

Litostratigrafie van de kwartaire sedimenten in het Oostelijk Kustgebied (België)

door William DE BREUCK, Guy DE MOOR, Robert MARECHAL
(Gent)(*)

LITHOSTRATIGRAPHY OF THE QUATERNARY SEDIMENTS IN THE EASTERN COASTAL AREA (Belgium)

Summary. — The composition of the Quaternary surface sediments in the Coastal Area is known in detail since the making of the geological map and especially since the systematic soil survey. The knowledge of the deeper Quaternary sediments however remains still fragmentary.

Field work by the Center for Hydrogeological Research at the State University of Ghent has provided new data about the relief of the Tertiary substratum and the lithostratigraphy of the Pleistocene and Holocene sediments of the eastern part of the Coastal Area.

A south-north section indicates the existence, in the buried surface of the Tertiary substratum, of two degradation levels (between —17 and —22 and between —8 and —6).

Several lithostratigraphic units have been distinguished. The deepest deposit is the gravel-sand Ostend formation of Eemian age. This deposit is covered by the sandy Uitkerke formation of Weichselian age. The Wenduine formation on top of this sand is very heterogeneous; it has been formed during the transition between Pleistocene and Holocene. Along the edge of Inner Flanders the —8 level is overlain by the clayey Meetkerke formation with *Hydrobia*. In seaward direction this formation becomes sandy when passing laterally into the Houtave formation. The chronostratigraphic relationship between the two formations is not clear although the latter was probably deposited during the Atlantic. They are covered by the sands of the Zuienkerke formation, of which the northern part is also of Atlantic age. During this period and the Subboreal the Nieuwmunster peat was formed. This peat has been covered by the Dunkirk formation, except in the «Moere» of Meetkerke.

LITHOSTRATIGRAPHIE DES SÉDIMENTS QUATÉRNAIRES DE LA RÉGION CÔTIÈRE ORIENTALE (Belgique)

Résumé. — La composition des sédiments quaternaires superficiels de la Région Côtière est connue en détail depuis l'établissement de la carte géologique et surtout depuis le levé systématique de la carte des sols. Les données concernant les sédiments quaternaires plus profonds restent par contre beaucoup plus fragmentaires.

Un travail de terrain, effectué par le Centre de Recherches Hydrogéologiques de l'Université de Gand, a permis d'apporter quelques indications nouvelles au sujet du relief du substrat tertiaire et de la lithostratigraphie des sédiments pléistocènes et holocènes de la Région Côtière Orientale.

Une coupe méridienne démontre l'existence de deux replats dans le relief du sous-sol tertiaire, un premier entre —17 et —22 et un deuxième entre —8 et —6.

(*) Centrum voor Hydrogeologisch Onderzoek, gesubsidieerd door het Instituut voor Wetenschappelijk Onderzoek in Nijverheid en Landbouw tot januari 1968 en sindsdien door het Fonds voor Kollektief Fundamenteel Onderzoek.

Diverses unités lithostratigraphiques ont été distinguées. A la base du Quaternaire se trouve la formation graveleuse d'Ostende, d'âge éémien, couverte par la formation sableuse d'Uitkerke, d'âge weichsélien. La formation de Wenduine sus-jacente, de composition hétérogène, date de la transition Pléistocène-Holocène. Sur le replat de — 8 repose, en bordure de la Flandre Intérieure, la formation argileuse à Hydrobia de Meetkerke de faciès lagunaire. En direction de la mer, la formation de Meetkerke passe à la formation sableuse de Houtave de faciès franchement marin. La relation chronostratigraphique entre les deux formations n'est pas très claire. La formation de Houtave semble d'âge atlantique. Elles sont couvertes par la formation sableuse de Zuienkerke en partie d'âge atlantique, sur laquelle repose la tourbe de Nieuwmunster qui s'est développée depuis l'Atlantique jusqu'au Subboréal. La tourbe a été couverte en majeure partie par les sédiments de la formation de Dunkerque, sauf dans la Moère de Meetkerke.

1. Inleiding

De oppervlakkige kwartaire sedimenten van het Belgisch Kustgebied werden in talrijke studies beschreven. Bij de opname van de Geologische Kaart van België werden ondiepe waarnemingen uitgevoerd, waardoor men voor het eerst een inzicht bekwam van de litostratigrafie en van de verbreiding van de oppervlakkige afzettingen (RUTOT, 1894). De stratigrafie, de verbreiding, de morfologie en de genese van die sedimenten werden pas duidelijk na het opnemen van de Bodemkaart van België. Hiervoor werden volgens een dicht net systematische waarnemingen tot 1,25 m diepte verricht. Die oppervlakkige sedimenten werden uitvoerig beschreven in de publikaties door de medewerkers aan het Centrum voor Bodemkartering (TAVERNIER, 1947; MOORMANN, 1951; AMERYCKX, 1953, 1960). Op enkele plaatsen werd het oppervlaktevveen, dat onder de Duinkerksedimenten voorkomt, bemonsterd en op zijn palynologische inhoud onderzocht (STOCKMANS *et al.*, 1954).

