

De evaluatie van bodemerrosie op de neolithische site van Ottenburg/Grez-Doiceau

Bart Vanmontfort¹, Joris De Man², Anton Van Rompaey³,
Roger Langohr⁴ & Benoît Clarys

1 Achtergrond

Hoewel bij de bedreiging van het archeologische erfgoed in Vlaanderen de aandacht vaak uitsluitend gaat naar (het groeiend aantal) bodemingrepen voor onder meer infrastructuurwerken en bedrijvzones, is er een toenemend besef dat bodemverlies door watererosie, landbewerking of het oogsten van gewassen⁵ een belangrijke vernietigende factor is voor het archeologisch erfgoed⁶. Een verantwoorde archeologische monumentenzorg dient dan ook met deze factoren rekening te houden. Tot op heden werden in de Belgische leemstreek echter nog geen studies uitgevoerd die de impact van intensieve landbouwtechnieken op het archeologisch erfgoed nagaan. Ook werd de erosieproblematiek nog onvoldoende geïntegreerd in het beschermingsbeleid.

Dit project, als deel van de Centrale Archeologische Inventaris (CAI), werd opgestart om iets van deze lacune in te vullen. Het is gericht op de evaluatie van de erosie op neolithische sites in Vlaanderen. Het einddoel van het project is het uitwerken van een methodologie om de mogelijke historische erosie op archeologische sites te evalueren. Deze evaluatie moet, samen met de analyse van actuele erosie-dreiging, voor individuele sites aanleiding geven tot het identificeren van acuut bedreigde zones of de wenselijkheid van een archeologische bescherming bepalen. De gegevens kunnen ook bijdragen tot specifiek beheer van sites, met name bij het opstellen van de best aangepaste conservatiemethode.

Tenslotte kon dit project worden gebruikt als *test-case* voor het gebruik van het Digitaal Hoogtemodel (DHM)-Vlaanderen in archeologische context⁷. Dit 'digitaal hoogtemodel' wordt momenteel voor Vlaanderen aangemaakt door het Ondersteunend Cen-

trum-GIS Vlaanderen in opdracht van de Vlaamse waterbeheerders, *i.e.* Administratie Water en Zeewezen en Aminal Water.

2 Context & keuze problematiek

Voor het proefproject werd de problematiek van het midden-Neolithicum in Vlaanderen als uitgangspunt genomen. Het midden-Neolithicum is, letterlijk, het midden van de nieuwe steentijd en komt overeen met de periode waarin het grootste deel van Vlaanderen op één of andere manier voedselproductie (landbouw) in zijn paleo-economie opneemt. De sites uit deze periode, globaal te situeren in de tweede helft van het 5de en de eerste helft van het 4de millennium v.Chr., worden vaak gekenmerkt door een schaarste aan gegevens. Duidelijk contrasterend met de grote oppervlaktes die bedekt zijn met oppervlaktevondsten en die de omvang van de sites aangeven, is het erg beperkt aantal sporen dat een licht werpt op de occupatiegeschiedenis van deze sites. De oorzaken voor deze beperkte gegevens worden zowel gezocht in de lokale bewaringstoestand⁸ als in de aard van de toenmalige occupatie en zijn vatbaarheid voor archeologische bewaring⁹. Daarnaast kan het eveneens te wijten zijn aan de beperkingen van het veelal kleinschalige onderzoek dat op deze sites uitgevoerd werd. Wellicht verklaart elk van deze elementen een deel van de lacune. Zonder een analyse van de precieze oorzaken bij individuele sites, kan een gericht beschermingsbeleid echter moeilijk worden onderbouwd vanuit wetenschappelijk oogpunt. De weinige nog bewaarde gegevens zouden nochtans prioritair moeten worden beschermd. Deze problematiek sluit dus erg nauw aan bij de beoogde doelstellingen van het project.

¹ Instituut voor het Archeologisch Patrimonium, recent hervormd tot het Vlaams Instituut voor het Onroerend Erfgoed (VIOE).

² Ondersteunend Centrum Gis-Vlaanderen, Brussel.

³ Labo voor Experimentele Geomorfologie, K.U.Leuven.

⁴ Labo voor bodemkunde, Universiteit Gent.

⁵ De huidige algemene erosie in de Midden-Belgische leemstreek wordt geschat op 26 ton ha⁻¹ jaar⁻¹ (gemiddelde waarde; Poesen *et al.* 2001).

⁶ o.a. English Heritage 2003.

⁷ Vanmontfort *et al.* 2003.

⁸ Burnez-Lanotte & Van Assche 1994; Burnez-Lanotte *et al.* 1995 a & b; Burnez-Lanotte *et al.* 1996; Crombé 1990; Doutrelepoint *et al.* 1996.

⁹ Cauwe *et al.* 2001.

In een eerste fase werd de site van Ottenburg/Grez-Doiceau in detail bekeken¹⁰. Deze is reeds lang gekend als neolithische site. Het is één van de weinige sites in Vlaanderen waar constructies uit het Neolithicum nog tot op vandaag in de microtopografie zichtbaar zijn gebleven. Toch bleef het onderzoek er totnogtoe beperkt en blijven veel vragen omtrent aard en omvang van de site onbeantwoord. Bovendien werd de site door Benoît Clarys intensief geprospecteerd en zijn duidelijke patronen zichtbaar in de spreiding van oppervlaktemateriaal die uitnodigen tot een verdere analyse¹¹. Tenslotte dient nog te worden vermeld dat, met uitzondering van de steilere hellingen, het plateau reeds lange tijd ontbost is. Zo is op de Ferraris-kaart¹² reeds een situatie afgebeeld die erg vergelijkbaar is met de huidige. Dit project omvatte dan ook een dubbel doel: 1. De identificatie van archeologische sporen in de huidige microtopografie en – indien mogelijk – het kenmerken van de aard en omvang van de archeologische site en 2. Het nagaan van de mogelijkheden voor het bepalen van historische en actuele erosie en aldus de identificatie van de acuut bedreigde zones. De combinatie van beide elementen moet op termijn toelaten om tot een specifiek beheersplan van de site te komen.

3 Methodologie

3.1 DIGITAAL HOOGTEMODEL

In elke fase van het onderzoek kon gebruik gemaakt worden van het DHM-Vlaanderen. Dit hoogtemodel bestaat uit een grote hoeveelheid driedimensionale punten beschreven door X-, Y- en H-coördinaten. Hierbij staan de X en Y voor de planimetrische coördinaten en de H staat voor de zwaartekracht gebonden hoogte ten opzichte van het referentievlak TAW (Tweede Algemene Waterpassing). De gemodelleerde afwijking in hoogte ten opzichte van GPS-metingen bedraagt 7 cm op kort gras en kan variëren tot 20 cm op plaatsen waar meer complexe vegetatie voorkomt. In landelijke gebieden, zoals te Ottenburg, werden de hoogtepunten ingewonnen met laserscanning. Dit levert punten op met een initiële puntendichtheid van gemiddeld 1 punt per 4 m². Het standaardproduct DHM-Vlaanderen, dat door het OC GIS-Vlaanderen zal worden verdeeld, heeft een lagere puntendichtheid van 1 punt per 20 m². Hierbij worden hoogtepunten op artificiële objecten uitgefilterd¹³. Toch kunnen de niet-uitgefilterde tussenbestanden binnen diverse disciplines aanleiding geven voor wetenschappelijk onderzoek. Voor deze studie werd er in het kader van een

samenwerkingsverband door het OC GIS-Vlaanderen reeds DHM-testdata ter beschikking gesteld met de hoogste dichtheid. Het werd gebruikt voor de analyse van de microtopografie en identificatie van hierin eventueel aanwezige archeologische sporen – met inbegrip van recente menselijke verstoringen –, voor het modelleren van de actuele erosie én voor de interpretatie en verwerking van boorgegevens (cf. infra) met het oog op het inschatten van de historische erosie.

