

3862

De jongste geologische geschiedenis
van de
Belgische Zeepolders

door

Dr. Ing. J. AMERYCKX

Centrum voor bodemkartering, Gent.

Overdruk uit het Technisch-Wetenschappelijk Tijdschrift, 29 (1960), N° 1.

400A

b3262

0307 003 5724



Dr. STERLING 12/6/62 = 8/19/62
Cu. DIAMBRIN 8/19/62 =

10 RPP 1003

741

3362

AMERYCKX, J.

De jongste geologische geschiedenis van de Belgische Zee-
polders.

Overdruk uit het Technisch
Wetenschappelijk Tijdschrift
29 - n° 1 - 1960.

De jongste geologische geschiedenis van de Belgische Zeepolders*

door Dr. Ing. J. AMERYCKX, Centrum voor bodemkartering, Gent.

Dank zij de opname van de bodemkaart (1947-1953) kon een nieuw inzicht in de jongste geologische geschiedenis van de Belgische Zeepolders verkregen worden. Het hoofdfeit van de *genese der Zeepolders* is de zgn. duinkerkeaanse transgressie, waarin drie-fazen onderscheiden worden: de Duinkerken 1-transgressie (2de eeuw v. J.C. - 1ste eeuw n. J.C.), de Duinkerken 2-transgressie (4de - 8ste eeuw) en de Duinkerken 3-transgressie, die onderverdeeld wordt in twee subfazen: 3A (11de eeuw) en 3B (12de eeuw). Tijdens elke transgressieve fase werd een pakket sedimenten afgezet. Deze sedimenten vormen de huidige oppervlaktelaag van de polders. Volgens de geologische opbouw onderscheidt men vijf landschappen in de polderstreek: het Oudland, het Middelland, het Nieuwland, de Historische Polders van Oostende en de Droogmakerijen.

L'HISTOIRE GEOLOGIQUE RECENTE DES POLDERS MARITIMES BELGES.

Le levé de la carte des sols, effectué de 1947 à 1953, a permis d'élucider l'histoire géologique récente des polders maritimes belges. Le fait principal de la genèse de ces polders est la transgression dunkerquienne, dans laquelle on distingue 3 phases: la transgression dunkerquienne 1 (du 2ème siècle avant notre ère au 1er siècle de notre ère), la transgression dunkerquienne 2 (du 4ème au 8ème siècle) et la transgression dunkerquienne 3, subdivisée elle-même en deux sous-phases: la transgression dunkerquienne 3A (11ème siècle) et la transgression dunkerquienne 3B (12ème siècle). Pendant chacune de ces invasions marines une couche de sédiments a été déposée, couches dont l'ensemble constitue la surface actuelle des polders. D'après leur constitution géologique, cinq paysages peuvent être distingués dans la région des polders maritimes belges: les polders anciens, les polders moyens, les polders récents, les polders historiques d'Ostende et les lacs asséchés (Moères).

THE RECENT GEOLOGICAL HISTORY OF THE BELGIAN MARITIME ALLUVIAL PLAIN.

The drawing-up of the soil map of the Belgian maritime plain (1947-1953) has made it possible to correct our present-day ideas about the formation of our maritime polders. The main fact in this formation is the Dunkirk transgression, which comprises three phases: the Dunkirk 1 transgression (2nd century B.C. to 1st century A.D.), the Dunkirk 2 transgression (4th to 8th century) and the Dunkirk 3 transgression, subdivided in two subsidiary phases: the Dunkirk 3A transgressive phase (11th century) and the Dunkirk 3B transgressive phase (12th century). In the course of each of these transgressive phases sediment layers have been deposited, which constitute the present surface of the polder plain. According to their geological constitution, five typical geographical areas in the polder plain can be distinguished: the ancient area, the intermediate area, the recent area, the historical Ostend polders and the drained marshes.

DIE JUENGE GEOLOGISCHE GESCHICHTE DER BELGISCHEN SEEMARSCH.

Die Aufnahme der Bodenkarte der belgischen Küstenebene (von 1947 bis 1953) hat es ermöglicht die geologische Geschichte unserer Seemarsch ins Reine zu ziehen. Das wichtigste Ereignis in der Entwicklungsgeschichte des Poldergebietes ist die sogenannte Dünkirchen-Transgression, in der drei Phasen unterschieden werden können: die Dünkirchen-1-Transgression (2. Jahrh. v. Chr. - 1. Jahrh. n. Chr.), die Dünkirchen-2-Transgression (4.-8. Jahrh.) und die Dünkirchen-3-Transgression, in welcher zwei Meeresvorstöße zu unterscheiden sind: der Dünkirchen-3A-Vorstoss im 11. Jahrhundert und der Dünkirchen-3B-Vorstoss im 12. Jahrhundert. Ihrem geologischen Aufbau nach lassen sich im Marschgebiet fünf typischen Landschaften unterscheiden: das Altland, das Mittelland, das Neuland, die historischen Polder von Ostend und die trockengelegten Moore ("Droogmakerijen").



Dr. Ing. J. AMERYCKX, geboren te Elsene op 15 augustus 1926, Scheikundig Landbouwingenieur, Rijkslandbouwhogeschool, Gent, 1948. In 1953 werd hij Geaggregeerde van het Hoger Technisch Onderwijs. Met een bodemkundige studie over de oostelijke zeepolders promoveerde hij in 1955 tot Doctor in de Landbouwwetenschappen aan de "Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität" te Bonn. In 1957 legde hij het examen af van Licentiaat in de Aardkundige Wetenschappen aan de Rijksuniversiteit te Gent.

In 1948 trad hij in dienst bij het Centrum voor Bodemkartering, waar hij in 1954 werkleider werd benoemd. In 1959 werd hij aangesteld tot permanent navorser bij het Instituut tot aanmoediging van het Wetenschappelijk Onderzoek in Nijverheid en Landbouw (I. W. O. N. L. - I. R. S. I. A.).

In 1957 was hij, in samenwerking met Ing. G. T'JONCK, laureaat van de jaarlijkse prijsvraag voor economische monografieën van de provincie West-Vlaanderen, met een studie over de waterzieke landbouwgronden in West-Vlaanderen.

Geografisch gezien is de Belgische kustvlakte een onderdeel van de maritieme vlakte, die zich langs de Noordzee uitstrekt van de kliffen van het Boulonnais tot in Dene-marken. Het is een zeer vlak gebied met een gemiddelde hoogte van 3-4 m O.P. en een gemiddelde breedte van een tiental kilometers.

* Spreekbeurt voor het Geologisch Genootschap bij het Technologisch Instituut K.V.I.V. op 17 januari 1959.

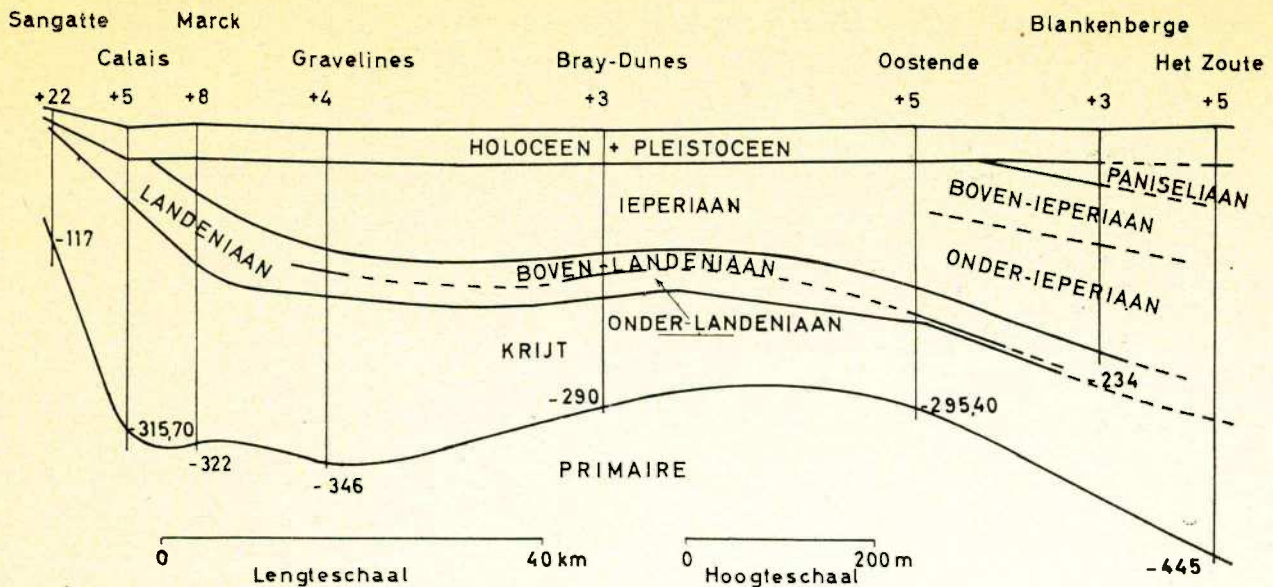


Fig. 1. — Schematische doorsnede van de kustvlakte van Sangatte tot Knokke-Zoute (naar J. CORNET, 1927).