Zijn de sedimenten tot één à drie meter diepte goed bekend, dan is dat niet het geval voor de diepere lagen. In de Kustvlakte worden nagenoeg geen boringen uitgevoerd, vermits het freatisch water meestal brak is en dit soms reeds op enkele meters beneden het maaiveld (DE MOOR & DE BREUCK, 1969). Alleen in het duingebied komt zoet water tot op een grote diepte voor, doch daar wordt meestal niet dieper dan 15 à 20 m geboord. Door het ontbreken van grote kunstwerken zijn ook de boringen, die hiermee gewoonlijk gepaard gaan, uitgebleven.

De weinige diepe boringen, die het Kwartair over zijn ganse dikte aansneden, hebben nochtans geleid tot belangrijke stratigrafische conclusies en tot een schematisch inzicht in de bouw van de oudere sedimenten (DOLLFUS, 1885; RUTOT, 1897, 1900; DUBOIS, 1924; HACQUAERT, 1930; HALET, 1931, 1933; TAVERNIER, 1946, 1948, 1954; MARECHAL, 1954; DE BREUCK & DE MOOR, 1967). Over hun litostratigrafie, evenals over het reliëf van het oppervlak van de tertiaire formaties is echter weinig bekend. Onlangs werd het bestaan van Eemiaan-sedimenten bevestigd in enkele boringen (PAEPE, 1966).

Voor de Survey van West-Vlaanderen (MARECHAL *et al.*, 1964) werden over het ganse Kustgebied handboringen tot 7 m diepte en geo-

elektrische resistiviteitssonderingen uitgevoerd. Deze laatste methode werd reeds eerder met succes toegepast in de Westhoek (THIELE, 1962). De resultaten van de boringen wezen op de ingewikkelde bouw van de diepere kwartaire sedimenten, terwijl de resistiviteitssonderingen sterke wisselingen in het zoutgehalte van het freatisch water aantoonde. Om een duidelijker beeld van de hydrogeologische gesteldheid te verkrijgen werd sinds 1966 door het Centrum voor Hydrogeologisch Onderzoek een gedetailleerde geo-elektrische prospectie in het Oostelijk Kustgebied uitgevoerd (MARECHAL *et al.*, 1967). Daar bij de interpretatie van geo-elektrische gegevens zowel met de litologie als met de hydrochemie moet worden rekening gehouden, werden 41 droge boringen en 60 wateranalyses uitgevoerd (DE MOOR & DE BREUCK, 1969; DE BREUCK & DE MOOR, 1967). Reeds tijdens het veldwerk voor de Survey van West-Vlaanderen werd de aandacht gevestigd op de geologische bouw in de streek van Meetkerke. Daarom werden de meeste diepe boringen in het Brugse Oudland tussen Varsenare en Wenduine gelokaliseerd. Deze werden aangevuld met handboringen en mechanische weerstandsmetingen.

Het is de bedoeling in deze nota de litostratigrafie in het Oostelijk Kustgebied te beschrijven volgens een zuid-noordprofiel van Varsenare naar Blankenberge. De nota dient opgevat als een inleiding tot een meer omvangrijke studie, waarin het thans aan gang zijnde laboratoriumonderzoek zal worden uiteengezet en die de basis zal vormen voor de latere veldwaarnemingen.

2. Veldwaarnemingen

In het Brugse Oudland werden tussen Varsenare en Wenduine 65 handboringen, 28 mechanische boringen en 42 ramsonderingen (mechanische weerstandsmetingen) uitgevoerd, waarvan de ligging is aangegeven op figuur 1.

De eerste gebeurden met een spiraalboor (\varnothing 35 mm) voorzien van verlengstukken. Het was niet mogelijk hiermee in losse zanden beneden de grondwatertop te boren, zodat de diepte van de waarnemingen schommelde tussen 3 en 10 m.

De mechanische boringen werden uitgevoerd door middel van een kabelboortoestel met slag- en draaiboorapparaten. Alle boringen werden volledig met voerbuizen (\varnothing 111-127 mm) verricht. Monsters werden continu genomen, eerst op het veld beschreven en daarna in het laboratorium.

Bij de beschrijving werd aandacht besteed aan de kleur, de textuur, de grintbestanddelen, de insluitsels, de makrofossielen en indien mogelijk aan de mikrogelaagdheid.

De textuur van de grondmonsters is kwalitatief aangegeven volgens de nomenklatuur van het Centrum voor Bodemkartering. De zandfractie is nader bepaald volgens de gemiddelde korrelgrootte.