3.2 HANDBORINGEN

In het kader van het project werd de mogelijkheid nagegaan om met behulp van handboringen de dieptes van natuurlijke bodemhorizonten te bepalen en op basis van deze dieptes een betrouwbaar idee te vormen van de historische erosie op de verschillende zones van de site.

Het uitgangspunt hierbij is dat de bodemerosie onder een bedekking van bos, i.e. het natuurlijke landschap in holoceen Vlaanderen, erg beperkt is. Vanaf zowat 7300 jaar geleden, bij het begin van het Neolithicum, ging de mens ingrijpend om met het landschap waarin hij vertoefde. Door ontbossingen allerhande, nodig voor de aanleg van akkers en weilanden en voor het optrekken van houten constructies, kwamen grotere delen van het bodemoppervlak bloot te liggen. Hierdoor kregen water en wind vrij spel, waardoor bodemerosie geïnitieerd werd. Het spreekt voor zich dat de impact van de mens op het landschap en het aandeel ontbost gebied sinds dat ogenblik sterk toegenomen is. De belangrijkste erosie dateert dan ook van later en is geassocieerd met de intensifiëring van de landbouw gedurende de Romeinse tijd en de Middeleeuwen, maar in het bijzonder nog met de landbouw van de laatste decennia die gepaard ging met ruilverkavelingen. Hierdoor verdwenen talrijke perceelsafsluitingen en is de oppervlakte van de akkers en dus de lengte van de hellingen binnen één perceel sterk gestegen.

In het licht van deze opmerkingen, kan de erosie sinds het Neolithicum in grote mate worden gelijkgesteld aan de totale erosie sinds het einde van de laatste loess-afzettingen en de belangrijkste bodemontwikkeling. Op basis van de dieptes van de natuurlijke bodemhorizonten kan bijgevolg een idee worden verkregen van de totale erosie die het neolithische oppervlak heeft aangetast. Voor de meest voorkomende natuurlijke bodem in de Vlaamse leem- en zandleemstreek, de zogenaamde Albéluvisol¹⁴, zijn de belangrijkste referentie-dieptes die van de boven- en ondergrens van de maximum klei-aanrijkingshorizont en de boven-

¹⁰ Vanmontfort *et al.* 2003.

¹¹ Clarys *et al.* in voorbereiding.

¹² Kaartblad 95(E8)2. Kabinetskaarten van de Oostenrijkse Nederlanden opgenomen op initiatief van Graaf de Ferraris, 1965, Koninklijke bibliotheek van België, Offsetfilmen en druk Gemeentekrediet van België (schaal 1:25.000), Pro Civitate.

¹³ Meer achtergrondinfo omtrent het DHM is beschikbaar in de nieuwsbrief 16 van GIS-Vlaanderen (http://web.gisvlaanderen.be/gis/downloads/Nbrief_16.pdf).

¹⁴ Op de bodemkaart van België staan deze bodems hoofdzakelijk gekarteerd als Abc, *i.e.* lemige, goed gedraineerde bodem met verbrokkelde textuur B horizont.

grens van de nog kalkhoudende loess. De oorspronkelijke diepte van deze bodemhorizonten hangt af van verschillende factoren, waaronder topografie (hellingconfiguratie, -oriëntatie en -graad) en oorspronkelijke hoeveelheid kalk in de loess. Dat variaties in elk van deze factoren de diepte beïnvloeden betekent dat de vergelijking van dieptes met gekende referentiewaarden of best mogelijke benadering van de oorspronkelijke/natuurlijke dieptes voorzichtig moeten worden geïnterpreteerd. De mogelijkheid om tot een betrouwbare interpretatie te komen moest dientengevolge worden bepaald. Bovendien diende nog te worden nagegaan in hoeverre de ondergrens van de klei-illuviatie horizont met behulp van handboringen, *i.e.* gestoorde bodemmonsters van beperkte omvang, kon worden bepaald.

In totaal werden verspreid over het hele plateau 200 boringen uitgezet, voornamelijk gericht op de identificatie van de huidige dieptes van colluvium, textuur B2-horizont, kalkhoudende loess en tertiair zand. De totale diepte van de boringen varieerde dan ook, afhankelijk van de diepte van het tertiair dek, tussen 50 en 425 cm. Deze boringen werden uitgevoerd met behulp van een standaard Edelman boor met een diameter van 5 cm. De locatie van de boringen werd bepaald op basis van de lokale (micro)topografie. X- en Y-coördinaten werden bepaald met behulp van een eenvoudige hand-GPS met een nauwkeurigheid van 2 tot 5 m. Voor het bepalen van de Z-coördinaat werd gebruik gemaakt van het DHM-Vlaanderen (*cf. supra*). Een rasterbestand met gridcellen van 2 bij 2 m werd aangemaakt op basis van het DHM met hoge resolutie (één punt per 4m²) met behulp van de *nearest neighbour* interpolatie-methode. Gezien de hoge resolutie van het DHM leverde dit voldoende nauwkeurige resultaten.

3.3 MODELLERING VAN ACTUELE EROSIË

Van het gebied werd een gedetailleerde schatting van de actuele bodemerrosie opgesteld. Hiervoor werd gebruik gemaakt van het model WaTEM/SEDEM.¹⁵ Dit is een ruimtelijk gedistribueerd model dat de geërodeerde bodemdeeltjes via 2-dimensionale afstromingsalgoritmen over het landschap verdeelt. De sedimentproductie veroorzaakt door watererosie in iedere gridcel wordt geschat met behulp van een 2D-toepassing van de Universele Bodemverlies Vergelijking¹⁶. Het geproduceerde sediment wordt verder stroomafwaarts gevoerd indien de transportcapaciteit in iedere gridcel voldoende groot is. In de gridcellen waar er meer sediment toekomt dan de lokale transportcapaciteit is er sedimentatie.

WaTEM/SEDEM maakt ook een schatting van de bodemverplaatsingen door bewerking van het landbouwland. Sedimentfluxen veroorzaakt door bo-

dembewerkingen worden geschat aan de hand van vergelijkingen voorgesteld door Govers *et al.* 1994. Convexe hellingen verliezen netto bodemmateriaal dat wordt geaccumuleerd in de concave gedeelten van het landschap. Colluviale taluds kunnen zich vormen aan perceelsgrenzen.

Het uiteindelijke resultaat van zowel bodemerrosie door water als bodemerrosie door bewerking is een rasterbeeld met voor iedere gridcel een gemiddelde bodemerrosie of depositie waarde uitgedrukt in ton/ha.j. Gridcellen met een netto-bodemerrosie hebben een negatieve waarde, gridcellen met een netto sedimentatie hebben een positieve waarde. Het eindresultaat van een WaTEM/SEDEM toepassing zijn drie rasterbeelden: een rasterbeeld met de geschatte watererosie, een rasterbeeld met de geschatte bewerkingserosie en een rasterbeeld met de totale erosie. De totale erosie is de som van watererosie en bewerkingserosie.

Ook voor dit deel van het project werd gebruik gemaakt van een rasterbestand met gridcellen van 2 bij 2 m, op basis van het DHM met hoge resolutie. De bodemerrosiegevoeligheid werd geschat aan de hand van textuurgegevens die afgeleid werden van de digitale bodemkaart Vlaanderen (OC-GIS Vlaanderen). Voor de erosiviteit van de neerslag werd gebruik gemaakt van het lange termijnsgemiddelde van de neerslagerosiviteit waargenomen te Ukkel. Gegevens met betrekking tot het landgebruik en de perceelsstructuur werden afgeleid van het bestand Landbouwpercelen 2000 (Vlaamse Landmaatschappij). Voor alle landbouwpercelen werd een gemiddelde gewas- en bedrijfsvoeringsfactor van 0.37 (-) gebruikt en een bewerkingserosiecoëfficiënt van 500 (kg.m⁻¹). Voor de transportcapaciteitscoëfficiënt werd een waarde van 200 gebruikt voor akkerland en een waarde van 100 voor bos- en weideland. Dezelfde constanten werden gebruikt voor de Bodemerrosiekaart Vlaanderen¹⁷. Voor deze studie werd de ploegrichting op de landbouwpercelen niet in rekening gebracht. Er werd aangenomen dat er op lange termijn geen systematische ploegrichting wordt aangehouden.