De kennis van de kustvlakte heeft de laatste 10 jaar grote vorderingen gemaakt, zowel in Nederland als in België. In het kader van de opname van de bodemkaart van België ** werden, van 1947 tot 1953, in de zeepolders ca. 200 000 boringen tot 1,25 m diepte uitgevoerd, tientallen profielkuilen gegraven en nagenoeg alle ontsluitingen (kleigroeven) bestudeerd. Dank zij dit dichte waarnemingsnet (ca. 2 boringen/ha) was het mogelijk een nauwkeurig beeld te verkrijgen van de jongste geologische evolutie van de zeepolders, waarbij tal van nieuwe gegevens aan het licht kwamen.

I. HET GEOLOGISCHE SUBSTRAAT (fig. 1)

De paleozoïsche sokkel, die te De Panne op — 275 m, te Oostende op — 267,5 m en te Knokke op — 450 m voorkomt, behoort tot het cambro-silurisch massief van Brabant. Hij is bedekt met afzettingen uit het Krijt (Senoon), die in het westen 110 m dik zijn, te Oostende 60 m en te Knokke 50 m.

De tertiaire formaties behoren tot het Eoseen: Landeniaan (ca. 50 m), Ieperiaan (100 - 170 m), Paniseliaan (ten oosten van de lijn Oostende-Oudenburg, 24 m te Blankenberge) en Bartoon (te Knokke). Deze tertiaire afzettingen, die het geologische substraat van de zeepolders vormen, hellen van zuid naar noord en werden onder de kustvlakte gedeeltelijk weggeschuurd, zodat het tertiaire substraat van het binnenland naar de zee toe daalt. Bij Oudenburg ligt het Paniseliaan op het peil 0 en te Oostende op — 30,5 (fig. 2).

II. HET PLEISTOCEEN

De pleistocene afzettingen, die het tertiaire substraat bedekken, behoren tot het Riss-Würminterglaciaal; het zijn mariene zanden met *Corbicula fluminalis* (R. TAVERNIER, 1954) die over het algemeen beneden het peil — 18 liggen en de assise van Oostende vormen. Van deze periode dateert de vorming van het Nauw van Kales (Eemstransgressie). De zanden van de zone van Leffinge behoren tot het Würmglaciaal (fig. 2).

III. HET ONDER- EN HET MIDDEN-HOLOCEEN

Op het Pleistoceen volgde het Preboreaal (8000 vóór J.C.). Tijdens het Boreaal (7500-5000 vóór J.C.) werd in de kustvlakte het veen op grote diepte gevormd, dat in

** Onderzoek uitgevoerd onder de auspiciën van het Instituut tot aanmoediging van het Wetenschappelijk Onderzoek in Nijverheid en Landbouw (IWONL-IRSIA), door het Centrum voor Bodemkartering (Direkteur: Prof. Dr. R. TAVERNIER).

Nederland een belangrijke en doorlopende laag vormt, maar in het Belgische kustgebied slechts plaatselijk voorkomt als een meestal dunne laag tussen de pleistocene en de bedekkende recentere afzettingen. Volgens de jongste gegevens schijnt dit veen in de Vlaamse kustvlakte gedeeltelijk ook van atlantische ouderdom te zijn.

Het belangrijkste feit uit het Atlanticum (4500-2000 vóór J.C.) is de *flandriaanse transgressie*, waardoor het Nauw van Kales aanzienlijk verbreed en uitgediept werd (R. TAVERNIER, 1954). De atlantische afzettingen (assise van Kales) zijn gemiddeld 10 m dik en komen aan het oppervlak in de Frans-Belgische Moeren; in België zijn ze hoofdzakelijk zandig, terwijl ze naar het noorden toe meer kleiig zijn.

Tijdens het Subboreaal (2000-200 vóór J.C.) was een groot gedeelte van het atlantisch waddenlandschap van de zee afgesloten door de zgn. oude duinen, waarvan ten zuidwesten van Adinkerke nog enkele resten te herkennen zijn (binnenduinen van Adinkerke-Ghijvelde, F. R. MOORMANN, 1951). Uit deze periode dateert het *oppeervlakteveen*, dat enkele decimeters tot verscheidene meters dik kan zijn. De basis ervan bestaat overwegend uit rietveen (brakwatermilieu), dat bedekt is met een pakket mosveen (voedselarm milieu); langs waterlopen vindt men gewoonlijk een strook bosveen (voedselrijk milieu).

De pre-Romeinse transgressie, die in Engeland en Nederland wordtesignaleerd, is in België weinig belangrijk geweest; F. R. MOORMANN kon een kleine oppervlakte afzettingen ervan lokaliseren tussen Adinkerke en Ghijvelde.

IV. HET BOVEN-HOLOCEEN

Het Boven-Holoceen omvat het Subatlanticum en de recente periode. Het neemt een aanvang rond 200 vóór J.C. met een reeks eeuwenlange overstromingen, samengevat onder de naam *duinkerkeaanse transgressie*; de afzettingen, met een gemiddelde dikte van meer dan 1 m, vormen bijna overal de oppervlaktelaag van de zeepolders (assise van Duinkerken).

De stijging van de zeespiegel na de veenvorming gebeurde niet regelmatig, maar eerder schoksgewijze. Aldus kan men voor de Belgische kustvlakte 3 overstromingsfasen onderscheiden, die elk verscheidene eeuwen duurden en gescheiden zijn door perioden van stilstand of van regressie. De kennis van de duinkerkeaanse transgressie ligt aan de basis van de studie van de jongste geologische ontwikkeling van de zeepolders.

1) De Duinkerken 1-transgressie (2de eeuw vóór J.C. - 1ste eeuw na J.C.)

Het begin van de eerste transgressiefase werd ingezet

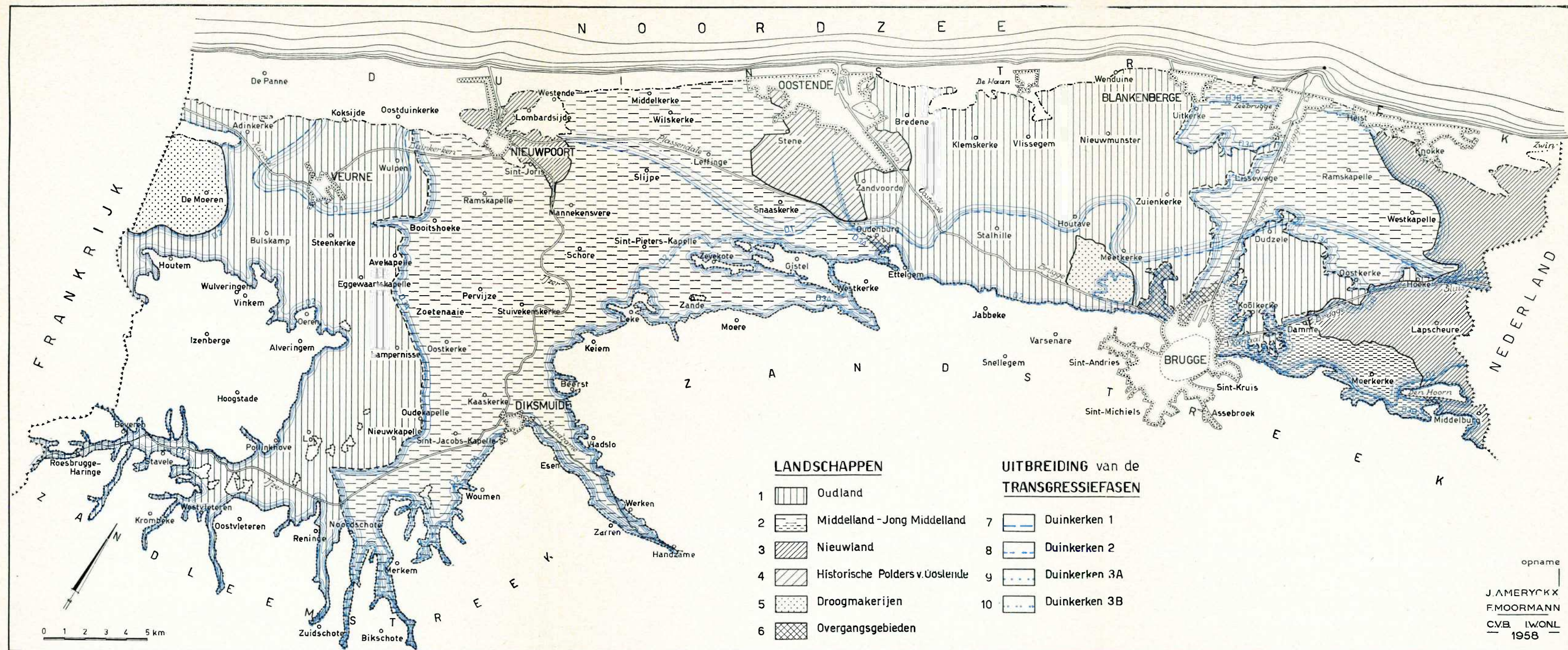


Fig. 3. — Uitbreiding van de duinkerkiaanse transgressiefasen en landschappen in de Zeepolders.