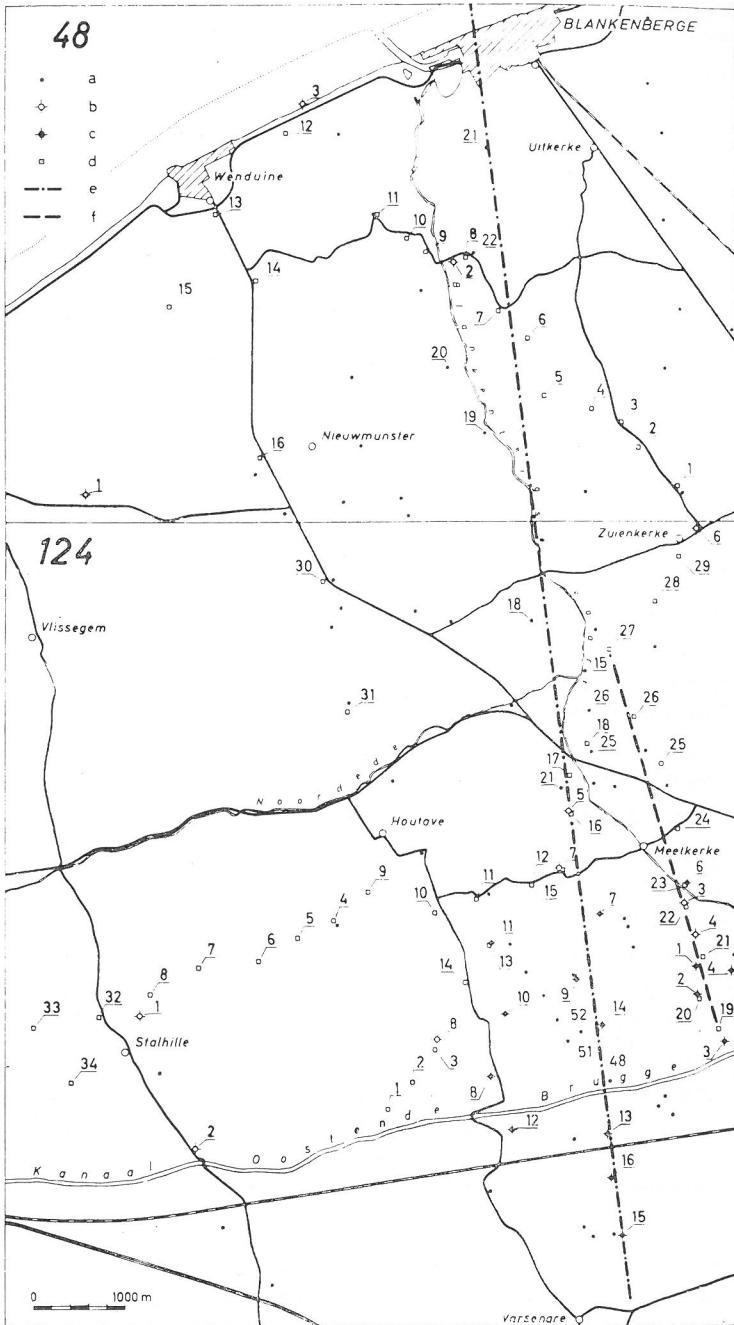


Fig. 1. Ligging van de waarnemingspunten en van de profielen.

48 : kaartblad Blankenberge; 124 : kaartblad Houtave;

a. handboring (HB); b. diepe mechanische boring (DB); c. ondiepe mechanische boring (MB); d. ramsondering (RS); e. litostratigrafisch profiel; f. ramsonderingsprofiel.