4 Resultaten

4.1 ANTROPOGENE SPOREN IN DE MICROTOPOGRAFIE

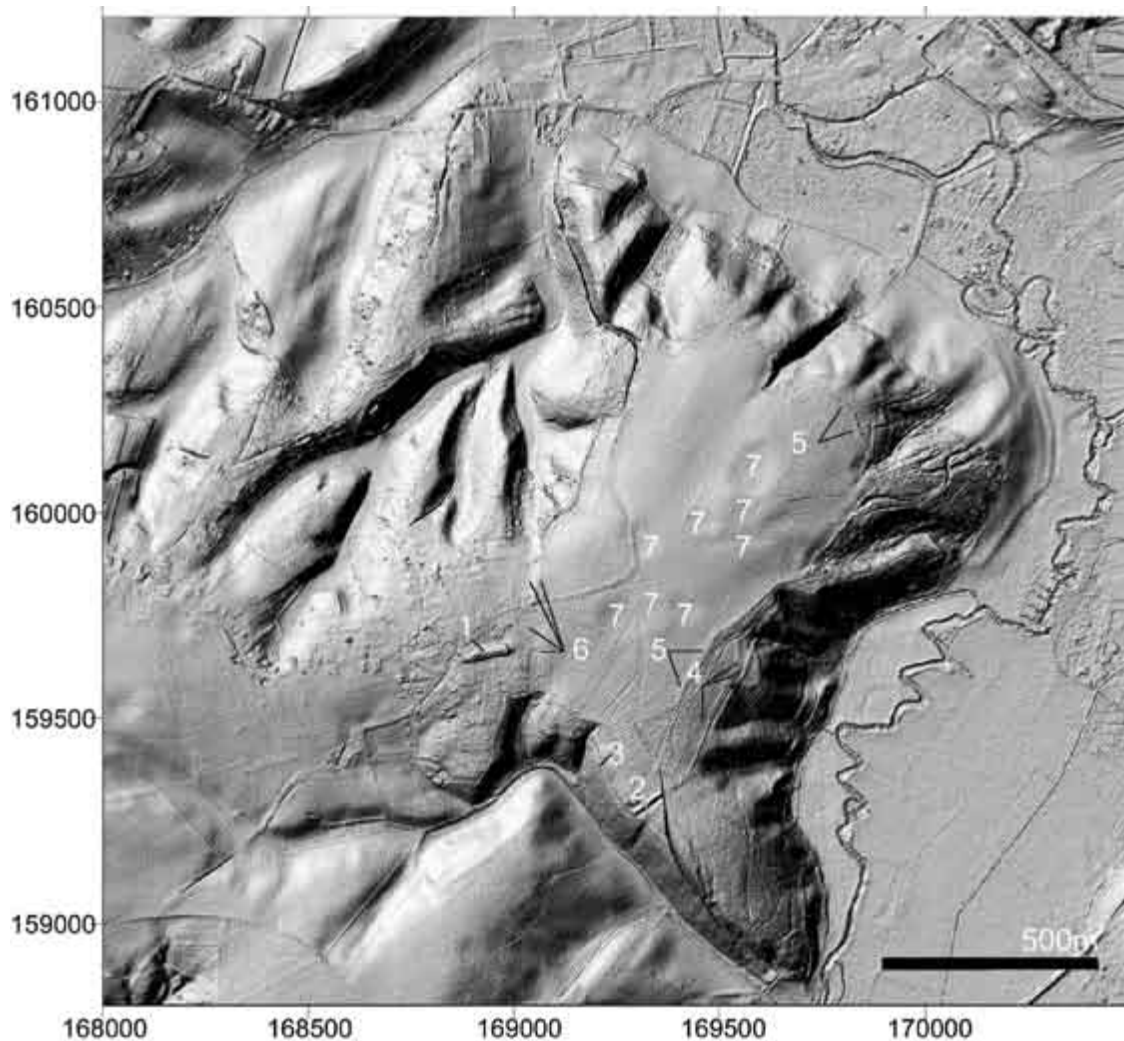
In het DHM van het betreffende gebied (fig. 1) zijn – door de hoge resolutie – heel wat antropogene sporen zichtbaar. Eén van deze is de *Tomme*, die overigens ook op de topografische kaart op 1/10.000 aangeduid is. Deze artificieel opgeworpen wal van zowat 125 m lang, 40 m breed en 3 tot 3,5 m hoog is sinds 1974 beschermd als landschap¹⁸. Voor zover bekend werd dit monument nooit aan een degelijk archeologisch onderzoek onderworpen en blijft een datering en vergelijking met neolithische *longbarrows* speculatief.

¹⁵ Van Oost *et al.* 2000; Van Rompaey *et al.* 2001.

¹⁶ Desmet & Govers 1996.

¹⁷ Van Rompaey *et al.* 2000.

¹⁸ Afdeling Monumenten en Landschappen, Object 000397 & dossier nr 000405.



- 1 Uittreksel uit het DHM-Vlaanderen (©) AMINAL-afdeling water, AWZ, OC GIS-Vlaanderen. 1: De 'Tomme' 2: Neolithische wal en gracht in het Bois de Laurensart (cf. de Loë & Rahir 1924) 3: Tallud ten westen van de neolithische wal en gracht (cf. de Loë & Rahir 1924) 4: Verder verloop en ontubbeling van de wal in het Bois de Laurensart 5: Accumulatie van sediment op de scheiding tussen bos en akkers 6: Wal en gracht aan de toegang tot het plateau 7: Gesloten concaviteit.
- Extract from the DTM for Flanders. 1: 'De Tomme' 2: Neolithic ditch and bank in the Laurensart forest (cf. de Loë & Rahir 1924) 3: Talud west of the neolithic ditch and bank (cf. de Loë & Rahir 1924) 4: Further course and splitting of the bank at the Laurensart forest 5: Sediment accumulation on the edge between forest and agricultural land 6: Ditch and bank at the entrance to the plateau 7: Closed concavity.

Het tweede restant van prehistorische occupatie dat op het DHM duidelijk zichtbaar is, is een gracht en wal gelegen in het Krakelbos (*Bois de Laurensart*, Grez-Doiceau) (fig. 2). Deze 90 m lange wal werd in het begin van de 20ste eeuw archeologisch onderzocht¹⁹, waardoor hij kon worden gedateerd in het midden-Neolithicum. Oorspronkelijk werd hij nog geïnterpreteerd als grafheuvel, maar ondertussen wordt algemeen aanvaard dat hij deel uitmaakt van een neolithische *enclosure*²⁰. De precieze omvang van deze *enclosure* bleef tot nu echter een punt van discussie. Benoît Clarys had in de microtopografie onder bos opgemerkt dat de wal ook naar het oosten toe verder te volgen was. Dit vermoeden wordt vandaag,

dankzij het DHM, bevestigd. De wal, duidelijk zichtbaar als een lichte verhevenheid in de microtopografie (fig. 3) sluit de volledige zuidelijke landtong af en loopt verder op de zuidoostelijke rand van het plateau, alwaar hij zelfs ontubbelt. De layout van deze wal doet vermoeden dat de *enclosure* oorspronkelijk het ganse plateau, min of meer 90 ha groot, afsloot. Verschillende andere sporen, zichtbaar op het DHM, kunnen van deze wal deel uitmaken. Zo ook het talud op de plateaurand ten westen van de door de Loë en Rahir onderzochte wal (fig. 4). In dit geval is het ook erg waarschijnlijk dat de westelijke verbinding van het plateau met de rest van het plateau van Ottenburg op het nauwste punt was afgesloten. Op deze plaats,

¹⁹ de Loë 1910; de Loë & Rahir 1924.

