

Bull. Soc. belge de Géologie	T. 88	fasc. 2	pp. 137-142	Bruxelles 1979
Bull. Belg. Ver. voor Geologie	V. 88	deel 2	blz.137-142	Brussel 1979

AKTIEVE HELLINGSEROSIE IN BELGIE.

door J. DE PLOEY (*)

RESUME. - Les sols sablonneux et sablo-limoneux, cultivés, sont assez susceptibles au glaçage qui favorise le ruissellement. Le ruissellement épisodique est actif, même sur les dunes continentales. Un indice de consistance a été proposé pour la prédiction du glaçage sur des sols limoneux où l'érosion peut atteindre 15 ton/ha/an. Des rigoles peuvent se former sur des pentes supérieures à 5% alors que des colluvions stratifiées se déposent également pendant de fortes pluies. Les sols bien structurés montrent une détachabilité relativement grande pour le splash. Sur des pentes faibles le débit solide du splash est inférieur à 15 kg/m/an.

Le ruissellement discontinu, hypodermique, et l'action biologique contrôlent largement l'érosion discontinue sous forêt.

La déflation éolienne intervient pendant des périodes sèches sur des champs sableux et sablo-limoneux.

Des glissements de terrain menacent en Flandre les collines à Paniselien dont la résistance au cisaillement est réduite. En Ardennes on a mesuré la gélifraction active sur des parois calcaires.

Il a été démontré que l'érosion pluviale a joué un rôle important dans les milieux périglaciaires weichseliens, notamment dans le dépôt des loess. De même les dunes continentales, tardiglaciaires et holocènes, ont été remodelées par l'érosion pluviale.

INLEIDING.

Dit artikel beoogt een overzicht te geven van recent onderzoek in België betreffende actieve hellingserosie door water, wind en massatransport. Hierbij wordt rekening gehouden met enkele resultaten bekomen in de buurlanden.

Hoewel de huidige hellingserosie in kultuurland bijna nooit katastrofale vormen aanneemt toch is het zeker - dit blijkt ook uit verklaringen van landbouwers - dat ze produktieverlies veroorzaakt. Derhalve heeft de studie der hellingserosieprocessen niet alleen academische maar ook praktische betekenis. De vooruitgang van de kennis der regionale oppervlaktehydrologie hangt nauw samen met de studie der erosieverschijnselen. Verder is het de

(*) Laboratorium voor Experimentele Geomorfologie,
Redingenstraat, 16 bis - B-3000 Leuven (België)

geomorfologen duidelijk geworden dat toekomstige morfogenetische interpretaties zullen moeten geschraagd worden door een betere kennis van de intrinsieke mechanismen van de erosie- en sedimentatieprocessen. Dit alles verklaart de groeiende belangstelling voor veldstudies en laboratoriumonderzoek dat aktualistisch geïntereerd is.

EROSIE OP AKKERGRONDEN EN DUINEN.

Zandgronden.

Zandgronden zijn zeer gevoelig voor verslemping zoals reeds in Nederland werd vastgesteld (BOEKEL, 1965). Het ontbreken van een kleifractie vermindert aanzienlijk de aggregaatstabiliteit. Druppelimpakt, vooral tijdens stortregens, veroorzaakt likwefaktie van de toplaag van de bodems waardoor sheetwash mogelijk wordt (DE PLOEY, 1971). Mede door likwefaktie is de infiltratiesnelheid van het regenwater in de toplaag beduidend geringer dan men zou vermoeden op basis van een meting van de doorlaatbaarheidscoëfficiënt k . Niettemin loopt deze infiltratiesnelheid op tot meerdere tientallen mm/uur neerslagekwivalent zodat afspoeling op zandige gronden veelal slechts sporadisch zal optreden. Wel wordt aangenomen dat pluviale sheetwash een belangrijke rol speelde bij het ontstaan van periglaciale glacijs op zandige tertiaire substraten (DE PLOEY, 1972).