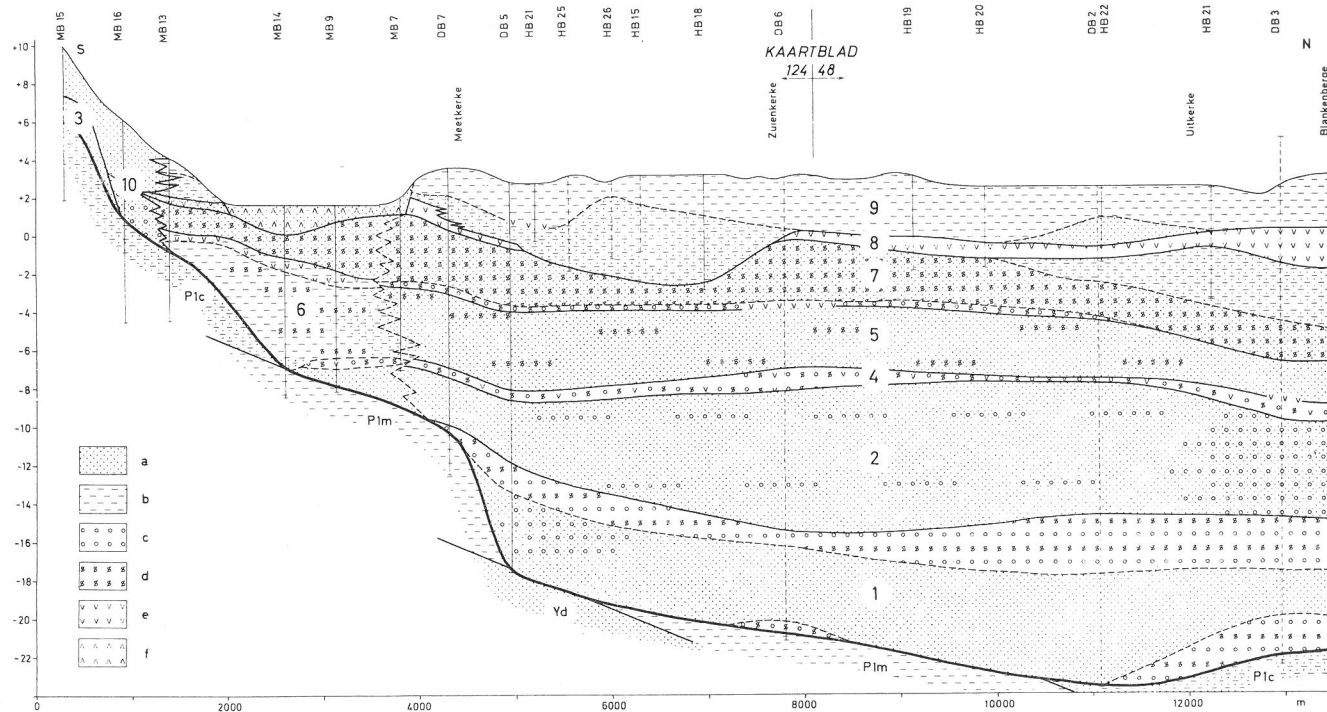


Fig. 2. Zuid-noordprofiel van Varsenare naar Blankenberge.

a. zand; b. klei; c. grint; d. schelpen; e. veen; f. vergraven veen.

1. afzetting van Oostende; 2. afzetting van Uitkerke; 3. dekzand van Binnen-Vlaanderen; 4. afzetting van Wenduine; 5. afzetting van Houtave; 6. afzetting van Meetkerke; 7. afzetting van Zuikerkerke; 8. veen van Nieuwmunster; 9. afzetting van Duinkerke; 10. randafzettingen.

P1c: zandige klei van het Onder-Paniseliaan; P1m: zware klei van het Onder-Paniseliaan; Yd: zand-kleikomplex van het Ieperiaan.

De boringen op het profiel zijn in volle lijn, de geprojecteerde boringen zijn in streepjeslijn aangegeven.

De grintbestanddelen zijn beschreven naar hun afmeting, vorm en petrografie. De makrofossielen werden gedetermineerd aan de hand van vergelijkingsmateriaal dat berust in het museum van het Geologisch Instituut te Gent.

De ramsonderingen werden uitgevoerd met een hydraulisch sondeerapparaat van twaalf ton. Hiermee werden om de 20 cm de puntweerstand en de totale indringingsweerstand bepaald. De sondeercurven zijn litologisch te interpreteren omdat de weerstandswaarden afhangen van de textuur en de graad van pakking van de sedimenten (DE BEER, 1959). Door vergelijking met boringen kunnen de sondeercurven stratigrafisch geïnterpreteerd worden.

3. Reliëf van het oppervlak van de tertiaire formaties

Het profiel (fig. 2) loopt door een gebied waar de top van de tertiaire formaties daalt van + 6(*) in het zuiden naar — 22 onder de huidige kustlijn. De daling verloopt niet gelijkmatig. In de Kustvlakte zelf komen er inderdaad duidelijk twee bedolven vervlakkingen voor.

De belangrijkste begint ten noorden van Meetkerke op — 17 en daalt tot — 22 te Wenduine. Ze is uitgeschuurd in het zand-kleikomplex van het Ieperiaan en het Paniseliaan.

De tweede vervlakking tussen — 8 en — 6 valt samen met de top van de zware basisklei van het Paniseliaan (P1m) en komt vooral voor onder de Moere van Meetkerke.

4. De litostratigrafie van de kwartaire sedimenten

De afzetting van Oostende

De afzetting van Oostende vormt het onderste gedeelte van de kwartaire afzettingen. De basis bevindt zich tussen — 17 en — 22, de top tussen — 9 tot — 15.

Naast weinig gerolde fragmenten van tertiaire zandstenen komen in die afzetting ook fijnere herwerkte tertiaire sedimenten voor (124 DB 5).

Het onderste gedeelte van de afzetting bestaat meestal uit grof zand, waarvan de mediaan 400 μ bereikt. Dit zand bevat gebroken en gave silexkeien, grove kwartskorrels, zandsteenfragmenten, geremanieerde tertiaire fossielen en kwartaire schelpen. Hierop rust middelmatig zand, waarvan de mediaan schommelt tussen 200 en 250 μ . Het is rijk aan schelpgruis. Bovenaan wordt meestal een grinthoudend niveau met talrijke schelpen aangetroffen.

De kwartaire fossielen vertonen weinig variatie. Talrijk zijn *Cardium edule*, *Donax vittatus*, *Ostrea edulis*, *Mytilus edulis* en vooral *Hydrobia*

(*) Alle peilen worden aangegeven in meter ten opzichte van het nulpeil te Oostende van het Militair Geografisch Instituut.

ulvae. Meer dan de helft van *Cardium edule*, *Mytilus edulis* en *Donax vittatus* komt voor als ongebroken enkele kleppen. Onder de talrijke juveniele vormen van die fossielen komen ook tweekleppige exemplaren voor. Minder talrijk zijn de *Spisula solida*, *Spisula substruncata*, *Macoma baltica* en *Dentalium vulgare*. Van *Ensis* sp., *Chlamys opercularis*, *Littorina littorea*, *Nasa reticosa* en *Rissoa* sp., *Hydrobia stagnorum*, *Venerupis pullastra* en *Corbicula fluminalis* werden slechts enkele zeldzame exemplaren opgemerkt.