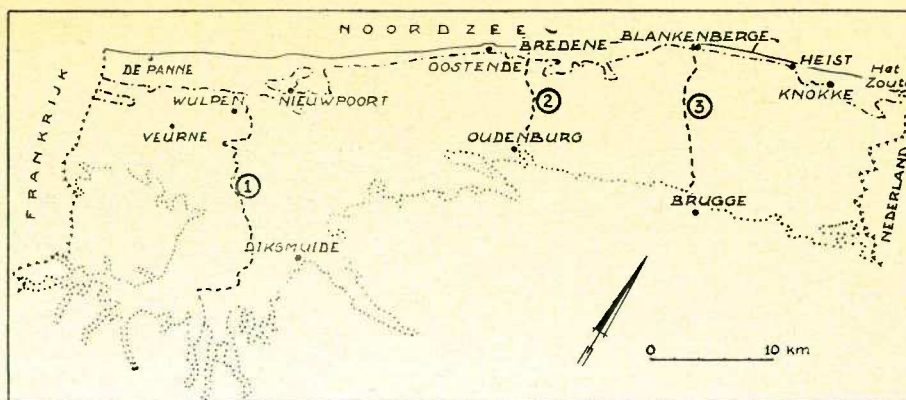


Fig. 5. — De oudste drie dijken van de polderstreek (11de eeuw):
1) Oude Zeedijk; 2) Dijk van de watering van Blankenberge; 3) Blankenbergse dijk.

waren, werd een nieuw kleidek van variërende dikte afgezet. In het strandvlaktegebied (Oostende-Zandvoorde-Oudenburg) bedraagt de dikte slechts enkele tientallen centimeters; het kleidek is er tamelijk zandhoudend. Ook in de getijdegeulen zelf had sedimentatie plaats, waardoor ze stilaan werden opgevuld.

In de 12de eeuw werd rond het inbraakgebied bij Nieuwpoort een dijk opgeworpen, zodat het achterliggende schorgebied in zijn geheel droogkwam. Het IJzerestuarius zelf werd geleidelijk aan ingepolderd door de aanleg van een tiental boogvormige dijkes (J. AMERYCKX, 1950). Slijpe wordt vermeld in 1115, Mannekevere in 1171 en Schore in 1176.

b) Het oostelijke overstromingsgebied (Zwin)

In het oostelijke gebied worden twee subfasen onderscheiden: de Duinkerken 3A- en de Duinkerken 3B-transgressie, gescheiden door een korte rustperiode.

De Duinkerken 3A-transgressie (11de eeuw)

De aanvang van de Duinkerken 3A-transgressie valt nagenoeg samen met deze van de doorbraak bij Nieuwpoort (bij het begin van de 11de eeuw), wat echter niet noodzakelijk op hetzelfde ogenblik moet geschied zijn. Het belangrijkste feit hierbij is de vorming of uitbreiding van het Zwin tot een zeeinham aan de Belgisch-Nederlandse grens. Vanuit het Zwin werd het oostelijke deel van de kustvlakte gedeeltelijk onder water gezet. Ten einde het overstromingsgebied in westelijke richting te beperken werd de Blankenbergse dijk opgeworpen (fig. 5). Deze dijk, die de oudste is van de dijken ten noorden van Brugge, loopt van Blankenberge tot Brugge over Sint-Jan-op-de-Dijk en Sint-Pieters-op-de-Dijk. Vanaf Sint-Pieters-op-de-Dijk zou de Blankenbergse dijk in Brugge als volgt lopen: Sint-Pieters Groenestraat, Vlamingdam, Sint-Jorisstraat, Vlamingbrug (J. DE SMET). De Blankenbergse dijk is nu volledig afgegraven; men kan hem echter goed herkennen op de kadastrale kaarten van POPP. Hij vormt de grens tussen de watering van Blankenberge (ten westen) en deze van Groot Reigarsvliet en Eiensluis (ten oosten). Een weinig later werd een tweede dijk, de Dulle Weg, aangelegd op enkele honderden meters ten oosten van de Blankenbergse dijk. De Dulle Weg is grotendeels afgegraven; de loop ervan is terug te vinden op de kadastrale kaarten.

Te Ramskapelle en Westkapelle werd een betrekkelijk dunne laag klei afgezet op de Duinkerken 2-sedimenten. Verder naar het westen lag een "strandvlakte", waar de Duinkerken 3-afzettingen (lichte klei) slechts 30 cm dik zijn.

De overstromingen duurden een 50-tal jaar, waarna een korte afstand oprad. Uitkerke en Lissewege worden vermeld tussen 1060 en 1070, Westkapelle in 1100; Dudzele en Oostkerke, resp. in 1060/1070 en 1086 vermeld, moeten ouder zijn, wat zou blijken uit sommige meldingen tussen 1019 en 1030 (A. VERHULST, 1959). Merken we ten slotte op dat ook Lapscheure tussen 1019 en 1030 vermeld wordt en dus buiten de overstromingszone moest liggen, hetgeen reeds vroeger door de bodemkartering werd aangegeven.

De Duinkerken 3B-transgressie (12de eeuw)

De Duinkerken 3B-transgressiefase begon rond 1130. Een bodemkundig argument voor deze datum is: in 1180, bij de stichting van Damme, na aanleg van een dwarsdijk door het Zwin aldaar, hadden de afzettingen tussen Damme en Brugge reeds een dikte van ca. 50 cm bereikt, waarvoor we een periode van ca. 50 jaar nodig achten. A. VERHULST (1959) plaatst, aan de hand van historische gegevens, de aanvang van deze fase ca. 1134. Hij vond dat een aantal plaatsen, die in het overstromingsgebied van de Duinkerken 3B-transgressie liggen, worden vermeld tussen 1110 en 1127 (Lapscheure: 1110, 1114, 1127; Moerkerke: 1110, 1114; Kadzand: 1111/1115; Wulpen: 1110, 1114), terwijl van 1127 tot 1163 geen enkele van deze plaatsen in de nochtans talrijke documenten wordt aangehaald; in verschillende annalen en kronieken daarentegen wordt van een grote overstroming gewag gemaakt in 1134, die vooral het mondingsgebied van de Schelde zou geteisterd hebben.

De Zwininham bereikte nu zijn maximale uitbreiding, met een breedte van ongeveer 4 km bij de huidige Rijks-grens. De belangrijkste Zwinarm drong door tot Damme; tussen Damme en Brugge strekte zich een strandvlakte uit, nagenoeg vrij van kreken (fig. 6).

In het noorden en het westen werd een lange dijk opgeworpen, om de uitbreiding van de overstromingsvlakte te beperken. Deze dijk is eveneens een zeeweringsdijk en niet een landaanwinningsdijk.