MOEYERSONS en DE PLOEY (1976) hebben een experimenteel bekomen formule voorgesteld voor het spaterosietransport Q_α op hellingen met hellingsgraad α

$$Q_\alpha = K \cdot \sin \alpha^{0,75} \quad (Q_\alpha \text{ in m}^3/\text{m}/\text{jaar}).$$

Voor zandige substraten kan de waarde van de erosiegevoeligheidsfactor K schommelen tussen 0,05 en 0,1. Op zwakke hellingen van enkele %, zoals in de Kempen, zal Q_α niet meer bedragen dan 15 kg/m/jaar, gesteld dat de schijnbare dichtheid van de grond 1,5 bedraagt.

Uit recente terreininformatie blijkt dat winderosie episodisch actief kan zijn op akkergronden in de Kempen. Dit houdt verband met het verdwijnen van levende omheiningen waardoor de sleepkracht van de wind in het open landschap toegenomen is. In de zandstreken van Duitsland en Nederland stelt deze winderosie trouwens reeds reële problemen van bodembehoud (KNOTTNERUS en PEERLKAMP, 1972 - RICHTER, 1965).

Op de resterende continentale duinen blijkt winderosie soms minder belangrijk te zijn dan regenerosie. Dit werd vastgesteld op het duinstation-Kalmthout, gedurende de periode 1973-1978. De totale jaarlijkse deflatie bedroeg er niet meer dan 100 u/jaar en op de meeste plaatsen is het bedrag van de jaarlijkse ablatie-akkumulatie ter orde van 1-2 mm/jaar. Winderosie kan voorkomen tijdens hevige winterstormen met slagregens. Daarbij wordt makkelijk 2-5 mm grint in saltatie vervoerd (DE PLOEY, 1977). De infiltratiecapaciteit van duingronden kan periodisch fel afnemen wanneer het duin gekoloniseerd wordt door wieren, met een hydrofoob effect op de toplaag.

Zandleem- en leemgronden.

Hier wordt de regenerosie potentieel geactiveerd door de toegenomen reliefenergie. Op akkergronden in Haspengouw kan de erosie oplopen tot 15 ton/ha/jaar (BOLLINNE, 1977). Zulks betekent dat de ablatie 1 mm/jaar bedraagt, wat aanzienlijk is. GABRIELS, PAUWELS en DE BOODT (1977) maten in 1974, op een proefveld in de Vlaamse Ardennen, 1, 3 mm ablatie gedurende twee regenrijke herfstmaanden. De erosie kan dus intens zijn ook al is de erosiviteit van de regens, berekend vgl. de Wischmeier EI-index, eerder laag (LAURANT en BOLLINNE, 1976). Deze auteurs wijzen er op dat het erosief vermogen van de regens het grootst is tijdens de zomermaanden. Gelukkig is de bodemprotectie door de vegetatie dan ook het grootst. In het voorjaar biedt winterkoren een meer efficiënte protectie dan suikerbieten.

VANMAERCKE-GOTTIGNY (1967, 1977) stelt op leemhellingen van het Scheldebekken vast dat rill-erosie start op hellingen van 5 % en meer. Colluviatie domineert op hellingen kleiner dan 2 %. Geultjes (rills) ontwikkelen zich o. m. door terugschrijdende erosie in het trapvormig lengteprofiel. SAVAT (1975) heeft een aanvang gemaakt met de discussie van de hydraulische omstandigheden waaronder rillerosie plaats vindt. Korstvorming, door verslemping, bevordert zonder twijfel de aanleg van een trapvormig lengteprofiel waarbij de meer kompakte toplaag ondergraven wordt door wervelerosie.

Door colluviatie ontstonden (en ontstaan) akkertaluds terwijl holle wegen door geulerosie verder evolueren naar een konkkaaf lengteprofiel (BOLLINE, 1971- GULLENTOPS, 1957).

