Deze luchtfoto's werden geclassificeerd in kale grond en vegetatie om de vegetatiebedekking af te leiden. Op stroomgebiedschaal werden tien vegetatie-indexen afgeleid van een QuickBird beeld van het studiegebied. Deze indexen werden vergeleken met de geobserveerde vegetatiebedekking om te testen welke vegetatie-index de hoogste correlatie had. De meeste vegetatie-indexen hadden een slechte 'fit' met de geobserveerde vegetatiebedekking. Een eenvoudige regressie gebaseerd op de groene en rode reflectie had de beste fit met een  $R^2$  van 0,91. De slechte correlaties van de andere indexen zijn waarschijnlijk gerelateerd aan het afwijkende spectraal gedrag van semi-aride natuurlijke vegetatie. Deze is fysiologisch aangepast aan de semi-aride omstandigheden en heeft daardoor lagere nabij-infrarood reflecties. Hierdoor zijn de DVI gebaseerde indexen minder geschikt, omdat deze gebaseerd zijn op het verschil tussen de rode en nabij-infrarode reflectie. Voor de bepaling van de vegetatiebedekking in semi-aride gebieden zou de gekozen vegetatie-index altijd gekalibreerd moeten worden met lokale velddata.

Eén van de redenen voor schaalafhankelijkheid in bodemerosieonderzoek is de invloed van 'sinks', plekken waar extra water infiltreert en/of sedimentatie plaats vindt. Deze sinks verlagen de hydrologische connectiviteit en verminderen de gebiedsspecifieke runoff en sedimentopbrengst. In hoofdstuk 6 werden runoff en sedimentdynamiek op stroomgebiedschaal gesimuleerd met het LAPSUS model. De invloed van plot- en hellingschaal eigenschappen die de hydrologische connectiviteit beïnvloeden zijn daarbij meegenomen. Voor het Carcavo studiegebied waren vegetatiepatronen en landbouwterrassen de relevante sinks op respectievelijk plot en hellingschaal. De infiltratiemodule van LAPSUS werd uitgebreid met een 'runoff drempel' en een 'runoff coëfficiënt' om de invloed van deze runoff sinks te integreren in het model. Deze coëfficiënten werden afgeleid uit een database van regensimulaties. De resultaten laten zien dat de ruimtelijke verdeling van vegetatiepatronen en landbouwterrassen voor een belangrijk deel de hydrologische connectiviteit bepalen op stroomgebiedschaal. Runoff en sediment opbrengst voor het scenario zonder landbouwterrassen respectievelijk vier en negen keer hoger vergeleken met de huidige situatie. Ruimtelijke hydrologische en erosiemodellen zouden daarom rekening moeten houden met de relevante sinks op de onderliggende schaalniveaus, zodat runoff en erosie patronen correct gesimuleerd worden op grotere schaal.

In het laatste hoofdstuk van dit proefschrift werden de conclusies van de vorige hoofdstukken samengevat en de resultaten en implicaties van het onderzoek in relatie tot de drie centrale thema's bediscussieerd. Belangrijke aspecten van dit proefschrift die nader onderzoek verdienen zijn: hydrologische connectiviteit, ruimtelijke modellering van runoff en erosie en de multi-schaal benadering. Het in kaart brengen van de hydrologische connectiviteit na grote buien, zoals toegepast in het RECONDES project, is een relatief snelle methode om een goed overzicht te verkrijgen van de ruimtelijke verdeling van runoff

en erosie. Deze patronen kunnen dan gebruikt worden voor het kalibreren of valideren van ruimtelijke erosiemodellen. Het modelleren van runoff en erosie zou zich meer moeten focussen op de ruimtelijke patronen die belangrijk zijn voor de identificatie van erosie hotspots. Een multi-schaal benadering voor erosieonderzoek zorgt er voor dat de processen op fijnere schaal beter begrepen worden en dat de effecten op grotere (stroomgebied) schaal beter ingeschat worden.