Deze dijk loopt van Uitkerke naar Sint-Kruis over Heist, Knokke, Westkapelle, Hoeke, Oostkerke en Damme. Hij bestaat uit stukken, die elk een verschillende naam dragen, maar die toch ongeveer gelijktijdig werden gebouwd. Van Uitkerke, waar hij iets ten noorden van het dorp tegen de Blankenbergse dijk aanleunt, loopt de dijk in rechte lijn nagenoeg evenwijdig met de kust tot Heist; dit deel is de Evendijk. Van Heist wordt hij voortgezet door de Kalveketedijk; dit dijkstuk loopt in de richting van Westkapelle en beschrijft een boog op ongeveer 1,5 km ten noordoosten van Westkapelle-dorp. Vanaf de Schapenbrug wordt de dijk Bloedlozendijk genaamd. De loop van de Bloedlozendijk was goed gekend tot aan de grens tussen Hoeke en Westkapelle (J. DE LANGHE, 1939). Nauwkeurige terreinstudie liet toe de verdere loop van deze dijk terug te vinden. Vanaf het punt, waar de dijk de grens tussen genoemde gemeenten bereikt, volgt hij de grens over ongeveer 400 m in westelijke richting, om dan met een scherpe bocht naar het zuiden af te buigen en naar het oosten verder te lopen. Hij volgt dan de Nachtegaalstraat (ook Zuidijk van de Greveningepolder genaamd) tot aan de hoeve "De Nachtegaal", waar hij scherp naar het zuidwesten ombuigt. Hij kruist de Hoekevaart ter hoogte van het Oud Fort Frederik en loopt dan gedurende verscheidene kilometers iets ten noorden van de vaart Brugge-Sluis. Ongeveer van Hoeke-brug tot ter hoogte van Oostkerke-dorp wordt hij de Krinkeldijk genaamd. Tussen kilometerpalen 8 en 7 kruist hij de vaart, vanwaar hij dijk van Rombautswerve heet.

De dijk van Rombautswerve bereikt de noordrand van de vestingen van Damme. Van hier af was het onmogelijk

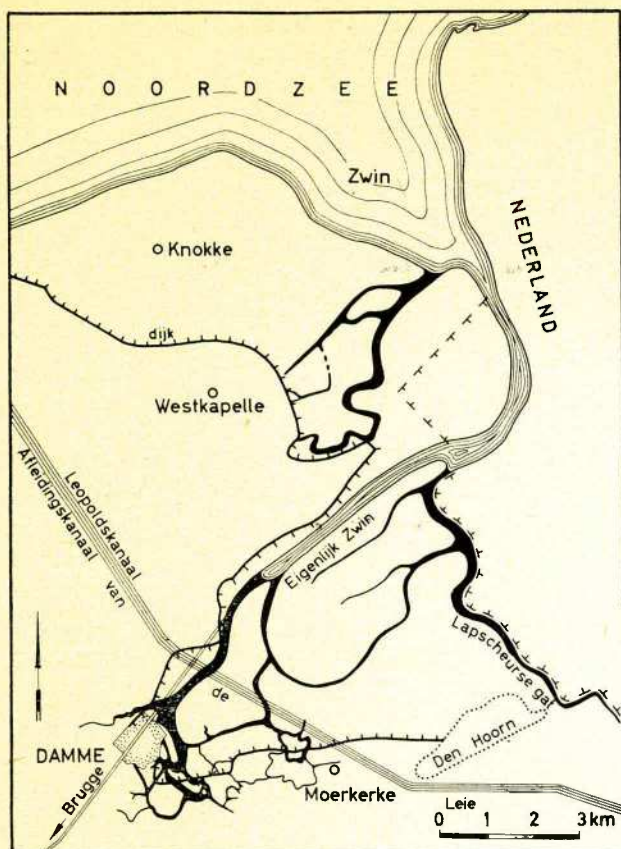


Fig. 6. — De Zwininham en de voornaamste Duinkerken 3-kreeken in het oostelijke kustgebied (het Lapscheurse Gat werd eerst in de 16de eeuw gevormd).

zijn verloop doorheen Damme terug te vinden; mogelijk is de Burgstraat er een gedeelte van. Ten zuidwesten van Damme loopt nog een dijk, de Polderstraat, die waarschijnlijk het vervolg is van de dijk van Rombautswerve. De Polderstraat is nu een brede landweg, die een paar honderd meters ten westen van de grens Damme-Sint-Kruis plots vernauwt. Het is op deze plaats dat de dijk eindigt tegen hoger gelegen gronden van een zandige Duinkerken 2-kreekrug, die een natuurlijke zeekering vormde en die waarschijnlijk nooit overspoeld werd tijdens deze transgressiefase.

Na de aanleg van de bovenbeschreven dijk werden, na 1180, dijken opgeworpen met de bedoeling nieuw land in de overstromingsvlakte van het Zwin te winnen. De eerste, kleine dijken werden gebouwd te Damme en te Moerkerke; hierdoor werden enkele kleine polders gewonnen. Deze dijken werden later nagenoeg geheel afgegraven. In 1228 had men de lijn Sluisse dijk-Polderdijk-Brolozendijk-Maldegemse dijk bereikt (A. VERHULST, 1959).

In het begin van de 13de eeuw werden enkele belangrijke polders ingedijkt in het overstromingsgebied van het Zwin: talrijke polders te Damme en Lapscheure (A. VERHULST, 1959), de Greveningepolder (Westkapelle) en de Vardenaarspolder (Knokke).

Het overstromingsgebied van het Zwin was, vooral in het zuiden, dus reeds in het begin van de 13de eeuw aanzienlijk verkleind.

In het noorden werden een groot aantal polders strooksgewijze ingedijkt. Heel typisch is b.v. de aanwas van de Vardenaarspolder ten westen van het Oud Zwin, waar in de loop van de 13de-14de eeuw een reeks van acht polders werd gewonnen door de aanleg van boogvormige dijken.

Ten noorden van de Greveningepolder werd de strooksgewijze inpoldering toegepast tot aan het begin van de 15de eeuw. Toen werd het zeeverend gedeelte van de dijken der noordelijke aanwaspolen versterkt en opgehoogd, zodat een lange doorlopende dijk werd gevormd,

de Graafjansdijk. De binnendijken van de aanwaspolen hadden geen nut meer en werden grotendeels afgegraven. Men kan echter de plaats van deze binnendijken tamelijk gemakkelijk terugvinden door de studie van de bodem en van de kadastrale kaarten.

In het zuiden werden in de 13de en 14de eeuw een ganse reeks polders ingedijkt, waarvan het patroon door A. VERHULST in een recente studie werd medegedeeld.

Na al deze inpolderingen langs het eigenlijke Zwin bleef na de 15de eeuw niet veel meer over van het overstromingsgebied in de streek van Damme-Lapscheure. Tussen dijken, die slechts op enkele honderden meters van elkaar lagen, stroomde het bijna geheel verlande Zwin. In de loop van de 16de eeuw was het eigenlijke Zwin niet meer bevaarbaar en werd een kanaal gegraven van Brugge naar Sluis. Op de kaart van POURBUS (1571) is het eigenlijke Zwin afgebeeld als een smalle kreek, die nauw afgezet is door dijken; de schorren erlangs zijn bijna alle ingedijkt.

In de 16de eeuw hadden, met strategische doeleinden, in de streek van Sluis grote overstromingen plaats, waardoor het Lapscheurse Gat gevormd werd, dat in de 17de eeuw nog een grote kreek was, en waardoor het oorspronkelijke polderpatroon totaal zou gewijzigd worden. Zo kwam o.a. in 1650 de Sint-Jobspolder tot stand door de aanleg van een zeedijk in het noordoosten.

Alhoewel enkele kleine polders, nl. de Papenpolder en het Magerschorre (beide ten oosten van Knokke), waarschijnlijk reeds in de 14de eeuw werden ingedijkt (J. DE LANGHE, 1939), mag men zeggen dat de belangrijke landaanwinningen in het mondingsgebied van het Zwin (hierdoor verstaan we de indijkingen aan de zeezijde van de Graafjansdijk) slechts in de 17de eeuw begonnen met het indijken van de Oude Hazegraspolder (1627), ook Prinsepolder genaamd. Vervolgens werden ingedijkt: de Beukels-Godefroy polder (1718), de (Nieuwe) Hazegraspolder (1784) en de Zoute polder (1786). In 1872 werd de Internationale dijk dwars door de Zwinmonding aangelegd, waardoor de Willem-Leopoldpolder ontstond. Nu blijft er van het mondingsgebied nog een klein schor over, dat af en toe eens onder water komt.

Tijdens de Duinkerken 3B-transgressie werden klei en, in mindere mate, zand afgezet op het oudere oppervlak. In de regel was het zo, dat eerst zand werd afgezet, dat nadien bedekt werd door een kleilaag. Op sommige plaatsen, nl. daar waar dijkbreuken plaats hadden, werd op het kleioppervlak nog eens een zandlaag afgezet. De totale dikte van deze jonge Zwinafzettingen is voornamelijk afhankelijk van de duur van de overstromingsperiode. In de eerst ingedijkte polders, dus de oudste, is de laag het dunst (minder dan 100 cm); hier zijn ook de kreeken onvolledig opgevuld en liggen dus nog open. Naarmate de polders later werden ingedijkt, is de jonge laag er dikker: zij bereikt in de jongste verscheidene meters. In de polders, die als rijp schor werden ingedijkt, zijn de kreeken volledig dichtgeslibd; meestal geeft een gracht nog hun vroegere loop aan. De laatst gewonnen polders waren echter nog niet volledig rijp; hier liggen de hoofdkreeken ook nog open (b.v. Hazegraspolder, Willem-Leopoldpolder).