Uit erosiemetingen op het Sauvenière-station, nabij Gembloux, kon BOLLINE (1978) afleiden dat de best gestructureerde leemgronden relatief meer gevoelig zijn voor ejectie door spat (detachability) maar minder voor runofferosie. Ook recente laboratoriumexperimenten bevestigen de relatie met spaterosie. Bij goed gestructureerde gronden worden door druppelimpakt relatief grote aggregaten losgespat (DE PLOEY en MÜCHER, in druk). De beter gestructureerde gronden zijn minder slempig en vertonen een grotere infiltratiecapaciteit. De slempigheid van lemige gronden kan blijkbaar niet gekorreleerd worden met de klassieke Atterbergse consistentiegrenzen. Wel kon vastgesteld worden dat het verloop van de vloeigrenskromme kenmerkend is omdat stabielere gronden met een relatief grotere hoeveelheid water dienen vermengd te worden om de consistentie te verlagen. Zo werd uit de vloeigrenskromme een zgn. consistentie-index C₅₋₁₀ afgeleid waarvan de waarde toeneemt naarmate de bouwlaag minder slempig is (DE PLOEY, 1977 - DE PLOEY en MÜCHER, in druk). Op de plateaugronden van Brabant en Haspengouw is de bouwlaag veelal ontwikkeld in de B-textuurhorizont van het oorspronkelijk bosbodempromiel. Zo zijn deze gronden minder slempig dan deze van de heuvelstreken, waar deze kleiige B-horizont dikwijls reeds werd weggeërodeerd.

Het is niet zeker dat stenige bedekkingen, zoals in Condroz, de erosie reduceren. Uit experimenteel onderzoek blijkt dat de regenerosie kan geactiveerd worden door een steendek omdat een toegenomen ruwheid een toenemende turbulentie van de runoff veroorzaakt, zulks vooral op relatief steile hellingen. Er bestaat dus een kritische bedekkingsgraad, beneden dewelke aktivatie van de erosie kan optreden. Een dergelijk ambivalent effect van een ruwe bedekking werd ook reeds voor een grasvegetatie vastgesteld (DE PLOEY, SAVAT en MOEYERSONS, 1976).

Uit experimenten bleek dat leem als gestratificeerd colluvium kan afgezet worden op een zwakke helling, bv. 1 %, zelfs tijdens hevige regenheerslag. De afzetting van colluvium gebeurt dus niet alleen door afterflow (terminale afstroming nadat de regen ophoudt) of door smeltwater (MÜCHER en DE PLOEY, 1977). Sedimentatie tijdens stortregen treedt wel alleen op wanneer de ladingsconcentratie hoog is, minstens 100 gr/liter. Bij afterflow start de leemafzetting reeds vanaf 20 gr/liter, zulks wanneer geen druppels door de waterfilm inslaan. Uit vergelijkend mikromorfologisch onderzoek laboratorium-terrein kon MÜCHER besluiten dat een groot deel van de periglaciale Hesbayen-leem in de groeve van Tongrinne afgezet werd door pluviale afspoeling.

Het hoeft geen betoog dat door de verbeterde infrasruktuur de afvoertijden van de oppervlaktewaters in regel aanzienlijk ingekort zijn, waardoor door piekdebieten van de rivieren verhoging.

Tenslotte dient vermeld, op basis van informatie ingewonnen bij landbouwers uit de zandleemstreek van Binnen-Vlaanderen, dan ook daar windererosie plaatselijk kan actief zijn gedurende een droog voorjaar. Sommige velden dienen ingevolge deflatie te worden herbezaaid.

EROSIE ONDER BOS.

Vooral door het fysisch-geografisch en bodemkundig laboratorium van de Universiteit van Amsterdam werd de oppervlaktehydrologie, de hellingserosie en de sedimentatie in kleine stroombekkens van de Luxemburgse Ardennen gedurende de laatste jaren systematisch onderzocht.