De afzetting van Uitkerke

De basis van de afzetting ligt op — 9 tot — 15. De top bevindt zich op het peil — 8 en stijgt tot — 6 naar het binnenland toe.

De afzetting van Uitkerke is opgebouwd uit middelmatig fijn tot middelmatig zand waarvan de mediaan rond 180 μ schommelt. Naast laagjes met fijn zand en zandleem treft men ook kleilenzen aan. Behalve een weinig planten- en schelpgruis worden alleen enkele zeldzame kleppen van *Cardium edule* aangetroffen.

De afzetting van Wenduine

Rond het peil — 8 rust op de afzetting van Uitkerke een grinthoudende laag met gerolde silexen, grof zand en kleine zandsteenfragmenten. Hierdoor stijgt de mediaan van deze afzetting terug tot boven 200 μ . In verschillende boringen (48 DB 3) werden in dit grintniveau, vooral bovenaan, dunne venige laagjes aangetroffen.

De afzetting van Wenduine bereikt soms een dikte van 1 m (48 DB 1), maar is meestal gereduceerd tot enkele decimeters. Ze sluit lateraal aan bij de vervlakking die zich rond het peil — 8 bevindt. Nabij die vervlakking bevat de laag ook lenzen met klei, afkomstig van de afbraak van het Paniseliaan. Die afzetting blijkt algemeen verbreid, want ze werd op de meeste plaatsen, waar het tertiair substraat beneden het peil — 6 voorkomt, aangeboord.

De afzetting van Meetkerke

Onder de Moere van Meetkerke komt boven de tweede vervlakking in het tertiair substraat, d.w.z. boven — 6 à — 8, de afzetting van Meetkerke voor. Het toppeil varieert tussen — 2 in de zeewaarts gelegen boringen en 0 in landwaarts gelegen boringen. Deze laag bestaat uit lemige klei en zandige klei met fijnzandige laagjes en talrijke humeuze en venige lenzen. Die afzetting wordt gekenmerkt door *Hydrobia stagnorum* maar vooral door *Hydrobia ulvae*. In sommige monsters vormen die « *Hydrobia's* » nagenoeg volledig de fraktie groter dan 841 μ . In de meest zeewaarts gelegen boringen werd *Ostrea edulis* aangetroffen. De dikte schommelt tussen 2 en 5 meter.

Bovenaan komt een grijze klei tot zware klei voor met talrijke veenlaagjes en enkele schelpresten. In tegenstelling met het onderliggend gedeelte komen hier weinig of geen «Hydrobia's» voor. Deze horizont bereikt een halve meter tot een meter dikte.

De afzetting van Houtave

Ten noorden van Meetkerke komt boven de afzetting van Wenduine fijn tot middelmatig fijn zand voor, waarin kleilensjes, houtresten en verspreide schelpen, hoofdzakelijk *Cardium edule* en *Hydrobia sp.*, worden aangetroffen. De dikte van de laag bedraagt vier tot vijf meter. De top ligt op — 2. Helemaal bovenaan bevindt zich een grovere zone die plaatselijk een schelpbank met vooral *Cardium edule* of een silexgrint bevat. In die afzetting werden te Uitkerke (124 DB 6) talrijke opeenvolgende veenlaagjes aangeboord.

De afzetting van Zuienkerke

Boven de afzettingen van Meetkerke en van Houtave ligt middelmatig fijn zand dat kleilensjes met plantengruis, schelpfragmenten en gehele schelpen, hoofdzakelijk *Cardium edule* en soms *Hydrobia*, bevat. Rond het peil — 1 komt een dun maar algemeen verspreid veenlaagje voor. De afzetting van Zuienkerke wordt overal aangetroffen, ook boven de afzetting van Meetkerke, en reikt hoger dan + 2. De dikte kan tot vier meter bedragen. Deze afzetting ravineert soms de onderliggende lagen tot op het peil — 4.

Nabij het achterland, waar de tertiaire klei op geringe diepte ligt, is het kleigehalte soms belangrijk. Plaatselijk komt verder zeewaarts ook een kleiige topzone voor (124 DB 5, 48 DB 3). Op andere plaatsen bestaat de top uit middelmatig zand met veel schelpfragmenten. Hierin heeft zich onder de noordrand van de Moere van Meetkerke een podzolprofiel ontwikkeld waarin het materiaal ontkalkt is tot op een halve meter diepte. Nabij de rand van de Kustvlakte bevat deze laag enkele silexfragmenten maar geen mariene schelpen.

Het veen van Nieuwmunster

Op de afzetting van Zuienkerke rust het veen van Nieuwmunster. Het bereikt een maximale dikte van vier à vijf meter op de plaatsen waar in de onderliggende sedimenten geulen voorkomen. Gewoonlijk echter bedraagt de dikte slechts 0,5 tot 2 meter.