6) De overstromingen in de streek van Oostende in de 17de en 18de eeuw

Deze overstromingen zijn hoofdzakelijk te wijten aan menselijke invloed en kunnen dan ook niet als een eigenlijke transgressiefase beschouwd worden.

Op het einde van de 16de eeuw werd, tijdens de godsdienstoorlogen, Oostende in staat van beleg gebracht. De stad werd versterkt en de duinen ten oosten ervan werden afgegraven, om de streek rond Oostende onder water te zetten. Weldra vormde zich een geul, de Oostgeul, die door het in- en uitdrendend zeewater meer en meer werd uitgeschuurd, en die het ontstaan zou geven aan de huidige Oostendse haven (A. BELPAIRE, 1855; J. AMERYCKX, 1949). Bij vloed bereikte het water Stene, Bredene, Zandvoorde, Oudenburg, Snaaskerke en Leffinge.

Na het beleg (1601-1604) werd het overstromingsgebied omschreven door een ringdijk. De werken gingen aan in 1608 met de Steense dijk om in 1612 beëindigd te worden met de Groenendijk.

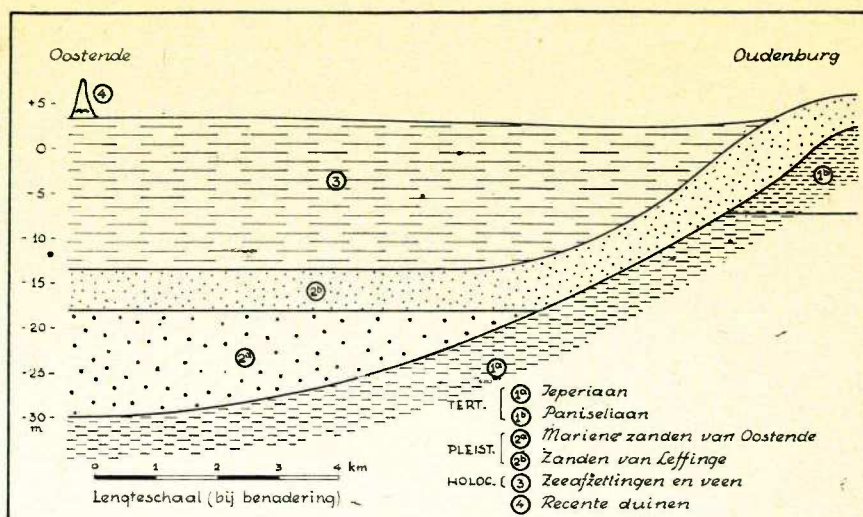


Fig. 2. — Schematische doorsnede van de polderstreek volgens de lijn Oostende-Oudenburg (vereenvoudigd naar R. TAVERNIER, 1946).

met de doorbraak en de opruiming van de oude duinengordel. Aan de hand van archeologische vondsten werd in Nederland, op Walcheren en in het Westland, de overstromingsperiode gesitueerd tussen de 2de eeuw vóór J.C. en de 1ste eeuw na J. C. De Duinkerken 1-transgressie is vooral van belang geweest voor het centrale en het oostelijke deel van de kustvlakte. Een belangrijk inbraakpunt lag ter hoogte van De Haan (badplaats van Klemskerke); men vindt er afzettingen van deze transgressiefase tot op max. 7 km achter de huidige kustlijn (fig. 3). In het westen had een kleine doorbraak plaats te Wulpen, nabij Veurne. Er kwam dus slechts een tamelijk klein gedeelte van de kustvlakte onder water, terwijl de rest een veengebied bleef.

De Duinkerken 1-afzettingen zijn veelal te herkennen aan hun typische mikrogelaagdheid. De laagjes van slechts 1 of enkele mm dikte bestaan afwisselend uit klei en zandig materiaal. Deze afzettingen schijnen goed overeen te komen met de sedimenten van de zgn. vroeg-Romeinse transgressie, die door J. BENNEMA en K. VAN DER MEER (1952) voor Walcheren werd beschreven.

Daar de Duinkerken 1-afzettingen in de Belgische kustvlakte nergens aan de oppervlakte voorkomen, levert de studie van hun verspreiding moeilijkheden op. Het is dan ook mogelijk dat het overstromingsgebied groter is dan op fig. 3 wordt aangegeven.

2) De Romeinse regressie (1ste - 4de eeuw)

In de 1ste eeuw van onze jaartelling hield de zeespiegelrijzing tijdelijk op. Het bestaan van de zgn. Romeinse regressie wordt gestaafd door het voorkomen van een bewoningsoppervlakte op de sedimenten van de Duinkerken 1-transgressie. Op enkele plaatsen (Klemskerke, Bredene) werden sporen van bewoning gevonden op het Duinkerken 1-oppervlak, dat zich daar op ongeveer 1 m onder het huidige oppervlak bevindt. Dikwijls treft men aan de top van de Duinkerken 1-sedimenten een begroeiingshorizont aan, die er op kan wijzen, dat deze sedimenten inderdaad droog lagen, alvorens ze werden overdekt door jongere zeeafzettingen. In het inbraakgebied van Veurne-Wulpen werd tussen de sedimenten van de Duinkerken 1- en deze van de Duinkerken 2-transgressiefase soms een venig bandje van enkele centimeters dikte gevonden. Tijdens de Romeinse regressiefase vormde zich een duinengordel. Deze zgn. middeloude duinen werden plaatselijk door de latere transgressiefase gedeeltelijk gespaard en zijn nu nog zichtbaar in het gebied van Bredene, Klemskerke en Vlissegem.

3) De Duinkerken 2-transgressie (4de - 8ste eeuw)

De tweede transgressiefase, die door BENNEMA en VAN DER MEER (1952) de vroeg-middeleeuwse transgressie wordt genoemd, is van veel groter belang voor het Belgische kustgebied dan de eerste. Ook in andere gebie-

den rond de Noordzee werd tijdens deze transgressiefase veel land overstroemd.

De datering van het begin van deze transgressiefase kon vrij nauwkeurig geschieden aan de hand van Romeinse vondsten (vooral munten) op het veen (R. BLANCHARD, 1906). De oudste vondsten op het veen dateren van de eerste helft van de 4de eeuw, zodat men mag aannemen dat deze transgressiefase begon rond 300 na J.C.

In 1899 werd, bij de graafwerken van het kanaal Brugge-Zeebrugge, 400 m ten noorden van Brugge, in Duinkerken 2-afzettingen een wrak gevonden, "de boot van Brugge", die dateert uit de 5de-6de eeuw. Ook de "boot van Oostende", eveneens gevonden in een Duinkerken 2-kreek op 8 m diepte, dateert waarschijnlijk uit die periode (J. AMERYCKX & A. NAGELMACKERS, 1956).

Niet alleen het veengebied, maar ook een deel van de aangrenzende pleistocene gronden werden overstroemd (fig. 3) tot aan ca. 4,5 m in het noordoosten en 5 m O.P. in het zuidwesten. Bovendien kwam het gehele sedimentatiegebied van de Duinkerken 1-transgressie onder water, alsook de niet met veen bedekte sedimenten van de pre-Romeinse transgressie ten westen van Adinkerke. Met uitzondering van een aantal "eilanden" en een enkel randgebied werd dus de huidige kustvlakte dagelijks tweemaal overstroemd. De voornaamste eilanden in deze kust-zee waren:

- de oude duinen bij Adinkerke-De Panne,
- de middeloude duinen van Vlissegem, Bredene en Klemskerke,
- een aantal pleistocene eilanden of "donken",
- een aantal hoog opgegroeide mosvenen: de Frans-Belgische Moeren en de Lage Moere van Meetkerke. Ook tussen Oostkerke en Kaaskerke kwamen enkele veeneilandjes voor die tijdens deze transgressiefase niet werden overstroemd (echter wel tijdens de volgende). Het veenachtig randgebied in en nabij de huidige Gistel-Moere bleef eveneens tijdens deze transgressiefase grotendeels voor overstromingen vrijgesteld.

De eerste drie soorten "eilanden" vormen nu nog weinig uitgesproken verhevenheden in het polderlandschap. De hoog opgegroeide veengebieden ondergingen later belangrijke wijzigingen, zodat deze oorspronkelijk hoog gelegen gebieden thans tot de laagste van de polderstreek behoren.