²⁰ o.a. Dijkman 1981.



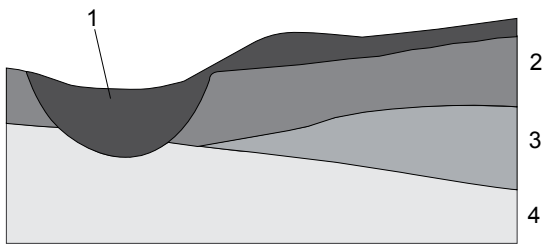
2 *Neolithische wal en gracht in het Krakelbos.*
Neolithic ditch and bank in the Laurensart forest.



3 *Lichte verhevenheid in de microtopografie: het vervolg van de neolithische wal.*
Gentle inclination in the microtopography: the continuation of the Neolithic bank.

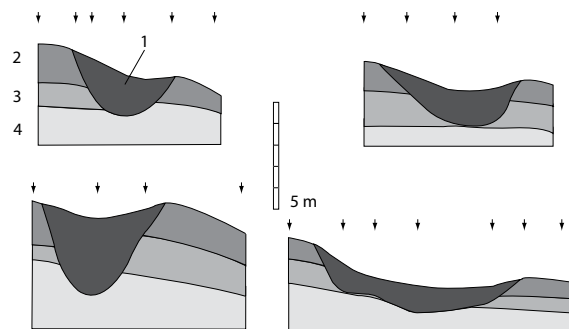


4 *Talud ten westen van de neolithische wal en gracht.*
Talud west of the Neolithic ditch and bank.



5 *Hypothetische sectie van de wal en gracht op basis van enkele boringen. 1: Colluvium/vulling/opgeworpen sediment 2: Ontkalkte leem 3: Kalkhoudende leem 4: Tertiair zand substraat.*

Hypothetical section of the ditch and bank based on hand augering. 1: Colluvium/ filling/artificial bank 2: Decalcified loess 3: Calcareous loess 4: Tertiary sand substrate.

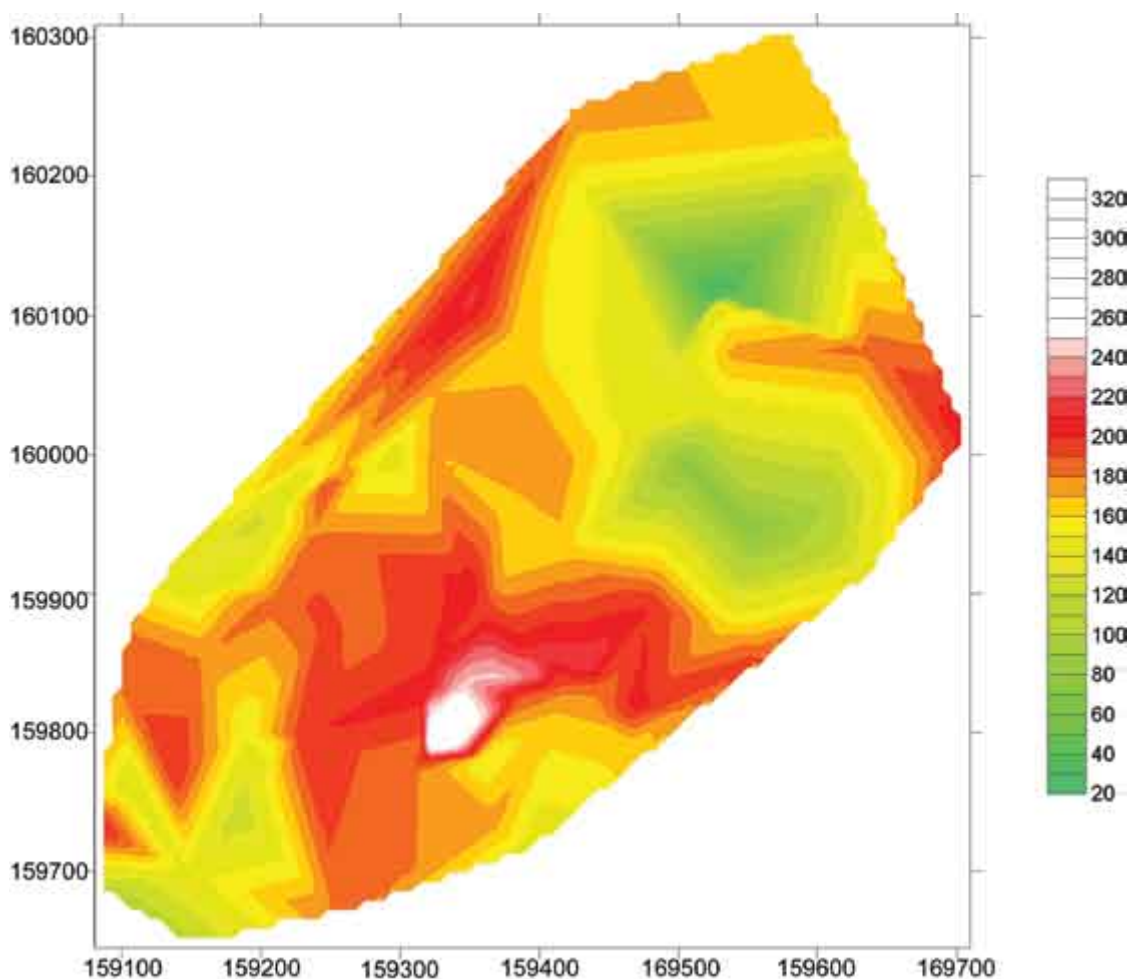


7 *Hypothetische sectie van enkele gesloten concaviteiten op basis van de handboringen 1: Colluvium/vulling 2: Ontkalkte leem 3: Kalkhoudende leem 4: Tertiair zand substraat.*

Hypothetical section of some of the closed concavities based on hand augering. 1: Colluvium/ filling 2: Decalcified loess 3: Calcareous loess 4: Tertiary sand substrate.



6 *Gesloten concaviteit.*
Closed concavity.



8 Dieptes van de kalkhoudende loess onder het oppervlak zonder eventueel colluvium.

Depths of the subsurface calcareous loess relative to the current surface minus the colluvium.