Ten zuiden van Meetkerke was dit veen zeer hoog opgegroeid, waardoor het later niet meer overstroomd werd. Het heeft er zich waarschijnlijk gevormd achter een lage strandwal waarin de bovenvermelde podzol ontwikkeld is. Het is niet uitgesloten dat de vorming van een dergelijk podzolprofiel verband houdt met de ononderbroken veengroei.

Het veen werd in de Middeleeuwen ontgonnen, waardoor het gebied in een plas werd omgeschapen, die naderhand werd drooggelegd en nu de Moere van Meetkerke vormt.

De afzetting van Duinkerke

In het profiel wordt het onderste gedeelte van die afzetting gevormd door een zandige klei tot kleihoudend zand met schelpgruis en schelpen (vooral *Cardium*) met aan de top soms een dun veenlaagje. Ze bevindt zich tussen 0 en + 2 maar ravineert soms het onderliggend veen en de afzetting van Zuienkerke volgens een geulenpatroon, waarvan het bestaan tijdens de opname van de bodemkaart aangetoond werd (AMЕРУСКХ, 1953, 1953, 1958). Het bovenste gedeelte van de afzetting bestaat uit klei tot zware klei in de komgebieden en meer zandige klei in de kreekkruggen.

Op sommige plaatsen ontbreekt het onderste gedeelte van deze afzetting. De afzetting van Duinkerke ontbreekt ook volledig in de Moere van Meetkerke waar, door de uitvening, de afzetting van Zuienkerke dagzoomt.

De randafzettingen

Nabij de grens tussen de Kustvlakte en Binnen-Vlaanderen vertonen de afzettingen van Meetkerke en Zuienkerke een meer zandig facies en bevatten geen mariene schelpen meer. Boven dit randfacies komt middelmatig zand voor, dat waarschijnlijk afgezet werd tijdens en na de Duinkerke-transgressies. Die randafzettingen rusten hetzij op ontkalkt pleistoceen zand, hetzij op het tertiair substraat.

5. Besluit

Aan de hand van de voorgaande gegevens kunnen enkele voorlopige konklusies betreffende de geologische en geomorfologische geschiedenis worden geformuleerd.

De samenstelling van de afzetting van Oostende wijst op een afzetting in ondiep kustwater van materiaal dat grotendeels afkomstig is van de afbraak van de tertiaire lagen. Dit materiaal werd gedeeltelijk fluviaal aangevoerd en naderhand door getijwerking geremanieerd. Volgens de fossieleninhoud mag de afzetting als Eemiaan beschouwd worden. De afzetting van Oostende fossiliseert het diepste insnijdingsvlak dat in het profiel over Ieperiaanzand (Yd), over de zware basisklei van het Paniseliaan (P1m) en over de zandige klei met zandstenen van het Paniseliaan (P1c) verloopt. Een dichter net van boringen zou eventueel de invloed van de differentiële erosie op deze vervlaking kunnen aantonen.

In de afzetting van Uitkerke werden enkele *Cardium*fragmenten aangetroffen. Het is mogelijk dat die fragmenten overgebleven zijn na de

herwerking van Eemiaansedimenten. De laagjes zandleem wijzen op niveo-eolische en niveo-fluviale aanvoer. Wegens haar ligging en litologische samenstelling kan die afzetting als Weichseliaan beschouwd worden.

Boven de afzetting van Uitkerke ligt de afzetting van Wenduine, waarin wel venige laagjes maar geen Eemiaanfossielen voorkomen. Het grint van Wenduine is afgezet op het einde van het Weichseliaan (Tardiglaciaal) of in het begin van het Holoceen. Een koolstof-14 analyse op een schelpmonster (48 DB 3 op — 8,5), dat hoofdzakelijk uit *Cardium*-schelpen bestond, geeft een maximale ouderdom van 11.349 B.P. (± 364) (DAUCHOT-DEHON & HEYLEN, 1969). Door zijn algemene verbreiding heeft dit niveau waarschijnlijk stratigrafisch een grote betekenis.

In het algemeen houdt het gering belang van de vroeg-holocene sedimenten verband met de insnijding tijdens die periode (R. MARECHAL, 1954).

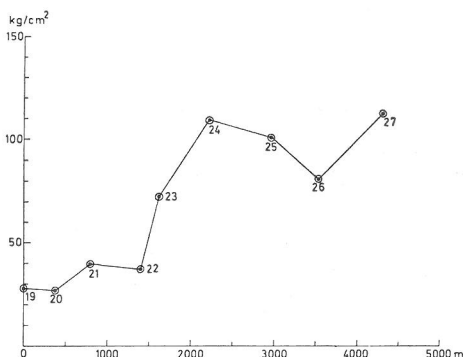


Fig. 3. Ramsonderingsprofiel door de Moere van Meetkerke. Gemiddelde konusweerstand tussen -2 en -6. De sonderingen RS19 tot RS22 bevinden zich in de afzetting van Meetkerke; de sonderingen RS23 tot RS27 werden in de afzetting van Houtave uitgevoerd.

