



GEOMORFOLOGIE VAN SLIKKEN
EN SCHORREN
LANGSHEEN HET SCHELDE-ESTUARIUM
OP BELGISCH GRONDGEBIED

Paul DE SMEDT

Abstract

Since J. Massart's botanical study (1908, a, b,) about the tidal flats and salt marshes of the Westerschelde this natural region has been examined only sporadically. A true morphological study has never been done. The fieldwork has been executed in 1966-1967. At that moment a considerable part of the region was changed by human intervention. Thereafter the region has lost most of its natural appearance.

The narrow salt marshes with flat or slightly waving profile, are cut by creeks with flat or incised bed. Some barren pans excepted, the salt marshes are overgrown densely, upstream of Lillo and Fort de Parel by high salt marsh vegetation (*Phragmites communis*), downstream by low salt marsh vegetation (*Puccinellia maritima*, *Scirpus maritimus* etc.). This vegetation pattern varies according to salinity.

The transition to the tidal flat is rather abrupt forming cliffs which can be straight, undermined or in the form of stairs.

The tidal flats, far from having a monotonous outlook, are characterised by diverse morphological forms as microcliffs, micromesetas, structural depressions, creeks, rill-marks, low tide cliffs, current ripples etc. Whether sedimentation forms and erosion forms occur together or not, three types of tidal flats can be

distinguished: the erosion tidal flats, the sedimentation tidal flats and the tidal flats with a combination of erosion forms and sedimentation forms.

The distribution of the different morphological forms will be represented on the geomorphological map of Belgium at scale 1/50.000, sheet 7: Kapellen.

INLEIDING

Dit artikel behelst de studie van de macro- en micromorfologie van de buitenlanden van de Westerschelde, gelegen tussen de Belgisch-Nederlandse grens en de Rupelmonding voor de periode augustus 1966 – maart 1967.

De huidige loop van de Schelde is jong. Uit de studie van de afzettingen in de polders van Austruweel (F. Snacken, 1964) is gebleken dat men in vroegere perioden zoetwaterafzettingen had die nu afgedekt zijn met estuariumafzettingen: m.a.w. de Schelde evolueerde van een gewone rivier naar een getijderivier. Dit zou te verklaren zijn door het feit dat de Schelde zijn monding naar het zuiden verlegde, en daardoor onderworpen werd aan een steeds toenemend getijde. De Striene en de Oosterschelde

zijn oude lopen van de Schelde (F. Snacken, 1964). Analyses van de afzettingen uit de pre-romeinse transgressieperiode op het eiland Walcheren toonden aan dat de kust ter hoogte van de huidige Westerschelde tijdens vernoemde transgressieperiode nog gesloten was, terwijl er wel een loop bestond in de huidige Roompot: deze laatste stond waarschijnlijk niet in verbinding met de Schelde, die toen nog langs de Striene en de Maas in de zee uitmondde (G.G. Steur en I. Ovaa, 1960). De Oosterschelde ontwikkelde zich tijdens de Duinkerkaan II-transgressie (S.F. Kuipers, 1960) terwijl de Striene geleidelijk gecolmateerd werd. Bij een jongere inbraak ontwikkelde zich dan de Westerschelde. Sinds de Duinkerke III-transgressie zou de Schelde een estuarium hebben uitgebouwd (F. Snacken, 1964). Deze geleidelijke verandering van zoetwater naar zoutwater weerspiegelde zich ook in de vegetatie vanaf Duinkerke II (V. Munaut, 1967), waarbij de vegetatie van zoetlievende naar zoutlievende planten overging. Het steeds verder binnendringen van het zeewater met de ontwikkeling van het estuarium was het gevolg van de groeiende getijden van noord naar zuid in onze Noordzee (R. Codde en L. De Keyser, 1967), (en van het stijgen van het zeepeil). Om de veelvuldige overstromingen tegen te gaan werd er herhaaldelijk overgegaan tot het indijken van de overstromde gronden, waardoor het natuurlijk overstromingsareaal verkleind werd. Dit had een versnelde sedimentatie op de schorre tot gevolg ten gevolge van de verhoogde waterstand (F. Snacken, 1964).

Door de veelvuldige indijkingen en de versnelde industrialisatie langs onze Schelde verdwijnen langzaam de laatste natuurlijke gronden in deze streek. Dit heeft er ons toe aangezet om een detailopname te maken van de morfologie langs onze Westerschelde alvorens deze natuurgonden voor altijd verdwenen zijn.

Kenmerkend voor een estuarium is de getijdewerking. Deze uit zich in een dubbele activiteit: sedimentatie en erosie met de ontwikkeling van slikken, schorren en krekken.

Bij zijn studie van Landschappen in België bepaalde J. Massart (1908, a) de slikke als: „la zône

inférieure du district des alluvions marines, celle qui est inondée deux fois par jour, même par les marées de morte eau, est la plus pauvre en Phanérogames”; en de schorre: „la partie plus élevée que les eaux n’atteignent qu’aux marées de vive eau” (J. Massart, 1908, b) en „couvert d’un tapis continu des Phanérogames” (J. Massart, 1908, a).