Vooreerst blijkt dat de hydrologie moet begrepen worden in het licht van het schema van de lokale toevoer (partial area contribution). Daarbij blijkt dat (diskontinue) afstroming en bodemwaterstroming (throughflow) op hellingen onder beuk-eikbos eerder sporadisch optreden (IMESON en JUNGRIUS, 1974). Er zou vooral sprake zijn van een beperkte schuine afstroming in de bladstrooisellaag (litter flow), zoals ook bevestigd wordt door metingen in België (DE PLOEY, 1977). Onder de bladstrooiselhorizont infiltreert het water makkelijk in een poreuze A-horizont, waarvan de aggregaatsa-biliteit is verstevigd door organisch bodemplasma. Het is nog steeds de vraag in hoever de door ARNOULD-DE BONTRIDDER en PAULIS (1966) gesuggereerde hypodermische continue afpoeling optreedt.

De erosie verloopt op de beboste hellingen essentieel diskontinu. Vooral spaterosie is actief op grond die plaatselijk door gravende dieren aan de oppervlakte wordt gebracht (IMESON en KWAAD, 1976 - IMESON, 1977). Daarbij dienen te worden vermeld molshopen en grond opgebracht door veldmuizen en everzwijnen. Ook dient gedacht aan grond klevend aan de wortelstelsels van omgewaaide bomen. Plaatselijk kan de spaterosie oplopen tot 2 mm/jaar. De biologische activiteit bepaalt het jaarlijks ritme van de spaterosie, die meest intens is op het einde van de zomer-begin van de winter, vooraleer nieuwe bladerval de bodem toedekt. Spaterosie en fluviatiel transport treden op in combinatie met het door VAN ZON (1978) beschreven merkwaardige bladtransport. Sediment kleeft aan dode bladeren en bladtransport, door wind en water, kan tot een kwart van de totale sedimentafvoer verklaren.

Stootoevers van beken wijken achteruit door bodeminstorting, wegens het afbrokkelen van een kleiige fragipanhorizont, een proces beschreven door IMESON en JUNGRIUS (1977). Piekconcentraties van suspensiemateriaal in de beken kunnen soms eerder verklaard worden door de hevige regenintensiteit, i.v.m. de hoeveelheid spaterosie, dan wel door eigenlijke piekdebieten (IMESON, 1977).

MASSATransPORT.

DECLERCQ (1972) onderzocht de schuifweerstand van klei-houdende zanden en zandhoudende klei van de Yperiaan- en Paniseliaan-formaties, die de ondergrond vormen van heuvels in de Vlaamse Ardennen en zandgebieden. Daarbij bleek dat de kleinste wrijvingshoeken ϕ gevonden worden in het hoger zittende Paniseliaan, vooral in het kleirijke P1m. De wrijvingshoeken kunnen daar kleiner zijn dan 15° en schommelen tussen 5° en 15° , vooral na regenrijke perioden. Hier is het gevaar voor boden- en grondverschuivingen, inclusief mikros-lumping, dus zeer reëel, vooral wanneer de porieënwaterdruk wordt opgedreven door een grondwaterstuwung.

Drukontlastingsverschijnselen geven aanleiding tot de vorming van diagonale barstnetten en desquamatie in geconsolideerde formaties, o. m. in het Tertiair. Deze verschijnselen werden beschreven in het Tongeriaan, dat de basis vormt van de Hagelandse heuvels (DE PLOEY, 1977). De desquamatie op ravijnwanden wordt geactiveerd door winterse vorst-dooi cycli. Hierdoor treden afstortingen op in antropogene ravijnen, zoals deze van de Kesselberg bij Leuven. In het meer glauconietrijke, plastische bovenliggende Diestiaan wordt slumping waargenomen.

Merkwaardig is de meting, gedurende de winter 1970-1971, van actieve congelifRACTIE op kalksteenklifwanden, bij Sprimont (MICHEL, 1978). De afstorting, gedurende één winter, liep op tot het niet

onaanzienlijke bedrag van 38 cc/ m². Dergelijke metingen kunnen in de toekomst meer inzicht geven omtrent de differentiële gevoeligheid van paleozoische formaties voor congelifraktie en massatransport. EK (1976) heeft er op gewezen dat congelifraktie, afstorting en instorting actief zijn in grotten van de karstmassieven op paleozoisch substraat.

BESLUITEN.