De top van de afzettingen van Houtave en Meetkerke bevindt zich nagenoeg op hetzelfde peil. Die twee afzettingen verschillen sterk van elkaar door hun textuur, hetgeen blijkt uit de ramsonderingen (fig. 3) en uit de granulometrische analyse(*). De afzetting van Meetkerke is kleiiger en wordt gekenmerkt door talrijke « *Hydrobia's* ». Deze leven in brakke waters en op schorren en slikken. Hieruit kan worden afgeleid dat de afzetting van Meetkerke waarschijnlijk gevormd is in haffen waarin het oppervlaktewater uit het achterland afvloeide en zich vermengde met periodisch instromend zeewater. De afwisseling van talrijke laagjes autochtoon veen en laagjes met « *Hydrobia* » wijzen op een voort-

(*) De resultaten van de ramsonderingen en van de granulometrische analyses zullen later gepubliceerd worden.

durende maar onderbroken stijging van de zeespiegel. Het pollenspectrum duidt op een gematigd klimaat (DE GROOTE, 1969).

De toenemende landinwaartse uitbreiding van de afzetting van Houtave is waarschijnlijk toe te schrijven aan het stijgen van de zeespiegel. De schelpenbank aan de top van de afzetting van Houtave kan een strandafzetting zijn.

Alhoewel beide afzettingen op nagenoeg hetzelfde peil voorkomen is hun tijdsverhouding onduidelijk. De afzetting van Houtave, die rust op de afzetting van Wenduine, dateert waarschijnlijk uit het Atlanticum. De beide afzettingen worden bedekt door een zandige formatie, die de afzetting van Zuienkerke genoemd werd, en waarin naast mariene schelpen ook brakwaterschelpen (*Hydrobia*) gevonden worden. Het is echter niet zeker dat de sedimenten die boven de afzetting van Meetkerke voorkomen even oud zijn als die boven de afzetting van Houtave. Het is immers niet uitgesloten dat onder de Moere het schelprijk zand waarin ook silexen voorkomen chronologisch tot de afzetting van Wenduine zou behoren. In dat geval zou de afzetting van Meetkerke afgezet zijn vóór 11 000 B.P. De afzetting van Zuienkerke ten noorden van Meetkerke zou gevormd zijn tijdens de hoogste zeespiegelstand van het Atlanticum.

Het veen van Nieuwmunster heeft zich na afsluiten van de zee door een duingordel boven op de voorgaande afzettingen ontwikkeld gedurende het Atlanticum en het Subboreaal. Een monster van dit veen genomen te Varsenare (124 DB8 op peil 0) werd gedateerd op 5064 B.P. (± 229). Een ander monster te Uitkerke (48 DB2 op $-0,5$) geeft een ouderdom van 5064 B.P. (± 229).

In het Subatlanticum werd de duingordel doorbroken en het veenlandschap bedekt door de afzetting van Duinkerke, zandig in de getijgeulen en kleiig in de veengebieden (TAVERNIER, 1947). Hierop ontwikkelde zich de jonge duingordel.

LITERATUUR

- AMERYCKX, J. (1953). — Ontstaan en evolutie van het Zwin in België. *Natuurwet. Tijdschr.*, 34, 99-110.
- AMERYCKX, J. (1953). — De Lage Moere van Meetkerke. *Biekerf*, 54, 153-157.
- AMERYCKX, J. (1960). — De jongste geologische geschiedenis van de Belgische Zeepolders. *Techn.-Wet. Tijdschr.*, 29, 13-20.
- AMERYCKX, J. (1953, 1954, 1958). — *Bodemkaart en verklarende tekst van de kaartbladen* De Haan-Blankenberge, Heist, Westkapelle-Het Zwin, Bredene, Houtave, Brugge. — Gent, Centrum voor Bodemkartering.
- DAUCHOT-DEHON, M. & HEYLEN, J. (1969). — Koolstof-14-dateringen van schelpen en veen uit het Oostelijk Kustgebied (België). *Natuurwet. Tijdschr.*, 51, 138-140.
- DE BEER, E. (1959). — *Grondmechanica*. — Gent, Standaard Boekhandel.
- DE BREUCK, W. & DE MOOR, G. (1967). — Een Paniseliaan-ontsluiting op het strand te Wenduine? *Natuurwet. Tijdschr.*, 49, 229-234.