In een latere bepaling werd door Monod (1926) een nieuw element opgenomen, namelijk de sedimenten: „Les slikkes sont situées dans la zône de balancement de marées et sont dépourvues de végétation phanérogamique: il s’agit donc là de formations non fixées par la végétation, constituant des bancs de vase colloïdale non consistante et dont la répartition peut se modifier fréquemment...”. Les schorres sont des surfaces sensiblement planes, constituées par une banquette de vase colloïdale, extrêmement consistante, fixée par une abondante végétation de Phanérogames aériennes halophiles qui ne sont submergées à leur base que lors des plus fortes marées.”

Andere auteurs benaderen het probleem van de slikken en schorren meer van uit een sedimentologisch standpunt, o.a. Van Straaten L.M.J.U. (1954).

Geomorfologen zoals C. King (1959), B. Jakobsen (1954), A. Guilcher (1958) en V.P. Zenkovich (1967) leggen meer nadruk op het ontstaan van slikken en schorren.

C. King (1959) beschouwt de vegetatie en een overvloed aan slib als noodzakelijke elementen bij de opbouw van een schorre (salt marsh). Deze opbouw is tweeledig: „sloblands” of slikkestadium en „saltings” of schorrestadium.

Het gebied dat onderhevig is aan getijde, aldus B. Jakobsen (1954) bestaat uit een „tidal flat” of slikke en een „salt marsh” of een schorre. „The tidal flat is the designation of the areas which are dried at low tide and watered again at high tide”. De „salt marshes” liggen hoger dan de slikken. Zij vinden hun oorsprong niet in een opheffing van de bodem maar in de sedimentatie in een „salt marsh”-vegetatie of in een rietveld. De sedimentatie gaat door totdat zij zo hoog zijn dat zij niet meer bij elke tij worden overstroomd. Vanaf dit ogenblik bestaat er nog sporadisch een overstroming en slechts een geringe sedimentatie.

PAUL DE SMEDT

Door de erosie aan de voet van de schorre ontstaat er tussen de slikke en de schorre een klif. Bij een nieuwe uitgroei van de schorre wordt de actieve erosieklif verlaten. Deze blijft dikwijls als een dode klif achter in de schorre, totdat deze totaal onder de sedimenten is bedolven. De depressie tussen de nieuwe en de oude klif, „landpriel” genaamd, wordt geleidelijk gecolmateerd.

A. Guilcher (1958) besteedt heel wat aandacht aan het sedimentatieproces en de samenstelling van het slib. Het ontstaan en het verlanden van kreken verlopen samen met de vorming van de schorren. De onbegroeide pannen, die men in de schorre aantreft zijn het gevolg van de grote variatie in zoutgehalte. In tegenstelling met de kreken in de schorren zijn deze van de slikken minder steil ingesneden en meer tijdelijk en veranderlijk.

V.P. Zenkovich (1967) schetst het ontstaan als volgt : „Deposition of mud and silt carried by tidal waters may, under certain circumstances, give rise to mud flats, which normally originate in quiet places where they are protected from wave action. Sooner or later halophytic plants begin to colonise the flats and lead to the formation of true salt marshes”.

Uit het overzicht van de literatuur blijkt dat heel wat aandacht werd besteed aan het ontstaan van slikken, schorren en kreken, maar dat het morfologisch uitzicht van een slikke, schorre of kreek slechts sporadisch werd benaderd. Het is meer in deze richting dat de studie werd uitgevoerd.

In een eerste werkfase werden er langsheen de Schelde tussen Rupelmonde en de grens met Nederland een reeks hellingsprofielen opgenomen dwars op de buitenlanden (figuur 1). De profielen werden opgemeten met een niveaumeter van het type „Wild NK 2”. Langsheen sommige profielen werden aluminiumpaaltjes (1 m. lang en 1 cm. diameter) in de slikke om de tien of twintig meter ingeslagen, totdat zij vijftien cm. boven het slikkevlak uitstaken. Deze werkmethode laat toe na verschillende getijden door een nieuwe aflezing na te gaan in hoeverre er sedimentatie of erosie op de verschillende slikken optrad. De resultaten van deze metingen werden in dit artikel niet opgenomen daar zij deel uitmaken van een studie uitgevoerd door S. Wartel.

Tijdens de tweede werkfase werd er meer aandacht besteed aan de morfologie van de schorren, slikken, kreken en kliffen.

De uitbreiding van de verschillende morfologische vormen, zal worden voorgesteld op de geomorfologische kaart : kaartblad 7 Kapellen (op schaal 1:50.000).

MORFOLOGIE VAN DE BUITENLANDEN.

A. De Schorre.

De korte schorren langsheen de Westerschelde vertonen een zacht afhellend profiel naar de slikke toe. De hellingswaarden variëren tussen negen procent tegenover de Rupelmonding en minder dan één procent stroomafwaarts van Lillo. De stroomopwaartse toename van de helling is het gevolg van het steeds kleiner wordend overstromingsareaal, nog versterkt (getijtafel, 1967) door de stroomopwaartse toename van de amplitudo van het getijde in ons bestudeerd gebied. Worden de schorren breed, voornamelijk stroomafwaarts van Lillo, dan vertonen sommige profielen zeer zachte ondulaties, die niet het gevolg zijn van een stapsgewijze aangroei zoals in de



foto 1 : Schorreklif en begroeide slikke bij hoogtij (Rilland).
Salt marsh cliff and overgrown tidal flat at high tide (Rilland).