Er werd heel wat vooruitgang geboekt in de kennis van de erosie en sedimentatie op leem- en zandleemgronden. Er stellen zich daarbij vragen omtrent de variaties van de erosiegevoeligheid van deze gronden i.v.m. de mechanische en fysico-chemische eigenschappen van de bouwlaag. In het onderzoek van de regenerosie worden nu deel-mechanismen zoals slempigheid, spaterosie (ejectie- en transportgevoeligheid), differentiële erosie door afstromend water, drempelvoorwaarden voor rill-erosie en differentiële colluviatie onderscheiden.

Er werd ook een aanvang gemaakt met de studie van de oppervlaktehydrologie en van de hoofdzakelijk diskontinue erosie van beboste gebieden. Opvallend daarbij is het impact van de biologische activiteit op het ritme en op de ruimtelijke verdeling van de erosie.

Men mag verwachten dat winderosie op zandige akkergronden in de toekomst zal toenemen, zulks gelet op de toegenomen openheid van het agrarisch areaal.

Het vermelde onderzoek heeft ook kwartaargeologische implicaties. Het is nu bewezen dat regenerosie in het Weichseliaan-periglaciale milieu actief was. Ook laatglaciale en holocene duinen konden "herwerkt" worden door afspoeling, waardoor de duinvormen afgerond werden. Loessleem blijkt sedimentatiegevoelig, zowel onder regen als bij afterflow en smeltwaterafstroming. De afzettingen zijn steeds gelaagd; daarbij overwegen in de laminae de frakties 0-30 en 0-50 micron, terwijl 30-50 micron laminae uiterst zelden voorkomen. Op het Kalmthoutse duinstation blijkt dat silt en stuifzand bij stormen samen langs de bodem vervoerd worden; ze kunnen dus ook samen neerslaan, zoals dit blijkbaar is gebeurd bij de sedimentatie van de lemige Weichseliaan-dekzanden. Vanuit metodologisch standpunt dient gewezen op het wederzijds aanvullend karakter van veldstudies en laboratoriumonderzoek. Een experimenteel onderzoek is wenselijk zo men de zuiver fysische relaties tussen de verschillende erosieparameters wil verduidelijken. Het veldonderzoek moet in de toekomst vooral gericht zijn op het onderkennen van de variabiliteit van erosie en sedimentatie in ruimte en tijd. Op deze wijze zullen bepaalde erosiesystemen dynamisch kunnen gedefinieerd worden in een bepaald regionaal kader. Hierbij dienen de relaties benadrukt tussen het ecosysteem en de morfogenetische processen.

BIBLIOGRAFIE.

- ARNOULD-DE BONTRIDDER, O. et PAULIS, L. (1966) - Etude du ravinement holocène en forêt de Soignes. - *Acta Geogr. Lov.*, 4, 182-191.
- BOEKEL, P. (1965) - Karakterisering van de slempigheid van zavelgronden door bepaling van de consistentie. - *Landbouwk. Tijdschrift*, 77, 7, 306-311.
- BOLLINE, A. (1971) - Les rideaux en Hesbaye gembloutoise. - *Bull. Soc. géogr. Liège*, 7, 61-67.
- BOLLINE, A. (1977) - La vitesse de l'érosion sous culture en région limoneuse. *Pédologie*, 27, 2, 191-206.
- BOLLINE, A. (1978) - Study of the importance of splash and wash on cultivated loamy soils of Hesbaye (Belgium). - *Earth Surface Processes*, 3, 71-84.
- DECLERCQ, A. (1972) - Parameteronderzoek betreffende grondverschuivingen op Yperiaan- en Paniseliaan-substraat. - *Tests Fak.Wet. K.U.Lewen*, 83 p.