- DE GROOTE, V. & MOORKENS, T. (1969). — Mikroskopisch onderzoek (palynologie en foraminiferen) van een kwartair monster te Uitkerke (Belgische Kust). *Natuurwet. Tijdschr.*, 51, 94-110.
- DE MOOR, G. & DE BREUCK, W. (1964). — Geo-elektrisch onderzoek bij de geologische overzichtskaart van West-Vlaanderen. *Natuurwet. Tijdschr.*, 46, 215-240.
- DE MOOR, G. & DE BREUCK, W. (1969). — De freatische waters in het Oostelijk Kustgebied en in de Vlaamse Vallei. *Natuurwet. Tijdschr.*, 51, 3-68.
- DOLLFUS, G. (1884). — Le terrain quaternaire d'Ostende et le Corbicula fluminalis. *Ann. Soc. Malacol. Belg.*, 19, Mém., 28-54.
- DUBOIS, G. (1924). — Recherches géologiques sur les terrains quaternaires du Nord de la France. *Mém. Soc. géol. Nord*, 8, 353 p.
- HACQUAERT, A. (1930). — De geologische geschiedenis van onze kust. *Bot. Jaarb.*, 22, 105-118.
- HAGEMAN, B. P. (1964). — *Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1/50.000. Blad Goeree-Overflakkee*. Haarlem: Geologische Stichting.
- HALET, F. (1931). — Contribution à l'étude du Quaternaire de la plaine maritime belge. *Bull. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol.*, 41, 141-166.
- JELGERSMA, S. (1966). — Sea-level changes during the last 10.000 years. *Proc. Int. Symp. World Climate from 8000 to 0 B.C.*, p. 54-71. — London: Royal Meteorological Society.
- MARECHAL, R. (1954). — Ontstaan en morfologie van de Golf van Lo. *Natuurwet. Tijdschr.*, 35, 159-166.
- MARECHAL, R., DE BREUCK, W., DE MOOR, G. & VERHEYE, W. (1964). — Geologie, in: *Survey van West-Vlaanderen*. — Gent: Geologisch Instituut, Rijksuniversiteit.
- MARECHAL, R., DE BREUCK, W. & DE MOOR, G. (1967). — Geo-elektrische prospectie in het Kustgebied en in de Vlaamse Vallei. *Halfjaarl. Tijdschr. Belg. Stud. Doc. Centr. Water*, 14, 21-27.
- MOORMANN, F. (1951). — De bodemgesteldheid van het Oudland van Veurne-Ambacht. *Natuurwet. Tijdschr.*, 33, 3-124.
- PAEPE, R. (1966). — On the presence of *Tapes senescens* in some borings of the coastal plain and the Flemish Valley of Belgium. *Bull. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol.*, 74, 249-254.
- PAEPE, R. & VANHOORNE, R. (1967). — The stratigraphy and paleobotany of the late Pleistocene in Belgium. *Toelicht. Verh. Geol. Kaart en Mijnskaart België*, 8, 96 p.
- RUTOT, A. (1894). — Aperçu sur la géologie de la côte belge. *Bull. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol.*, 8, 29-39.
- RUTOT, A. (1897). — Les origines du Quaternaire de la Belgique. *Bull. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol.*, 11, Mém., 1-140.
- RUTOT, A. (1900). — Note sur la position stratigraphique de la *Corbicula fluminalis* dans les couches quaternaires du bassin anglo-franco-belge. *Bull. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol.*, 14, Mém., 1-24.
- STOCKMANS, F., VANHOORNE, R. & VAN DEN BERGHEN, C. (1954). — Etude botanique du gisement de tourbe de la Région de Pervijze. *Inst. Roy. Sci. Nat. Belg.*, Mém. 130.
- TAVERNIER, R. (1946). — L'évolution du Bas Escaut au Pléistocène supérieur. *Bull. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol.*, 55, 106-125.
- TAVERNIER, R. (1947). — L'évolution de la plaine maritime belge. *Bull. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol.*, 56, 332-343.

- TAVERNIER, R. (1948). — Les formations quaternaires de la Belgique en rapport avec l'évolution morphologique du pays. *Bull. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol.*, **57**, 609-641.
- TAVERNIER, R. (1954). — Le Quaternaire, in: *Prodrome d'une description géologique de Belgique*, p. 555-589. — Liège: Vaillant-Carmanne.
- TAVERNIER, R. & MOORMANN, F. (1954). — Les changements du niveau de la mer dans la plaine maritime flamande pendant l'Holocène. *Geol. en Mijnb.*, N.S., **16**, 201-206.
- VAN DER HEIDE, S. & ZAGWIJN, W. H. (1967). — Stratigraphical nomenclature of the Quaternary deposits in the Netherlands. *Meded. Geol. Sticht.*, N.S., **18**, 23-28.
- VAN REGTEREN ALTENA, C. O., BLOKLANDER, A. & PONDEROYEN, L. P. (1965). — *De fossiele schelpen van de Nederlandse stranden en zeegeten*. — Lisse: Nederlandse Malacologische Vereniging.
- VAN STRAATEN, L. M. J. U. & DE JONG, J. D. (Ed.) (1957). — The excavation at Velsen. A detailed study of Upper-Pleistocene and Holocene Stratigraphy. *Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen.*, Geol. Ser., **17**, 90-218.
- VAN VOORTHUYSEN, J. H. & KUENEN, Ph. H. (1960). — Das Ems-Estuarium (Nordsee). *Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen.*, Geol. Ser., **19**, 300 p.

(Ingekomen 5 mei 1969)

Rijksuniversiteit Gent.
Geologisch Instituut

Rijksuniversitair Centrum
Antwerpen.
Geologisch Laboratorium