0307 003 5667



b3256

74

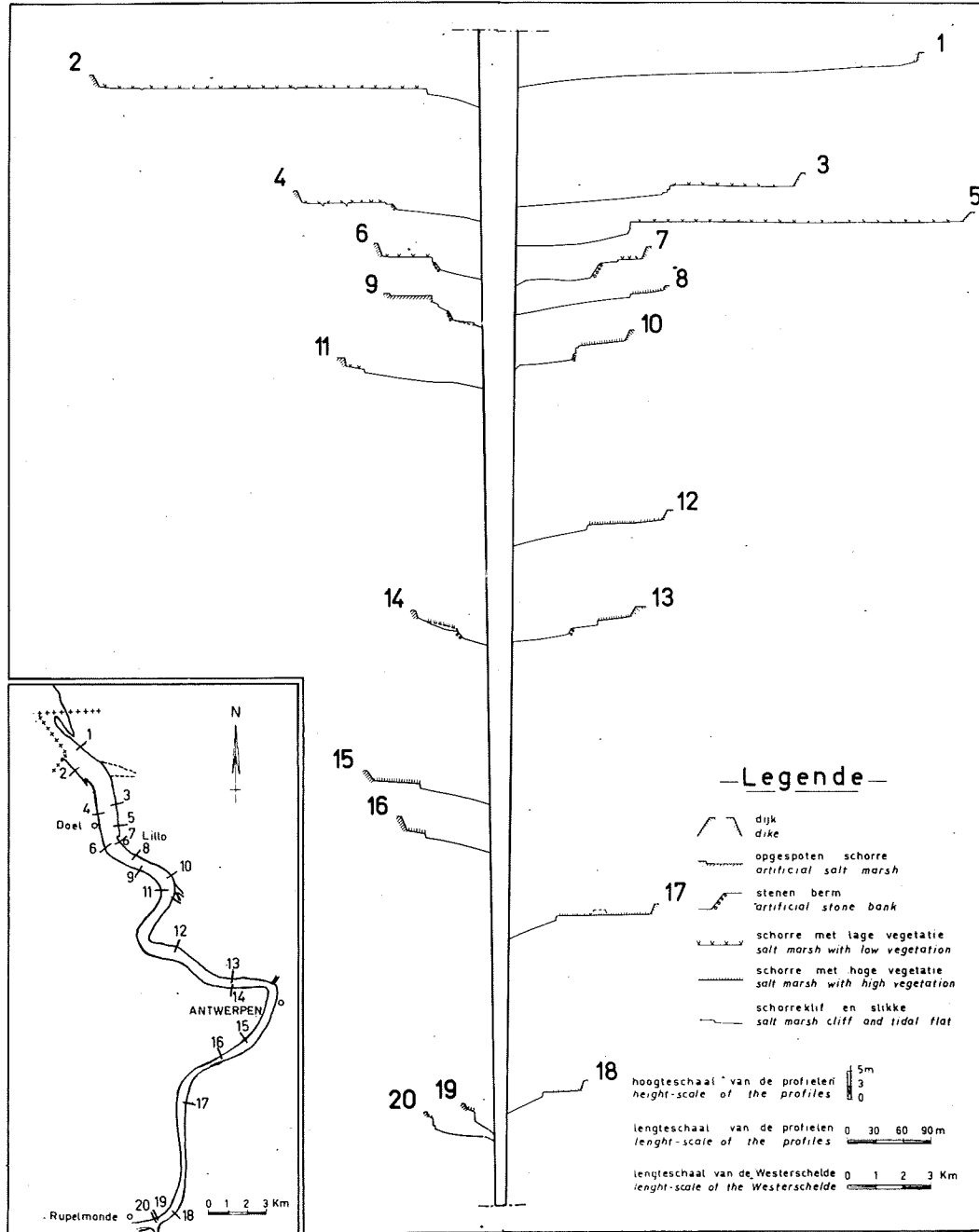


FIG. 1. Dwarsprofielen van de buitenlanden van de Westerschelde.
Transverse profiles of the tidal flats and the salt marshes of Westerschelde.

schorren van Jutland (B. Jakobsen, 1954), maar eerder ontstaan zijn door de insnijding van krekens of door de vorming van zeer zwakke oeverwallen. Men dient hierbij ook rekening te houden met een menselijke faktor : het opspuiten. Stroomafwaarts van de grens op de slikke van Rilland (foto 1) treft men voor de klif een begroeide slikke aan. De verdere evolutie van deze slikke tot schorre geeft het ontstaan aan een „landpriel” (B. Jakobsen, 1954).