De aantasting van het kustgebied door de zee geschiedde als volgt. De beschermende duinengordel werd op talrijke plaatsen doorbroken; hij verbrokkelde snel en werd, met uitzondering van de bovengenoemde duineilanden, geheel opgeruimd. Het veen of de oudere zeeafzettingen werden nabij de zee meestal totaal weggeslagen. Vanuit de inbraakgebieden liepen krekken van variërende breedte en diepte, die hun bedding in het veen uitschuurden, tot ver in het

binnenland. Door steeds voortgaande erosie ontstond een ingewikkeld, vertakt krekensysteem; het gehele veenlandschap werd als het ware versneden in steeds kleiner wordende veeneilandjes omsloten door krekens.

Na het eerste stadium, waarin de erosie overheerste, trad een tweede stadium op, dat veel langer duurde en dat gekenmerkt wordt door sedimentatie. Beide processen, erosie en sedimentatie, zijn echter steeds met elkaar verbonden en nooit scherp te scheiden. De wijze, waarop het in het zeewater aanwezige slib werd afgezet, is zeer belangrijk, omdat ze in grote mate bepalend is geweest voor de opbouw van de polderstreek. De huidige topografie, alsook de bewoning, de landbouw, enz. van de polders houdt ten nauwste verband met deze wijze van sedimentatie, die verder apart wordt beschreven.

Vermelden we hier slechts dat de afzetting selectief geschiedde, zodat kleiige en zandige facies naast mekaar liggen. De dikte van deze afzettingen varieert van enkele centimeters tot enkele meters.

4) De Karolingische regressie (8ste - 11de eeuw)

Rond de 8ste eeuw trad een tweede regressieperiode in, die zou duren tot in het begin van de 11de eeuw. Uit deze periode dateert de ontginning van de polder-vlakte. De eerste sporen van menselijke activiteit vindt men terug in de 8ste en vooral de 9de eeuw, tijdens de welke meer en meer *marisci*, dit zijn zoute schorren waar op schapen werden gekweekt, meestal door de abdijen, worden vermeld. Lissewege, Dudzele (-sele toponiem) en waarschijnlijk Houtave dateren uit de 9de eeuw; het zijn echter geen kollektieve nederzettingen maar eerder centra van schapenteelt (A. VERHULST, 1959). De oudste eigenlijke nederzettingen worden vermeld in 988 (Leffinge en Vlissegem) en in 1003 (Klemskerke en Houtave).

Met de inzet van de regressie vormde zich een duinengordel (de jonge duinen), die meer en meer de toegang van de zee tot het nieuwe kustland afsloot.

5) De Duinkerken 3-transgressie (11de eeuw)

Tijdens de Duinkerken 3-transgressie werd het schaars bewoonde kustland aangetast en overstromd vanuit twee punten, waar de jonge duinen doorbroken waren: het IJzerestuarium, ter hoogte van het huidige Nieuwpoort, en het Zwin, nabij de Belgisch-Nederlandse grens.

De derde transgressiefase nam de eerste helft van de 11de eeuw in beslag; inderdaad vindt men vermeldingen van geweldige zeeoverstromingen in de *Annales Blandinienses* in 1014 en 1042, terwijl na 1060 reeds tal van nederzettingen in het uitbreidingsgebied van deze transgressie vermeld worden: Leffinge (1060/1070), Snaaskerke (1067), Pervijze (1089), Lissewege (1060/1070), Uitkerke (1060/1070). Bovendien is er een vermelding in 1041 van Meetkerke, dat zich buiten de overstromingsvlakte bevond. Merken we ten slotte op dat sommige nederzettingen, die reeds in de 9de - 10de eeuw bestonden, in de eerste helft van de 11de eeuw niet meer vermeld worden: Leffinge (van 988 tot 1060/1070), Testerep (van 992/994 tot 1065), beide in het overstromingsgebied gelegen. Al deze nauwkeurige dateringen zijn te danken aan het minutieuze opzoekingswerk van Dr. A. VERHULST (1959).

In het onderstaande zal de ontwikkeling van het westelijke en van het oostelijke overstromingsgebied tijdens en na de Duinkerken 3-transgressie afzonderlijk behandeld worden.

a) Het westelijke overstromingsgebied (IJzergebied)

Nabij Nieuwpoort werd in het begin van de 11de eeuw een grote inham met krekensysteem gevormd. Het volledige krekensysteem was uitgebreider en meer vertakt dan aangegeven in fig. 4, waarop slechts de hoofdkrekens afgebeeld zijn. Vanuit de hoofdkrekens werden talloze, soms niet meer dan 1 m brede en even diepe geultjes gevormd, die in veel gevallen bij het bodemkundig onderzoek werden teruggevonden.

Door de steeds verder gaande overstromingen werd het reeds bewoonde schorgebied meer en meer in gevaar gebracht. Tegen de naar het westen en zuidwesten gerichte overstromingen werd een dijk opgeworpen, die bekend staat onder de naam van Oude Zeedijk (fig. 5). Deze dijk werd niet aangelegd voor landwinning, maar wel als

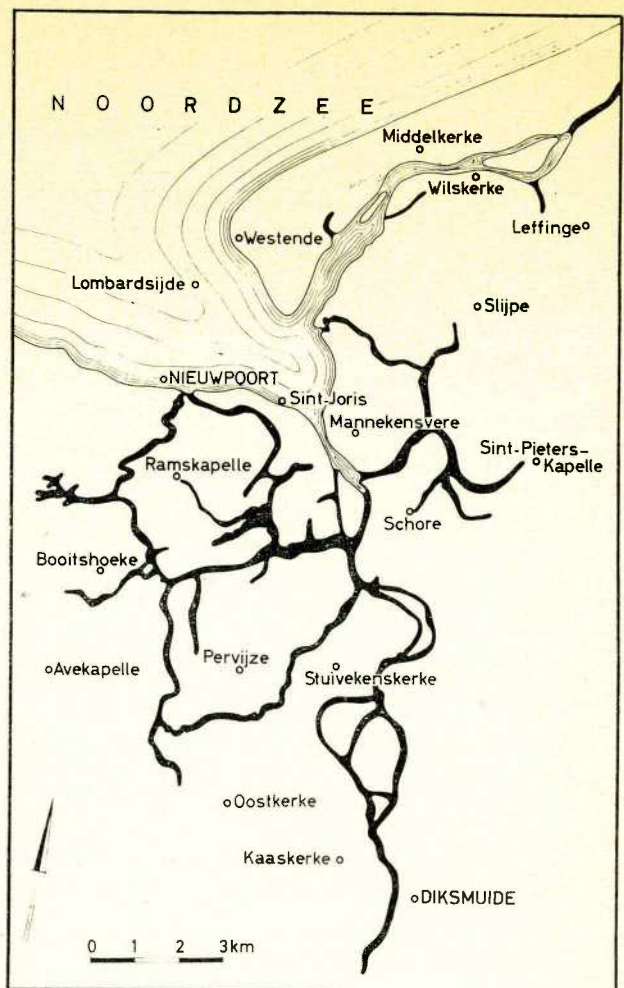


Fig. 4. — De IJzerinham en de voornaamste Duinkerken 3-krekens in het westelijke kustgebied.

waterkering van een steeds meer in gevaar gebracht gebied. Hij loopt van Oostduinkerke tot Fort Knokkehoek (dit stuk draagt nu ook de naam van Oude Zeedijk) en van daar naar de pleistocene opduikingen ten zuiden van Lo, naar het gehucht Turkeyen (het grootste gedeelte van deze "verlenging" staat bekend onder de naam van Lostraat) (F. R. MOORMANN, 1951).

De overstromingen vanuit Nieuwpoort, die in het westen werden tegengehouden door de Oude Zeedijk, breidden zich uiteraard ook in oostelijke richting uit. De oostelijke tegenhanger van de Oude Zeedijk is de dijk van de Watering van Blankenberge (fig. 5), die gedeeltelijk de westgrens van deze watering vormt. Deze dijk loopt vanaf de duinen, ongeveer 400 m ten westen van Bredene-dorp, naar de Blauwe Sluis en vandaar naar Plassendale en Oudenburg. Hij heeft waarschijnlijk een geringe rol als zeewering gespeeld, daar de meeste overstromingen niet zo ver gereikt hebben. Inderdaad bereiken de Duinkerken 3-afzettingen in dit gebied ongeveer de lijn Oostende-Zandvoorde, waar de opbouw van het landschap een natuurlijke belemmering vormde voor verdere overstroming. Er ontstond hier een strandvlakte van enkele kilometers breedte, die regelmatig door slechts een dunne waterlaag werd bedekt; noemenswaardige geulen werden er niet in gevormd.