- DE PLOEY, J. (1971) - Liquefaction and rainwash. *Z. f. Geomorphologie*, 15, 4, 491-496.
- DE PLOEY, J. (1972) - Enkele bevindingen betreffende erosieprocessen op zandig substraat. *Tijdsch. Belg. Ver. Aardr. st.*, 41, 1, 43-67.
- DE PLOEY, J. (1977) - Some experimental data on slopewash and wind action with reference to Quaternary morphogenesis in Belgium. *Earth Surface Processes*, 2-3, 101-106.
- DE PLOEY, J., SAVAT, J. and MOEYERSONS, J. (1976) - The differential impact of some soil loss factors on flow, runoff creep and rainwash. *Earth Surface Processes*, 1, 151-161.
- DE PLOEY, J. and MÜCHER, H. J. (1979) - A consistency index and rainwash mechanisms on Belgian loamy soils. *Earth Surface Processes (in druk)*.
- EK, C. (1976) - Les phénomènes karstiques. *Géomorphologie de la Belgique, Chap. 9*, 137-157.
- GABRIELS, D., PAUWELS, J. M. and DE BOODT, M. (1977) - A quantitative rill erosion study on a loamy sand in the hilly region of Flanders. *Earth Surface Processes*, 2-3, 267-260.
- GULLENTOPS, F. (1957) - L'évolution du relief depuis la dernière glaciation. - *Tijdsch. Belg. Ver. Aardr. st.* 26, 1, 71-87.
- IMESON, A. C. and JUNGERIUS, P. D. (1974) - Landscape stability in the Luxembourg Ardennes as exemplified by hydrological and (micro)pedological investigations of a catena in an experimental watershed. - *Catena*, 1, 3-4, 273-296.
- IMESON, A. C. and KWAAD, F.J.P.M. (1976) - Some effects of burrowing animals on slope processes in the Luxembourg Ardennes. *Geogr. Annaler*, 58, Ser. A, 4, 317-328.
- IMESON, A. C. (1977) - Splash erosion, animal activity and sediment supply in a small forested Luxembourg catchment. *Earth Surface Processes*, 2, 2-3, 153-160.
- IMESON, A. C. and JUNGERIUS, P. D. (1977) - The widening of valley incisions by soil fall in a forested Keuper area, Luxembourg. *Earth Surface Processes*, 2, 2-3, 141-152.
- KNOTTNERUS, D. J. en PEERLKAMP, P. K. (1972) - Het stuiven van grond, wat er tegen te doen? - *Bedrijfsontwikkeling*, 3, 175-179.
- LAURANT, A. et BOLLINE, A. (1976) - L'érosivité des pluies à Uccle (Belgique). - *Bull. Rech. Agr. Gembloux*, 11, 1-2, 149-168.
- MICHEL, R. (1978) - Etude cryoclastique d'une paroi calcaire à Sprimont (Belgique). *Tijdsch. Belg. Ver. Aardr. st.* 47, 2, 191-200.
- MOEYERSONS, J. and DE PLOEY, J. (1976) - Quantitative data on splash erosion, simulated on unvegetated slopes. *Z. f. Geom.*, *Suppl. Band 25*, 120-131.
- MÜCHER, H. J. and DE PLOEY, J. (1977) - Experimental and micromorphological investigation of erosion and redeposition of loess by water. - *Earth Surface Processes*, 2, 2-3, 117-124.
- RICHTER, G. (1965) - Bodenerosion, Schäden und Gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland. *Forsch. zur Deutschen Landeskunde*, 152, 592 p.
- SAVAT, J. (1975) - Discharge velocities and total erosion of a calcareous loess: a comparison between pluvial and terminal runoff. - *Revue Géom. dyn.* 4, 113-122.
- VANMAERCKE-GOTTIGNY, M. C. (1967) - De geomorfologische kaart van het Zwalmbekken. *Verh. Kon. Vl. Ak. Kl. Wet.*, 99, 93 p.
- VANMAERCKE-GOTTIGNY, M. C. (1977) - Hellingsmorfometrie en morfodynamische toestand der loesshellingen in Zuid-Oost Vlaanderen. *Verslag Contactgroepen NFWO (Scheik. Nat. Geofysica en Aardwet.)*, 261-273.

Mededeling voorgesteld tijdens de zitting van 3 April 1979.