De vegetatie op de vlakke schorren bestaat meestal uit een lage schorrevegetatie (*Scirpetum maritimi* ; *Atripliceto-Elytrigietum pungentis* ; *Puccinellietum maritimae typicum et agrostidetosum*, facies van *Puccinellia maritima*, of variant met *Aster tripolium* ; *Puccinellietum maritimae agrostidetosum* ; *Spartinetum Townsendii*), met hier en daar een rietveld (E. Broecke, 1966). De schorren stroomopwaarts van Lillo en Fort de Parel zijn uitsluitend begroeid met een hoge schorrevegetatie : rietvelden (*Phragmites communis*). Deze verandering in vegetatie is te wijten aan de verandering in het zoutgehalte. Zoutmetingen uitgevoerd door M. della Faille (1961) in de zomerperiode, gaven een zoutconcentratie van ongeveer 10 gram/liter voor de omgeving van Lillo. Gelijkaardige metingen, maar dan voor een vloed in de winter, wanneer het bovendeel van de Schelde groter is dan in de zomer, lieten toe vast te stellen dat stroomopwaarts van Lillo het zoutgehalte 0 g/l was, tussen Lillo en Zandvliet kleiner dan 1 g/l om dan

stroomafwaarts van Zandvliet snel toe te nemen (S. Wartel, 1967). Wij kunnen dus de verklaring van A. Guilcher (1958) bijtreden wanneer hij voor de aanwezigheid van het *Phragmites communis* stroomopwaarts in een estuarium de invloed van het dynamisch getijde aanneemt. Immers uit de uitgevoerde zoutmetingen blijkt dat het gebied stroomopwaarts van Lillo gedurende een ruime periode van het jaar niet onder invloed van het zout zeegetijde, maar wel van het zoet dynamische getijde staat.

De schorren worden versneden door krekens. In tegenstelling met het grillige maar toch dendritisch geordend krekenspatroon op het Land van Saaftege zijn de weinige krekens in de Belgische schorren enkelvoudig en recht of licht kronkelend. De krekens op het Land van Saaftege zijn natuurlijke krekens, ontstaan tijdens de schorrevorming. Zij zijn het resultaat van een samengaan van erosie en sedimentatie (Van Straaten, L.M.J.U. 1954). Wordt de evolutie van deze krekens niet verstoord dan zullen zij geleidelijk verlanden. De krekens in onze schorren zijn kort en niet vertakt. Enkelen vertonen een nog mooi meanderend verloop, maar meestal zijn zij recht. Deze laatste werden door de mens aangelegd of rechtgetrokken om een snellere ontwatering van de schorren en van de polders te bekomen. Morfologisch kunnen de krekens in twee typen onderscheiden worden : krekens met vlakke bedding en krekens met ingesneden bedding (fig. 2).

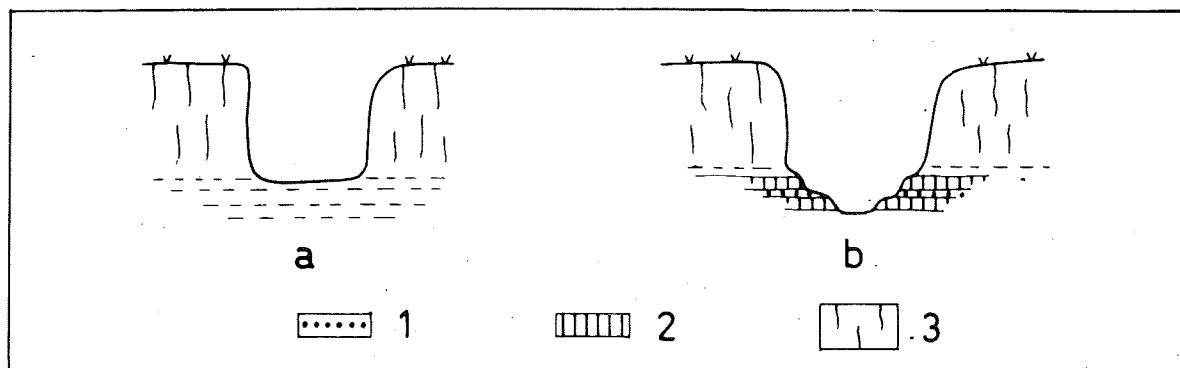


FIG. 2. Schematische voorstelling van een kreek met vlakke bedding (a), en een met ingesneden bedding (b).
Schematical representation of a creek with flat bed (a), and one with incised bed (b).

(1) zand, sand. (2) klei, clay. (3) wortels, roots.

Kreken met een vlakke bedding (foto 2) worden bij elk hoogtij met water gevuld. Wanneer het waterpeil in de Schelde daalt, zal gelijkmatig het water in de kreken dalen en uitstromen zodanig dat wanneer het waterpeil de voet van de schorre bereikt, ook de kreken leeggelopen zijn. Hierdoor ontstaat er geen geleidelijke knik in het verval van het water, zodat het water niet erodeert. Deze kreken zullen bij het uitlopen op de slikke verdwijnen. Deze vlakke bedding wijst op sedimentatie in de kreek.