Het gebied in en nabij de Moere bij Gistel, dat in de 4de eeuw niet of nauwelijks overstromd werd, kwam bij deze transgressie wel onder water.

Tijdens het sedimentatiestadium van deze transgressiefase werd hoofdzakelijk klei afgezet; slechts in de krekens kwam plaatselijk een weinig zandig materiaal tot bezinking. Op de Duinkerken 2-afzettingen die binnen het overstromingsgebied der 11de-eeuwse transgressie gelegen

Vanuit de Oostgeul vormden zich verscheidene krekken, die diep het land binnendrongen, o.a. de Gauwelozeekreek, de Zoutekreek, de Schaperijkreek, de Sint-Katarinakreek en de Keignaardkreek.

In 1626 werd de Legaardsdijk gebouwd om het overstromingsgebied te beperken. Rond 1660 was de havengeul, ten gevolge van de onvoldoende hoeveelheid spoelwater, grotendeels verzand en besloot men een groter gebied als spoelpolder te gebruiken. Aldus ontstonden de talrijke "polders" rond Oostende, die om beurten tientallen jaren als spoelpolder dienst deden met de bedoeling de havengeul voor verzanding te vrijwaren. Deze methode werd toegepast tot in 1803.

Hier volgt de lijst van de belangrijkste van deze polders met voor sommige de periode(n) tijdens dewelke ze als spoelpolder dienst deden :

- de Keignaardpolder (Zandvoorde) : 1664-1700, 1721-1803,
- de Grote polder (Bredene),
- de Saspolder (Bredene),
- de Gauwelozeepolder (Zandvoorde, Stene),
- de Sint-Katarinapolder (Stene, Oostende) : 1627-1744,
- de Nieuwe polder van Zandvoorde (Zandvoorde, Oudenburg) : 1664-1700,
- de Snaaskerkepolder (Snaaskerke, Stene, Leffinge) : 1721-1803.

In de spoelpolders heeft zich niet alleen een nieuw krekensysteem gevormd, maar werd ook een nieuwe laag alluvium afgezet. Dit alluvium bestaat hoofdzakelijk uit kalkrijke, bruinachtige, zware klei; slechts in de grote krekken treft men zandig materiaal aan. De dikte van het jonge kleidek is natuurlijk afhankelijk van de duur, tijdens dewelke een bepaalde polder als spoeldok heeft gediend. Ze is van de orde van grootte van 1 cm per jaar; in de Nieuwe polder van Zandvoorde nog open, terwijl ze in de Keignaardpolder bijna volledig gecolmateerd is en slechts een weinig uitgesproken depressie vormt.

Gemiddeld liggen de polders van Oostende aldus bijna 1 m hoger dan het omliggende poldergebied. Ook het uitzicht van de krekken verschilt van polder tot polder; naarmate de polder langer dreef, zijn de krekken er verder dichtgeslibd. Zo ligt b.v. de Keignaardkreek in de Nieuwe polder van Zandvoorde nog open, terwijl ze in de Keignaardpolder bijna volledig gecolmateerd is en slechts een weinig uitgesproken depressie vormt.

V. ENKELE BELANGRIJKE GENETISCHE PROCESSEN

Het huidige aspect van de zeepolders wordt in de eerste plaats bepaald door de afzettingen van het Subatlanticum (duinkerkaanse transgressie) en van het Recent (recente afzettingen).

Enkele processen, meestal te wijten aan menselijke tussenkomst, hebben nochtans op vele plaatsen uiteindelijk hun stempel gedrukt op de morfologie van de zeepolders. De voornaamste worden hier kort beschreven.

1) Selektieve sedimentatie

Bij elke transgressiefase ontstaat vanaf de verschillende inbraakpunten een uitgebreid krekensysteem. De krekken vormen zich door uitschuring in het overstroomde substraat, veelal dus in veen. Gezien de stroomsnelheid van het water in de krekken zullen daar slechts grove korrels kunnen bezinken, nl. zandkorrels ($> 50 \mu$). Het water dat buiten de krekken treedt is dan nog slechts beladen met fijne bestanddelen, vooral klei ($< 2 \mu$) en slib ($2-20 \mu$), die uit het stagnerend water neerslaan. Ten gevolge van deze selektieve sedimentatie krijgt men na enkele eeuwen volgend patroon: een vertakt systeem van ondiepe beddingen (opgevolde krekken), waar de bodem tot op grote diepte uit zeezand bestaat en waar het veen ontbreekt, en uitgestrekte gebieden waar de bodem bestaat uit een zware kleilaag, rustend op veen.

2) Inversie van het reliëf

Na een transgressiefase bestaat het drooggekomen schor-gebied uit ondiepe kreekbeddingen met daartussen hoger liggende klei-op-veenplaten. Bij de ontwatering verliezen de sedimenten een groot gedeelte van hun water en krim-

pen daardoor in. Deze inkrimping hangt af van de aard van het materiaal: zand krimpt weinig of niet, klei matig en veen zeer sterk. Het gevolg van deze selektieve inkrimping is, dat de opgevolde kreekbeddingen (zandig) op hun oorspronkelijke niveau blijven liggen, terwijl de oorspronkelijk hoog gelegen klei-op-veen gebieden sterk inklinken, zodat ze nu op een lager niveau dan de krekken liggen. Men spreekt van kreekkruggen (langgerekte hoogten van wisselende breedte met zandige ondergrond) en van poelen of kommen (zwakke depressies met venige ondergrond) (fig. 7).

De omkering van het reliëf — en dus ook het onderscheid in de twee voornaamste morfogenetische eenheden, kreekkruggen en poelen of kommen — is het meest uitgesproken in gebieden waar slechts één afzetting aanwezig is. Een tweede of een derde afzetting hebben het inversiereliéf in min of meer grote mate vervlakt.

3) Vorming van kunstmatige depressies

Het veen was vroeger een belangrijke delfstof van de polderstreek. Tot in de tweede helft van de 19de eeuw werd het als brandstof ontgonnen (J. AMERYCKX, 1956). De plaatsen, waar de veenlaag geheel of gedeeltelijk werd uitgegraven, tekenden zich in het landschap af als — meestal rechtlijnig begrensde — laagten, die zowel een perceel van enkele aren als uitgestrekte blokken van 100 ha en meer kunnen omvatten. De totale uitgeveende oppervlakte bedraagt verscheidene duizenden hektaren.

In sommige gebieden, waar het veen zo hoog was opgegroeid (gebombeerd mosveen) dat het weinig of niet door het zeewater werd overstroomd, lag deze waardevolle brandstof aan het oppervlak en kon ze volledig afgegraven worden. Dit gaf het ontstaan aan grote plassen, zoals de Frans-Belgische Moeren en de Lage Moere te Meetkerke. Deze plassen werden uitgedempt en drooggelegd in de 17de eeuw (J. AMERYCKX, 1953; F. R. MOORMANN, 1955) en gaven het ontstaan aan de zgn. droogmakerijen. Kleine gelijkaardige gebieden liggen te Zevekote (de depressies van Bazelaar en Rietbos). Het oppervlak van de Frans-Belgische Moeren bestaat uit afzettingen uit het Atlanticum (flandriaanse waddensedimenten), dit van de Lage Moere te Meetkerke grotendeels uit pleistoceen zand.

Het afgraven van de polderklei voor het maken van baksteen heeft ook kunstmatige laagten doen ontstaan. De

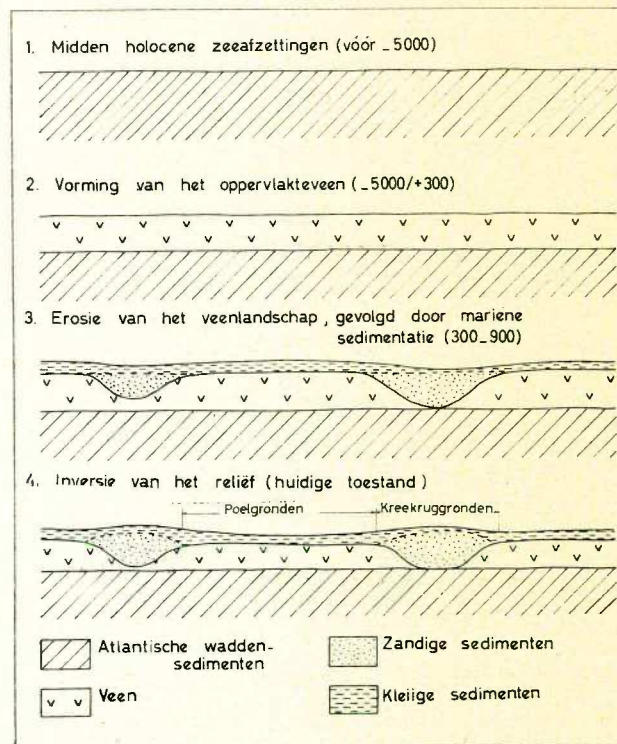


Fig. 7. — De inversie van het reliëf in het Oudland (naar R. TAVERNIER, 1947).

oppervlakte, door deze zgn. uitgebrikte gronden ingenomen, is echter veel geringer dan deze der uitgeveende gronden, alhoewel toch zeker nog belangrijk.