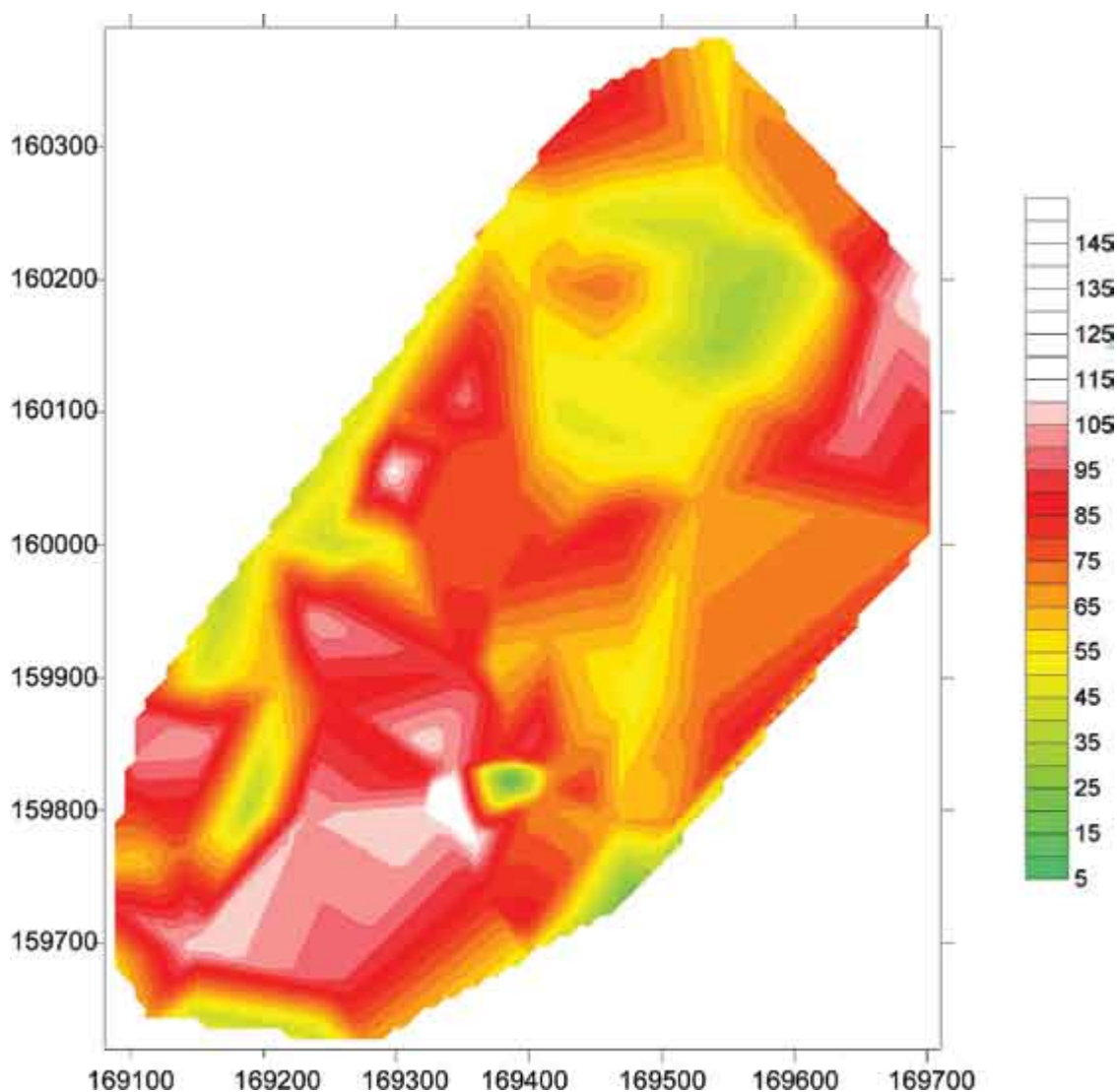
net ten oosten van de *Tomme*, is inderdaad een lichte verhevenheid en depressie zichtbaar. Met behulp van boringen kon worden bevestigd dat het de restanten zijn van een nog zowat 80 cm hoge wal en een ten opzichte van het huidige oppervlak meer dan 3,5 m diepe gracht (fig. 5). Deze layout van de *enclosure* en de ligging van de *Tomme*, doet vermoeden dat ook deze heuvel van neolithische ouderdom is.

Ten slotte zijn op de top van het plateau verschillende concaviteiten en gesloten depressies zichtbaar (fig. 6). De meeste zijn zichtbaar op de zuidoostelijke punt van het plateau van Ottenburg, maar ook ten westen ervan zijn er nog een aantal duidelijk te zien. De diameter van de meestal cirkelvormige gesloten depressies op het zuidoostelijke plateau varieert van 60 tot 140 m. Slechts één concaviteit is langwerpiger, met een lengte van 190 m en een totale breedte van 45 m. Op basis van de boringen kon worden aangetoond dat de gesloten depressies tot verschillende dieptes waren uitgegraven (fig. 7). De meeste ervan zijn uitgegraven doorheen de B2t en de kalkhoudende loess, tot een stuk in het tertiair zand, terwijl andere een stuk minder diep zijn en slechts reiken tot in de kalkhoudende loess of tot net onder de B2t-horizont. Opvallend is dat nergens een opgeworpen wal rond

de structuren is teruggevonden. Dit wijst erop dat al het geëxtraheerde bodemmateriaal is geëxporteerd. Mogelijkheden zijn de extractie van de ontkalkte en in klei aangerijkte leem voor de productie van baksteen of de extractie van kalkhoudende loess voor de 'bekalking' van de akkers. Aangezien vele uitgegraven zijn tot een stuk in het tertiair zand, biedt geen van deze mogelijkheden een voldoende verklaring van het fenomeen. Ten slotte kan het sediment ook zijn gebruikt om bijvoorbeeld tumuli te construeren. Ook deze verklaring is weinig waarschijnlijk aangezien met uitzondering van de *Tomme*, die wellicht werd opgetrokken uit het zandige sediment onmiddellijk errond, en de neolithische wal, die werd geconstrueerd met sediment dat uit de gracht was gehaald, sporen voor dergelijke constructies ontbreken in de onmiddellijke omgeving.

4.2 EVALUATIE VAN DE HISTORISCHE EN ACTUELE EROSIË

De diepte van de kalkhoudende loess ten opzichte van het huidige oppervlak wordt vaak gebruikt als argument voor het bepalen van de hoeveelheid bodemerrosie. Deze grens is vrij makkelijk te bepalen en



9 *Diepte ondergrens van de klei-aanrijkingshorizont onder het oppervlak zonder eventueel colluvium.*

Depth of the subsurface clay-eluvation horizon relative to the current surface minus the colluvium.

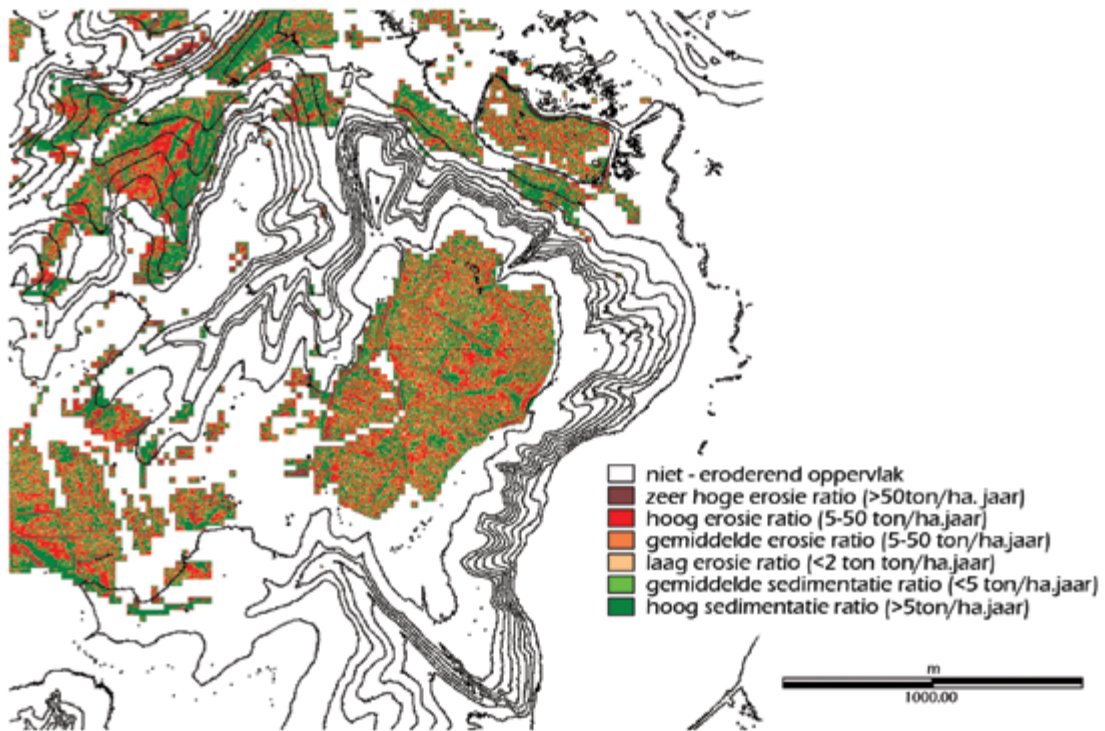
ondertussen zijn op verschillende plaatsen in Vlaanderen cijfers bekend voor de vermoedelijke diepte zonder bodemerosie die als referentie kunnen worden gebruikt. Zo bevindt de kalkhoudende loess zich in het Bertembos, op zowat 15 km ten noorden van de site te Ottenburg, in schijnbaar door de mens ongestoorde context, op 2,5 m²¹. Deze waarde mag dan ook als best mogelijke benadering van de referentie-diepte worden aanzien.