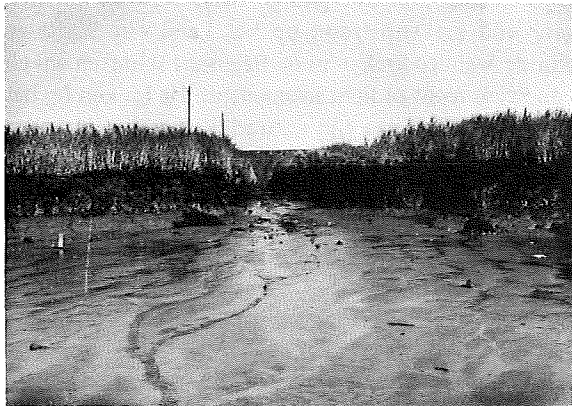


foto 2 : Een kreek met vlakke bedding (Blauwgaren).
A creek with flat bed (Blauwgaren).

Doet er zich echter een vertraging voor tussen het dalen van het waterpeil en het leeglopen van de kreek, m.a.w. dat er nog water in de kreek is wanneer het Scheldewater de voet van de klif verlaat dan treedt er geleidelijk een knik op in het verval. Hierdoor ontstaat er een versnelde stroming in de kreek, wat aanleiding geeft tot de vorming van een ingesneden bedding (foto 3).

De graad van insnijding is afhankelijk van de vertraging. In de natuurlijke kreken is deze vertraging functie van de grootte van het stroomstelsel. De zeer grote kreekstelsels van het Land van Saftinge hebben bij eb een groot debiet, dat bij vloed is binnen gestroomd. Hierdoor ontstaat er bij eb een grote vertraging tussen het leeglopen van de kreek en het dalen van het Scheldewater. Deze kreken zullen dus in hun bovenloop een vlakke bedding vertonen, welke naar de benedenloop toe geleidelijk dieper wordt

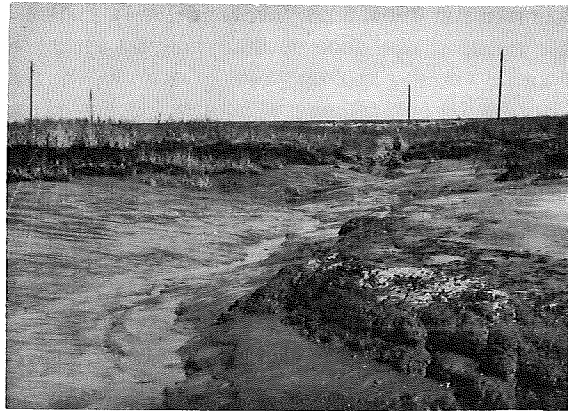


foto 3 : Een kreek met ingesneden bedding (Blauwgaren).
A creek with incised bed (Blauwgaren).

ingesneden. Bij het verlaten van de schorre vertonen deze kreken brede ingesneden beddingen. De kleine kreken, die bij eb slechts een gering debiet hebben, kennen geen vertraging en vertonen dus een vlakke bedding. Zij verdwijnen snel bij het verlaten van de schorre. Zulke kleine kreken met vlakke bedding treft men veelal aan in onze korte schorren. Onze grote ingesneden kreken daarentegen fungeren als ontwateringskreken van de polders, zodat zij steeds water in hun bedding bevatten. Hierdoor ontstaat er bij laagwater tussen het evenwichtsprofiel van een kreek en het verval van de schorre en slikke een groot verschil zodat de beddingen diep worden ingesneden (fig. 3). Wordt bij deze insnijding een oud slikkefacies geërodeerd dan ontstaat er een structureel traprelief tengevolge van de differentiële erosie op zand en klei. (foto 4).

Een typisch verschijnsel in de schorre zijn de gesloten depressies of *pannen* welke weinig of niet begroeid zijn. Tijdens de hoogste hoogwaterstanden komen zij vol te staan met zout water en drogen uit in de tussenliggende perioden, waardoor zoutneerslag ontstaat. Anderzijds zijn deze depressies geruime tijd onderhevig aan zoet regenwater. De zoutneerslag enerzijds en de variatie zout en zoet anderzijds zijn ongunstig voor de vegetatie. Deze depressies zijn zeer variërend in grootte en vorm. Zij vinden hun ontstaan hetzij in het oorspronkelijk sedimentatieproces

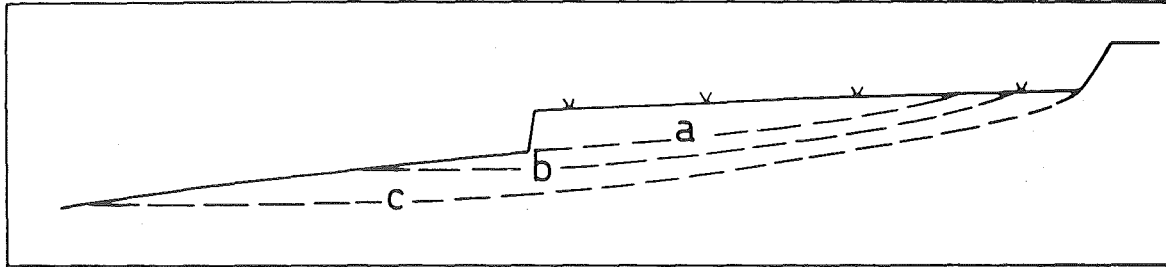


FIG. 3. Schematische voorstelling van de evenwichtsprofielen van een kreek met vlakke bedding (a), en van krekken met ingesneden bedding (b, c).