4) Dijkbreuken

De binnendijken uit de zeevlakte zijn op talrijke plaatsen doorbroken. Op de plaats van de dijkbreuk vormt zich een diepe put, wiel genaamd, waaruit materiaal wordt opgewarrelt, dat samen met het door de zee aangebrachte materiaal in een kring aan de landzijde van het wiel wordt afgezet. Deze meestal zandige afzetting wordt overslag genoemd. De plaatsen van vroegere dijkbreuken zijn dus te herkennen aan de aanwezigheid van een wiel of/en van een overslag. In de zeepolders zijn de wielen zeldzaam; men vindt er enkele — nu reeds grotendeels opgevuld — langs de Evendijk tussen Blankenberge en Heist. Overslagen komen echter talrijk voor. Langs de oudste dijken, de Oude Zeedijk in Veurne-Ambacht en de Blankenbergse dijk ten noorden van Brugge, vindt men er enkele; het grootste aantal ligt echter in het gebied van het Zwin.

VI. DE LANDSCHAPPEN

Volgens hun geologische opbouw onderscheidt men in de Polderstreek vijf landschappen (fig. 3).

1) Oudland

Oppervlaktelaag : Duinkerken 2.
Ontginning : 8ste-9de eeuw.
Gebieden : in Veurne-Ambacht en in het Brugse.
Reliëf : uitgesproken inversiereliëf.
Gemiddelde hoogte : 3-4 m.

2) Middelland

Oppervlaktelaag : Duinkerken 3A en B.
Ontginning : 11de-12de eeuw.
Gebieden : een westelijk en een oostelijk deel (+ Jong Middelland).
Reliëf : matig uitgesproken inversiereliëf.
Gemiddelde hoogte : 3-4 m.

3) Nieuwland

Oppervlaktelaag : post-Duinkerken 3.
Ontginning : na de 12de eeuw.
Gebieden : IJzerestuarius en het Zwin.
Reliëf : zeer vlak, met enkele open kreken.
Gemiddelde hoogte : 4 m.

4) Historische Polders van Oostende

Oppervlaktelaag : klei van Oostende (17de-18de eeuw).
Ontginning : 18de eeuw.
Ligging : bij Oostende.
Reliëf : zeer vlak, met enkele open kreken.
Gemiddelde hoogte : 4-5 m.

5) Droogmakerijen

Oppervlaktelaag : Atlanticum (Frans-Belgische Moeren) en Pleistoceen (Lage Moere van Meetkerke); het bedekkend mosveen werd afgegraven.
Ontginning : 17de eeuw.
Gebieden : Frans-Belgische Moeren en Lage Moere van Meetkerke.
Reliëf : zeer vlak.
Gemiddelde hoogte : 1-2 m.

BIBLIOGRAFIE

AMERYCKX, J. : De Historische Polders van Oostende. "Natuurwet. Tijdschr.", 31, blz. 142-150, 1 fig. Gent, 1949.
Over de indijking van enkele polders in het IJzerestuarius. "Natuurwet. Tijdschr.", 32, blz., 99-103, 2 fig., pl. I. Gent, 1950.
Bodemkaart en verklarende tekst van de kaartbladen: Middelkerke 21 W - Oostende 21 E (1952), De Haan 10 W - Blankenberge 10 E (1953), Westka-

pelle 11 E - Het Zwin (1953), Heist 11 W (1953), Bredene (1954), Brugge 23 W (1958), Houtave 23 E (1958), Leke 36 E (1958), Gistel 37 W (1959), Moerkerke 23 E (in voorbereiding).
Ontstaan en evolutie van het Zwin in België. "Natuurwet. Tijdschr.", 34, blz. 99-110, 6 fig. Gent, 1953.

De Lage Moere van Meetkerke. "Biekerf", 54, blz. 153-157, 1 fig. Brugge, 1953.

Nieuwe aspecten en problemen over de geschiedenis van Lapscheure. "Biekerf", 54, blz. 248-254, 1 fig. Brugge, 1953.

Bodem en bewoning in de Zeepolders. "Natuurwet. Tijdschr.", 40 (1958), blz. 176-193, 6 fig., pl. XI-XVIII. Gent, 1958.

AMERYCKX, J. & NAGELMACKERS, A. : De boot van Oostende. "Biekerf", 57, nr. 15, blz. 135-138. Brugge, 1956.

AMERYCKX, J. & VERHULST, A. : Enkele historisch-geografische problemen in verband met de oudste geschiedenis van de Vlaamse kustvlakte. "Handel. Maatsch. Gesch. en Oudheidk., Gent". Nieuwe reeks, XII, blz. 3-26. Gent, 1958.

BELPAIRE, Ant. & Alph. : De la plaine maritime depuis Boulogne jusqu'au Danemark. Anvers, 1855.

BENNEMA, J. & VAN DER MEER, K. : De genese van Walcheren. "Tijdschr. Koninkl. Nederl. Aardrijksk. Gen.", LXVII, blz. 139-148, 3 fig. Leiden, 1950.
De bodemkartering van Walcheren. "De Bodemkartering van Nederland". XII. 's-Gravenhage, 1952.

BLANCHARD, R. : La Flandre. Paris, 1906.

BRIQUET, A. : Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique. Paris, 1930.

CORNET, J. : Leçons de géologie. Bruxelles, 1927.

DE LANGHE, J. : De oorsprong der Vlaamsche kustvlakte. Knokke, 1939.

DE SMET, A. : Het waterwegennet ten noordoosten van Brugge in de XIII^e eeuw. "Revue belge de Phil. et d'Histoire", XII, 1933, pp. 1023-1059, en XIII, 1934, pp. 83-121. Bruxelles, 1933.

De geschiedenis van het Zwin. Antwerpen, 1933.

DE SMET, J. : Het Vlaamse polderland en de kust. Brugge.

EDELMAN, C. H. : Overslaggronden. "Boor en Spade", I, blz. 142-148. Utrecht, 1948.

MOORMANN, F. R. : De bodemgesteldheid van het Oudland van Veurne-Ambacht. "Natuurwet. Tijdschr.", 33, blz. 1-124, 27 fig., pl. I-III. Gent, 1951.
Bodemkaart en verklarende tekst van de kaartbladen: Lamprenisse 51 W (1951), Oostduinkerke 35 E (1951), De Moeren 50 W (in voorbereiding).

MOORMANN F. R. & AMERYCKX, J. : De bodemgesteldheid van de Zeepolders. "Versl. over navorsingen van het I.W.O.N.L.", 4, blz. 37-60, 3 fig., 3 krt. Brussel, 1950.

Bodemkaart en verklarende tekst van het kaartblad Nieuwpoort 36 W. Gent, 1951.

TAVERNIER, R. : De geologische ontwikkeling van de Vlaamsche kust. "Wetenschap in Vlaanderen", 4, blz. 41-48, 3 fig. Gent, 1938.

L'évolution de la plaine maritime belge. "Bull. Soc. belge de Géol.", LVI-3, pp. 332-343, 2 fig. Bruxelles, 1947.

Le Quaternaire. "Prodrome d'une description géologique de la Belgique", pp. 555-589. Liège, 1954.

VAN DER FEEN, P. : Geschiedenis van de bewoning van Walcheren. "De Bodemkartering van Nederland", XII, blz. 147-160. 's-Gravenhage, 1952.

VERHULST, A. : Historische geografie van de Vlaamse kust vóór 1200. "Bijdragen voor de Geschiedenis der Nederlanden", 14, nr. 1. Den Haag-Antwerpen, 1959.

Middeleeuwse inpolderingen en bedijkingen van het Zwin. "Bull. Soc. Belge Et. Géogr.", XXXVIII, 1, blz. 21-54. Leuven, 1959.