Op de site varieert de diepte van de kalkhoudende loess tussen 100 en 245 cm (fig. 8). Op het centrale, vlakke deel van het plateau bevindt ze zich veelal op een diepte tussen 200 en 245 cm. Op de noordoostelijke helft van het plateau en in de zuidwestelijke hoek variëren de waarden tussen 1,5 en 1,9 m. Op de steilere randen van het plateau is geen kalkhoudende loess teruggevonden wegens de aanwezigheid van een ondiep tertiair substraat.

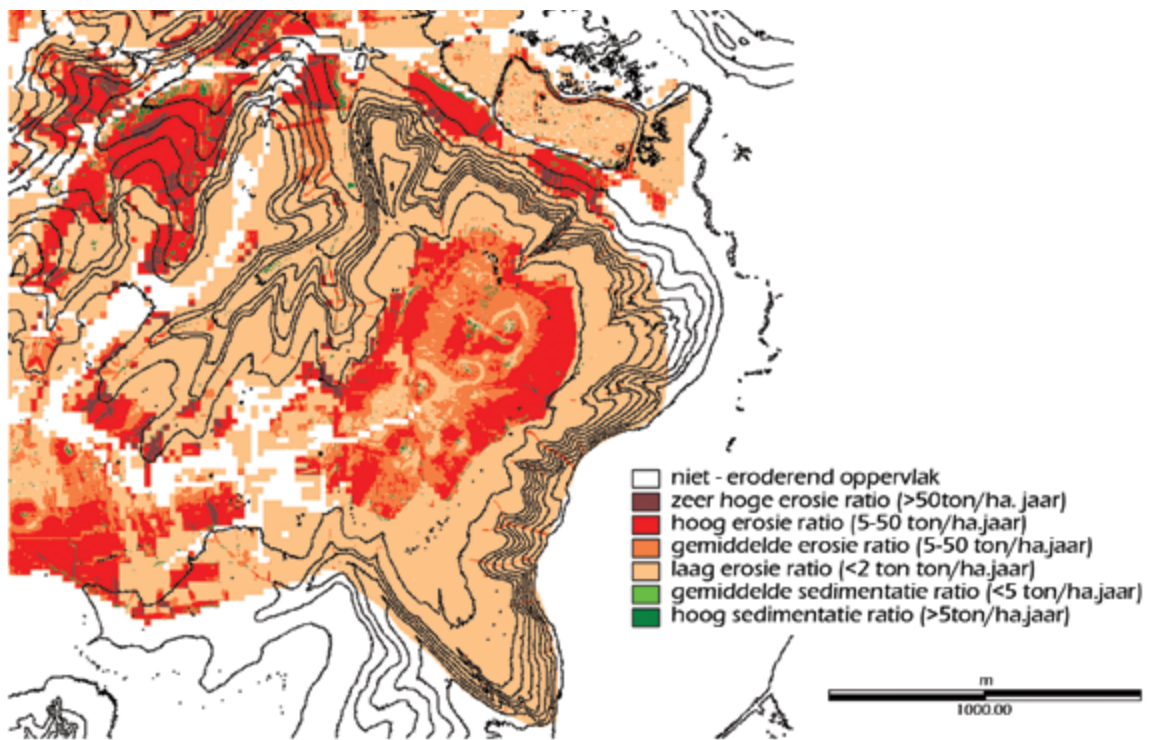
De diepte van de textuur B2-horizont laat een iets minder homogeen patroon zien (fig. 9). Dit is zeker gedeeltelijk te wijten aan de moeilijkheid om de onderkant van deze bodemhorizont met behulp van een boor te bepalen. Desalniettemin lijkt de diepte van de textuur B2-horizont het patroon van de kalkhoudende loess te bevestigen: op het centrale, vlakke deel van het plateau bevindt deze onderkant zich op zowat 100 cm – wat min of meer overeenkomt met de veronderstelde oorspronkelijke waarde (100 tot 130 cm) – terwijl het op de noordoostelijke helft en zuidwestelijke hoek een stuk minder diep gelegen is, tussen 50 en 70 cm.

Vanuit deze gegevens en het geobserveerde patroon kunnen enkele conclusies worden getrokken omtrent de historische erosie op het plateau. Er kunnen een viertal zones worden afgebakend: het centrale, vlakke deel, de noordoostelijke, zwak hellende helft, de zuidwestelijke, eveneens zwak hellende hoek en de

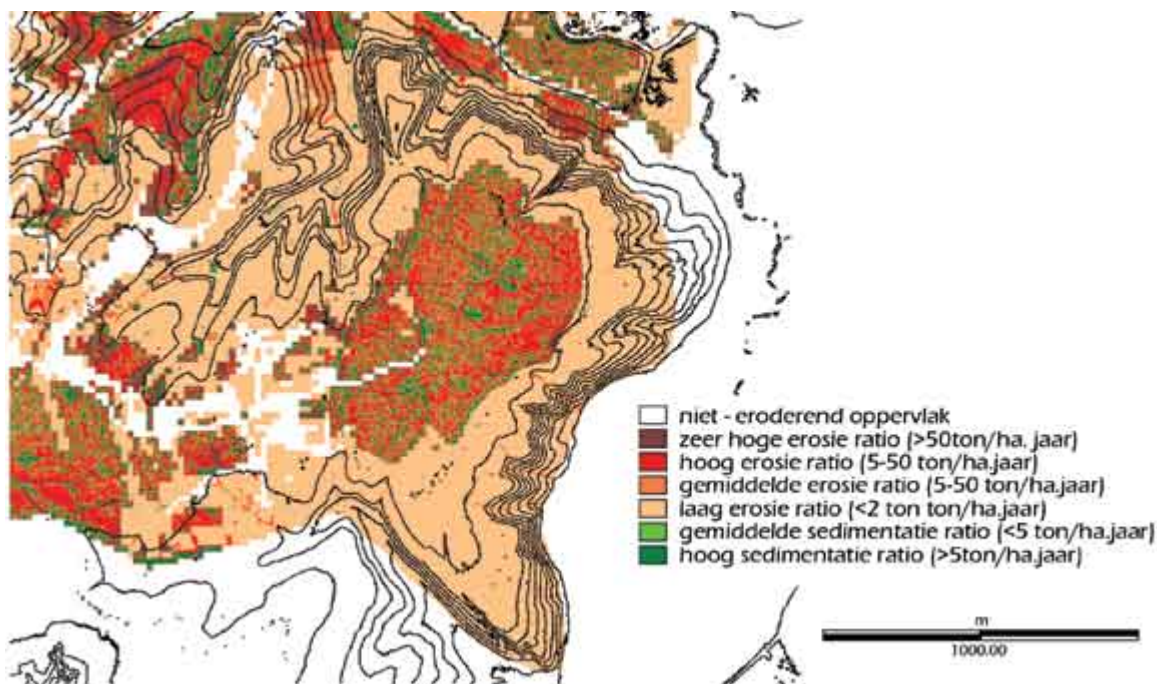
²¹ Roovers 2000.