Schematical representation of the equilibrium profiles of a creek with flat bed (a), and of creeks with incised bed (b, c).

(oeverwalvorming met afzondering van depressies die langzaam opvullen), hetzij door het afsnijden van krekken waardoor gedeelten niet meer aflopen en geleidelijk verlanden. Een andere verklaring vinden wij bij J. Massart (1908, a) „Les épaves, apportées par les flots pourrissent sur l'herbe et la détruisent, ce qui met à nu l'argile et permet aux vagues de l'entamer”.



foto 4 : De monding van een kreek bij laagwater (Blauwgaren).

The mouth of a creek at low tide (Blauwgaren).

Er dient echter opgemerkt dat gelijkaardige depressies in de schorre ook kunnen ontstaan door het dichtslibben van oude putten, wat wel eens wordt aangetroffen op de schorre van Lillo. In dit laatste geval zijn de depressies soms nog omringd door een klifje, dat een rest is van de wand van de put.

B. Overgang schorre-slikke

Het minst voorkomend geval langsheen de buitenlanden van onze Westerschelde is de geleidelijke overgang tussen een schorre en een slikke over een begroeide slikke. Men treft ze soms aan op de binnenoevers van de meanders (o.a. Zandvliet) (Foto 5) en stroomafwaarts van Prosperpolder alwaar de smalle schorre overgaat in het brede Land van Saafinge. In dit laatste geval is de overgang tussen de schorre en de slikke een natuurlijke overgang. Men vindt deze slechts terug bij zeer brede slikken en schorren alwaar de golven door het uitrollen snel hun erosiekracht



foto 5 : De begroeide slikke van Zandvliet.

The overgrown tidal flat of Zandvliet.

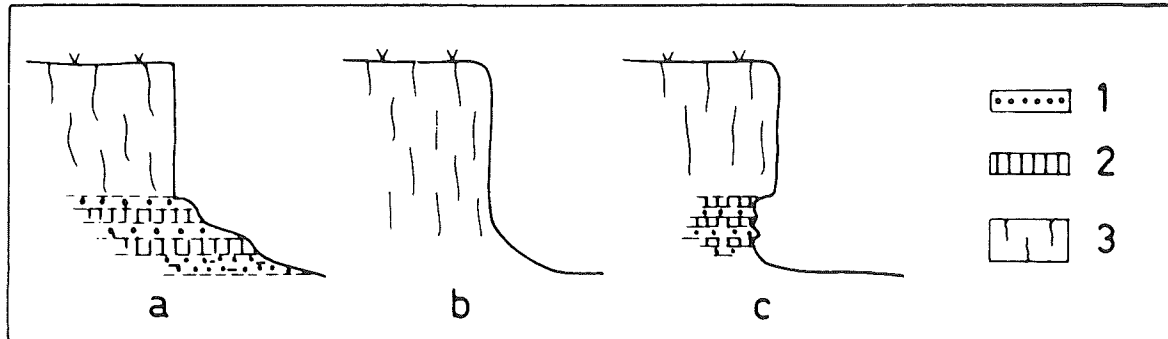


FIG. 4. Schematische voorstelling van een trapvormige klif (a), een rechte klif (b) en een ondermijnde klif (c).
Schematical representation of a cliff in the form of stairs (a), a straight cliff (b) and an undermined cliff (c).

(1) zand, sand. (2) klei, clay. (3) wortels, roots.

verliezen. De overgang wordt dan gevormd door een begroeide slikke.

Op de binnenoever van de meanders nabij de Ketelplaat en het Fort Filip waar ook een geleidelijke overgang is, bemerkt men onder de sedimenten nog resten van een oude klif. Dit is op tweeërlei wijze te verklaren: enerzijds door een natuurlijke sedimentatie tegen de klif, anderzijds door een opstorten van gebaggerd zand (dit laatste is wel een voorname factor).

Algemeen echter komt langs onze Westerschelde een klif voor bij de overgang van de schorre naar de slikke, wat wijst op een sterke erosie. Naargelang de erosie er nu al dan niet actief is, onderscheiden wij actieve en niet-actieve kliffen. De niet-actieve kliffen zijn de kliffen die beschermd worden door een stenen berm. De actieve kliffen waar het water regelmatig erodeert, kunnen morfologisch in drie groepen onderverdeeld worden: de trapvormige klif, de rechte klif en de ondermijnde klif (fig. 4a, b, c).

De *trapvormige klif*: (fig. 4a) (foto 6) de klif bestaat uit twee delen: een vertikaal gedeelte bovenaan en een trapvormig gedeelte onderaan.

Vanwaar deze vorm? Een coupe in zulk een klif genomen laat toe twee sedimentatiefacies te onderscheiden: een schorrefacies en een slikkefacies.