10.1



10.2



10.3 Voorspellingsmodel van de actuele erosie onder invloed van water- en bewerkingserosie. 10.1: Op basis van bewerking. 10.2: Op basis van watererosie. 10.3: Het totaalbeeld.

Prediction model of the current erosion rate by water and tillage erosion. 10.1: Based on tillage erosion. 10.2: Based on water erosion. 10.3: Integrated model.

sterker hellende randen van het plateau. De eerstgenoemde, vlakke zone blijkt grotendeels gespaard te zijn van veel bodemverlies door erosie. De kalkhoudende loess bevindt zich hier op een 'normale' diepte van 2,5 m, terwijl ook de onderkant van de textuur B-horizont zich op min of meer de oorspronkelijke diepte bevindt. De minder diepe waarden voor beide bodemhorizonten in het noordoostelijke en zuidwestelijke deel van het plateau wijzen er op een matige bodemerosie. Aangezien de oriëntatie en hellingsgraad van de hellingen eveneens een rol spelen in de diepte van de ontkalking en bodemontwikkeling kunnen we de hierboven aangegeven oorspronkelijke waarden niet simpelweg verminderen met de geobserveerde waarden om een schatting te maken van de historische erosie. Oost en noord hellingen zijn immers doorgaans minder diep ontkalkt dan zuid en west hellingen; steilere hellingen zijn minder diep ontkalkt dan vlakke delen van het plateau door een groter bodemoppervlak evenals een aandeel van afvloeiend water op en onder het bodemoppervlak. Bovendien moeten we wellicht opletten met het vergelijken van gegevens uit vrijwel ongestoorde en steeds beboste context met deze van oud landbouwland. Enerzijds is er een uitgesproken hogere waterpercolatie door de bodem onder akker maar anderzijds zal de ontkalking door dit water sterk verminderen vanaf het ogenblik dat men de bodems onder landbouw is gaan bekijken. Toch kunnen we veronderstellen dat de lagere waarden het gevolg zijn van een combinatie van de minder diepe bodemontwikkeling en een matige bodemerosie. De precieze hoeveelheid historische erosie kunnen we, door de hierboven aangegeven complexi-

teit, niet bepalen. Ze zal in de noordoostelijke zone evenwel kleiner of gelijk zijn geweest aan een halve meter. De afwezigheid van kalkhoudende loess op de randen van het plateau, ten slotte, is te wijten aan het dunne pakket loess dat er oorspronkelijk heeft gelegen. Tegen de rand van het bos, dat de steile hellingen naar de Dijlevallei bedekt, dagzoomt het zandige substraat zelfs. Waar wel loess is bewaard, bevindt de textuur B-horizont zich vaak minder diep dan 50 cm of is er totaal afwezig, wat er dan weer op wijst dat bodemerosie er wel vrij belangrijk is geweest. Rekening houdende met de hierboven beschreven complexiteit, is het echter erg moeilijk om een precieze schatting te maken hiervan.

Het predictieve model van actuele erosie op het plateau is makkelijker te interpreteren (fig. 10). De sterkste actuele erosie vindt plaats onderaan de langere en steilere hellingen aan de rand van het plateau. Dit geërodeerde sediment wordt afgezet op de rand van de akkers, tegen het bos aan. Dat dit proces ook effectief aan de gang is, wordt door het DHM bevestigd. De accumulatie van sediment resulteert er in een lichte verhevenheid (fig. 1: 5). Het centrale deel van het plateau, daarentegen, wordt over het algemeen door lage erosiewaarden gekenmerkt. In dit opzicht vertoont het model van actuele erosie een grote overeenkomst met het patroon van historische erosie op het plateau, inclusief de lichtjes hogere erosiewaarden op de noordoostelijke en zuidwestelijke delen van het plateau.

Aangezien de topografie een belangrijke bepalende factor is in het predictieve erosiemodel is het vrij logisch dat de microtopografische *features* van het

DHM ook in deze evaluatie duidelijk zichtbaar zijn. Zo vindt heel wat erosie plaats op de hellingen van de gesloten concaviteiten. Het sediment van deze erosie zet zich vervolgens af naar het centrum van de depressies. Niettegenstaande dat de gemodelleerde erosiewaarden op de rand van deze concaviteiten erg beperkt zijn, resulteert dit proces op termijn in een regressie van de rand van de concaviteiten, alsook in hun uitbreiding. Ten slotte is ook de weg zichtbaar die het noordoostelijke deel van het plateau in twee snijdt. De weg zelf wordt gekenmerkt door weinig erosie, terwijl ze eroderend sediment ophoudt waardoor een talud gevormd wordt.

Een volgende stap in de analyse is de gedetailleerde vergelijking van de erosiepatronen met de artefactenspreiding op het plateau. Dit wordt mogelijk gemaakt door de nauwkeurige registratie van de locatie van de artefacten bij het inzamelen²². Zo werden de belangrijkste concentraties van oppervlaktemateriaal teruggevonden in de zuidwestelijke zone van het plateau²³, een zone die op basis van de erosiepatronen reeds aan erosie onderhevig is geweest en nog steeds door actuele erosie wordt bedreigd. Het is echter niet duidelijk hoe dit patroon kan of moet geïnterpreteerd worden. Aangezien we er van uit gaan dat artefacten niet door watererosie en vrij beperkt door bewerkingserosie verplaatst worden, corresponderen de concentraties zeker met de zones waar de artefacten ooit zijn achtergelaten. Door de voortdurende bodemerosie in deze zones, is het mogelijk dat heel wat van deze artefacten uit archeologische sporen naar boven werden en worden geploegd. In deze optiek kan de veel kleinere hoeveelheid artefacten in de vlakke, centrale zones van het plateau te wijten zijn aan de afwezigheid van bodemverlies door erosie en aldus het verhinderen van bovenploegen van 'vers' archeologisch materiaal. Ze hoeft er dan ook niet op te wijzen dat in deze zones geen neolithische bewoning of archeologische sporen aanwezig (geweest) zijn. Die zones waar totnogtoe weinig artefacten aan het oppervlak werden gevonden kunnen om die reden dan ook niet van verder onderzoek worden uitgesloten.

5 Discussie en conclusies

Uit de eerste resultaten van dit onderzoek blijkt de onschatbare waarde van het DHM-Vlaanderen, zowel op het vlak van het wetenschappelijk onderzoek als voor de archeologische monumentenzorg. Het laat toe om gekende antropogene sporen in de ruimere landschappelijke context te plaatsen. Bovendien laat het ook toe om nog ongekende restanten te identificeren en dit eveneens onder bos, waar de bewaring van archeologische sporen vaak omgekeerd evenredig is met de kennis ervan. Dit maakt het alvast een onmisbare hulp in de archeologische prospectie. Daarnaast kan het gebruikt worden in de evaluatie en het beheer van

archeologische sites. Zo toont de toepassing in Ottenburg/Grez-Doiceau dat het een belangrijk hulpmiddel is bij de evaluatie van historische erosie en bij de identificatie van zones die actueel zwaar onder erosie te lijden hebben. Daarnaast wordt het in de toekomst ongetwijfeld een belangrijk hulpmiddel bij de organisatie van het bodemonderzoek op archeologische sites.