Het schorrefacies wordt gekenmerkt door zijn compacte structuur. Het bestaat hoofdzakelijk uit een kleiafzetting waartussen nodulaire lenzen van kleiig zand, sterk aan elkaar gehouden door de wortels van

de recente of verdwenen schorrevegetatie. Meestal is de gelaagde structuur door de indringende wortels verstoord of totaal verdwenen. Aan de basis van dit schorrefacies bemerkt men dikwijls een lichte ondermijning, welke bij verdere ontwikkeling aanleiding geeft tot afstorting van de klif. Deze ondermijning wijst op een verminderde weerstand naar onder toe, enerzijds omdat er bovenaan jonge weerstandbiedende wortels zijn, onderaan daarentegen dikwijls halfvergane wortels, en anderzijds omdat het onderaan veelvuldiger vochtig is, bovenaan eerder droog en harder. Deze trapvormige erosieklif zal slechts ontstaan op plaatsen die aan zeer sterke erosie te lijden hebben (fig. 1, profielen 3, 5, 20). Naargelang de



foto 6: Een trapvormige schorreklif (Blauwgaren).
A salt marsh cliff in the form of stairs (Blauwgaren).

breedte van de slikke zal de trapvorm steil of uitgerekt zijn: nabij Lillo-Blauwgaren (fig. 1, profiel 3) heeft men een brede slikke (120-160 m.) zodat de erosiekracht van de golven enigszins gebroken wordt door de zachte helling van de slikke, tegenover de Rupelmonding (fig. 1, profiel 20) daarentegen is de slikke smal (20 m.) en steil, met een zeer sterke erosie aan de voet van de klif. De oude slikkesedimenten worden sterk geërodeerd, zodat de trapvorm er steil is. Deze trapvormige klif wordt dikwijls aangetroffen bij de schorrekeken met ingesneden bedding. Deze vorm van bedding is ook te wijten aan de erosie van het water in twee verschillende sedimentatiefacies: een kompakte schorrefacies en een gelaagd slikkefacies.

Niet alleen het verschil in facies maar ook de afbrokkeling van een klif kan tijdelijk aanleiding geven tot een trapklif.

De *rechte klif*: (fig. 4, b) Onder dit type worden al de kliffen ondergebracht die een min of meer vertikaal front vertonen (foto 1). Daartoe is het algemeen nodig dat de sedimenten niet gestratificeerd zijn, maar een homogene massa vormen: een schorrefacies.

De weerstand tegen de stroomerosie wordt verhoogd door de resten van jonge en oude wortels. Zoals er reeds eerder op gewezen werd, zal de klif lichtjes uitgehold zijn in het onderste gedeelte, enerzijds omwille van de vermindering van de weerstand naar onder toe, anderzijds omdat de frekwentie van de erosie onderaan groter is dan boven omwille van het verschil in hoogwaterstanden. Daar dit type van klif gewoonlijk éénzelfde sedimentatiefacies veronderstelt, komt dit slechts voor op plaatsen met een niet al te sterke erosie bij vloed zodat de oude slikkesedimenten niet aangetast worden. Dit is op plaatsen waar de vloed evenwijdig stroomt met de schorre, terwijl de trapvormige klif voorkomt op plaatsen waar de vloed sterk is en schuin tot loodrecht op de schorre staat. Tussen de echte steile trapvorm en de rechte klif bestaan verschillende overgangsvormen, die zich uiten op de slikken onder de vorm van klifjes (paragraaf de slikke).

Zeer uitzonderlijk komt men dit type van klif tegen wanneer er twee sedimentatiefacies zijn:

schorre- en slikkefacies. Dit is slechts het geval wanneer de gelaagdheid dun is en de erosie voldoende gevorderd is zodat de oude slikkesedimenten tot aan de voet van de schorre zijn teruggedrongen: morfologisch komt deze structuur niet tot uiting tenzij door een kleine vooruitspringende voet (tegenover de Rupelmonding).

De *ondermijnde klif*: (fig. 4, c) Het is een type dat zelden wordt aangetroffen. Langs de Westerschelde bemerkt men het tegenover de monding van de Rupel, alwaar het schorrefront uit een afwisseling van kleine baaien en kapen bestaat. De schorre is er begroeid met *Phragmites communis*. Op de kapen wordt er een trapvormig tot rechte klif aangetroffen, in de baaien een ondermijnde klif. Drie factoren zijn voor dit laatste type verantwoordelijk, waarvan reeds twee eerder zijn vermeld: verschil in sedimentatiefacies met een duidelijke gelaagde structuur onderaan en een sterke erosieve stroming. Een derde maar zeer voorname faktor is de vegetatie. Opdat de klif ondermijnd zou worden, mag deze bij de aantasting aan de basis niet afstorten. De klif moet dus beschermd worden door een vegetatie met diepgaande wortels, die weerstandbiedend en bindend zijn. De aanwezigheid van het *Phragmites communis* maakt dus een ondermijning mogelijk, maar is niet voldoende: de erosie moet zo ver gevorderd zijn dat de oude slikkesedimenten teruggedrongen zijn tot aan de voet van de schorre en aldaar een gelaagde structuur dagozomt. Deze gelaagdheid bevordert de afbrokkeling. Het sterk stromend water erodeert de zandlaag tussen de kleibanken, die dan langs de gelaagheidsylakken afbrokkelen, terwijl de bovenliggende schorresedimenten door de wortels van het riet worden vastgehouden en beschermd.