Dankzij dit project hebben we een beter inzicht gekregen in de mogelijkheden om historische en actuele erosie te bepalen. Hoewel de complexiteit van de bodemontwikkeling niet toelaat om op basis van de handboringen tot een precieze bepaling van de totale historische erosie te komen, konden verschillende zones worden geïdentificeerd die in een verschillende mate onder bodemerosie te lijden hebben. Het model van actuele erosie resulteert wel in meer precieze data. Het laat toe om erg gedetailleerd de bedreiging van erosie op een archeologische site te bepalen. De extrapolatie van deze gegevens naar het verleden is echter niet mogelijk, waardoor het op zich geen maatstaf kan zijn voor de determinatie van historische erosie. De combinatie van de patronen van historische en actuele erosie laat ons echter wel toe om verdere uitspraken te doen. De goede correlatie van beide in termen van erosie en sedimentatie toont aan dat het predictieve erosiemodel in het geval van Ottenburg toch een beeld geeft van de historische erosie en dat het wel degelijk mogelijk is om met behulp van handboringen eerder algemene patronen van historische erosie te bepalen. In de toekomst zou dit model dan ook moeten worden gebruikt om een goed eerste idee te krijgen van de acuut bedreigde zones en om vervolgens een verdere evaluatie op het terrein te sturen.

De zones die te Ottenburg werden aangegeven dienen te worden vertaald in beheersnoden. Zo dient de door erosie geteisterde zuidwestelijke sector, waar een dichte concentratie artefacten wijst op het grote archeologische belang²⁴ uitgebreid worden onderzocht om de nu reeds gehavende en acuut bedreigde sporen en resten uit ons verleden te documenteren vooraleer ze voorgoed tot het verleden behoren. Dit onderzoek dient zich met name te focussen op de wal en gracht die de toegang tot het plateau afsloten. Wat de minder door erosie bedreigde centrale sector betreft, waar minder artefacten aan het oppervlak werden aangetroffen, moet een proefonderzoek uitwijzen welk archeologisch erfgoed er besloten ligt. Dit is nodig om te bepalen of deze zone een erg belangrijk, dan wel verwaarloosbaar bodemarchief verbergt en in hoeverre ze dus voor een archeologische bescherming in aanmerking komt. Dit proefonderzoek zal bovendien een beter beeld werpen op de problematiek van de oppervlakte-ensembles en hun predictieve waarde voor het onzichtbare bodemarchief. Ten slotte moet proefsleuvenonderzoek mogelijk maken om uitspraken te doen over de precieze aard, functioneren en datering van de gesloten depressies.

²² Clarys *et al.* in voorbereiding.

²³ Zie ook Burnez-Lanotte *et al.* 1996: fig. 1.

²⁴ Burnez-Lanotte *et al.* 1996.

SUMMARY

The evaluation of soil erosion on the Neolithic site of Ottenburg/Grez-Doiceau

This contribution reports on the investigations at the Neolithic site of Ottenburg, located in the loess area of Flanders. The research must lead to the evaluation of the preservation of this archaeological site with regard to both historic and present-day water and tillage erosion. Additionally, it serves as a test case for the use of the newly developed high-resolution digital terrain model (DTM) of Flanders. The identification of historic erosion is based on the current depths of (calcareous loess and clay illuviation) soil horizons, detected by means of hand

augering; the current erosion is simulated with a spatially distributed erosion and sediment delivery model. At Ottenburg, the results of both approaches correspond quite well, allowing the identification of four zones with a different magnitude of soil erosion. Taking into account the established extension of the Neolithic site, based on the distribution of artefacts at the surface and microtopographic features identified on the DTM, a number of site management guidelines are proposed. Ultimately, this should result in the elaboration of a detailed site management plan.

BIBLIOGRAFIE

- BURNEZ-LANOTTE L. & VAN ASSCHE M. 1994: Wasseiges/Meeffe: "Campagne d'Acosse", site Michelsberg, *Chronique de l'Archéologie wallonne* 2, 78.
- BURNEZ-LANOTTE L., CLARYS B., LASSERRE M. & VAN ASSCHE M. 1996: Le site Michelsberg d'Ottenburg-Grez-Doiceau (Bt). Campagne 1996, *Notae Praehistoricae* 16, 161-166.
- BURNEZ-LANOTTE L., DOUTRELEPONT J. & VAN ASSCHE M. 1995a: Prospections et sondage à Orp-le-Grand "Champ du Bois" (Orp-Jauche, BR.), *Notae Praehistoricae* 15, 133-135.
- BURNEZ-LANOTTE L., VAN ASSCHE M., DOUTRELEPONT J. & FOURNY M. 1995b: Prospections et sondage à Ambresin "Campagne vers Dieu le Veut" (Hannut, LG.), *Notae Praehistoricae* 15, 129-131.
- CAUWE N., VANDER LINDEN M. & VANMONTFORT B. 2001: The Middle and Late Neolithic. In: CAUWE N., HAUZEUR A. & VAN BERG P.-L. (eds), *Prehistory in Belgium, Anthropologica et Praehistorica* 112, 77-89.
- CLARYS B., BURNEZ-LANOTTE L. & VAN ASSCHE M. in voorbereiding: *L'occupation michelsberg du site d'Ottenburg - Grez-Doiceau (Bt): prospections systématiques et nouvelles perspectives de recherches*.
- CROMBÉ P. 1990: Het steentijdonderzoek in Oost-Vlaanderen, *VOBOV-info* 38-40, 29-37.
- DE LOË A. 1910: Rapport général sur les recherches et les fouilles exécutées par la société pendant l'exercice 1909, *Annales de la Société royale d'Archéologie de Bruxelles* 24, 398-404.
- DE LOË A. & RAHIR E. 1924: Ottenbourg et Boitsfort, deux stations néolithiques du Brahant avec nécropole à incinération, *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Bruxelles* 17, 142-166.
- DESMET P. & GOVERS G. 1996: A GIS-procedure for the automated calculation of the USLE LS-factor on topographically complex landscape units, *Journal of Soil and Water Conservation* 51, 427-433.
- DIJKMAN W. 1981: *Michelsberg-site van Ottenburg (Brabant)*. *Materiaalstudie*, ongepubliceerde licentiaatsverhandeling, K.U. Leuven.
- DOUTRELEPONT J., BURNEZ-LANOTTE L. & VAN ASSCHE M. 1996: Un nouveau site Michelsberg à Avin "Campagne entre le Tiège d'Acosse" (Hannut, LG.), *Notae Praehistoricae* 16, 167-169.
- ENGLISH HERITAGE 2003: *Ripping up History. Campaign document*. (<http://accessibility.english-heritage.org.uk/default.asp?WCI=NewsItem&WCE=324>)
- GOVERS G., VAN DAELE K., DESMET P., POESEN J. & BUNTE K. 1994: The role of soil tillage in soil redistribution on hillslopes, *European Journal of Soil Science* 45, 469-478.
- POESEN J.W.A., VERSTRAETEN G., SOENENS R. & SEYNAEVE L. 2001: Soil losses due to harvesting of chicory roots and sugar beet: an underrated geomorphic process?, *Catena* 43, 35-47.
- ROOVERS P. 2000: *Reconstructie van bodem-genese te Bertembos*, ongepubliceerde licentiaats-verhandeling, K.U. Leuven.

VAN OOST K., GOVERS G. & DESMET P. 2000: Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage, *Landscape Ecology* 15, 577-589.

VAN ROMPAEY A., GOVERS G., VAN OOST K., VAN MUYSEN W. & POESEN J. 2000: *Een schatting van bodemerossiesnelheden in Vlaanderen op perceelsniveau - bij de kaartbladen "Watererosie per landbouwperceel", "Bewerkingserosie per landbouwperceel", "Totale erosie per landbouwperceel"*, Rapport voor het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Afdeling Land.

VAN ROMPAEY A., VERSTRAETEN G., VAN OOST K., GOVERS G. & POESEN J. 2001: Modelling mean annual sediment yield using a distributed approach, *Earth Surface Processes and Landforms* 26(11), 1221-1236.

VANMONTFORT B., DE MAN J., LANGOHR R., CLARYS B. & VAN ROMPAEY A. 2003: De neolithische site van Ottenburg/Grez-Doiceau geëvalueerd. Een archeologische toepassing van het Digitaal Hoogtemodel (DHM)-Vlaanderen, *Notae Praehistoricae* 23, 129-133.