Het trapvormig type en het ondermijnd type veronderstellen een voortdurende erosie daar deze vormen door een snelle sedimentatie aan de basis tot het recht type kunnen overgaan. Vandaar dat de oude niet-actieve kliffen, welke door stenen bermen beschermd worden, allen tot het recht type behoren ten gevolge van een sterke sedimentatie tussen de stenen berm en de klif. Dit verschijnsel doet zich ook voor wanneer van de klif grote brokstukken afstorten. Deze brokstukken kunnen de klif tijdelijk bescher-

men van verdere erosie en door een versnelde sedimentatie de trapvorm aan de basis van de klif doen verdwijnen.

Het domineren van het klifverschijnsel langsheen onze Westerschelde en de afwezigheid van een geleidelijke overgang tussen slikke en schorre is geen louter natuurlijk verschijnsel. Heel wat menselijke factoren liggen aan de basis hiervan: enerzijds de indijkingen met de verkleining van het overstromings-areaal als gevolg, waardoor de erosiekracht van de golven versterkt werd, anderzijds de scheepvaart; het doorvaren van elk schip veroorzaakt een reeks van sterke golven, welke met geweld schuin tegen de schorren aanbeuken.

C. De slikke.

De breedte en de helling van de slikken variëren sterk in functie van hun ligging t.o.v. de eb- en vloedstroom. Beschouwen wij alleen de ebstroom, die een meanderende loop heeft, dan ontwikkelen er zich sedimentatieplaten op de binnenoevers van de meanders, terwijl er een sterke erosie heerst op de buitenoevers. Dit verklaart enerzijds de aanwezigheid van relatief brede slib- of zandplaten in de binnenbocht (de Ballastplaat, de Plaat van Doel, de Plaat van Lillo, de Ketelplaat, de Plaat de Parel, de Plaat van Boomke...), anderzijds de zeer korte slikken op de buitenoevers. De uitgroei van de platen wordt verstoord door de vloedstroom: een grote watermassa die in het estuarium stroomopwaarts wordt opgestuwd. Hierdoor ontstaan in de platen kort bij de oevers geulen welke men vloedscharen noemt.

De ontwikkeling van deze vloedscharen geeft aanleiding tot de vorming van tegenhellingen op de slikke (fig. 1, profiel 7).

Naargelang hun ligging t.o.v. deze eb- en vloedstroom kunnen er brede of smalle slikken met respectievelijk zachte of steile hellingen onderscheiden worden. De helling varieert tussen vijftien procent aan de Rupelmondning en één procent nabij Zandvliet.

Verschillende hellingstypen kunnen onderscheiden worden: concave hellingsprofielen (fig. 1, profielen 5, 10, 13), convexe hellingsprofielen (fig. 1, profielen 2, 4, 8, 12, 15, 16, 17, 19) en rechte hel-

lingsprofielen (fig. 1, profielen 3, 6, 14, 18). Uitzondering hierop maken de profielen opgenomen op de zandplaten (fig. 1, profielen 1, 7, 11, 20): zij zijn samengesteld uit convexe en concave segmenten tengevolge van de ontwikkeling van de vloed-schaar. Convexe profielen ontwikkelen zich op slikken waar de erosiekracht toeneemt van vloed naar eb, concave profielen op slikken waar de erosiekracht afneemt van vloed naar eb. De rechte slikke vormt een overgang tussen beiden.

Zoals reeds eerder vermeld treft men soms bij de overgang van schorre naar slikke, zowel bij een plotse overgang (foto 1) als bij een geleidelijke overgang (foto 5) een begroeide slikke aan. De begroeiing bestaat hoofdzakelijk uit *Scirpus maritimus* of *Spartina Townsendii*.

In sommige gevallen (foto 12) kan het afstorten van begroeide klifbrokken die door een snelle aanslibbing bedolven werden, de slikke het uitzicht geven van een begroeide slikke, maar dan niet meer in de zin van een tussenstadium in de evolutie van een slikke naar een schorre.

Het morfologisch beeld van de slikke is afhankelijk van de eb- en de vloedstroom. Bij geringe stromingen vertoont de slikke een homogeen, eentonig beeld (zandslikke van Zandvliet, kleislikke van de Prosperpolder). Bij grotere stromingen ontstaan op de slikke verschillende erosievormen (foto 7).



foto 7 : Microkliffen op de slikke van Blauwhoeve.
Microcliffs on the tidal flat of Blauwhoeve.

De *microkliffen* (foto 8) (één of meerdere centimeters hoog) vormen het voornaamste morfologisch verschijnsel van de erosieslikken. Door een veranderende stroming in het estuarium worden oude slikkesedimenten geërodeerd: de hardheid en de gelaagdheid van deze sedimenten bepalen de morfologie van de klifjes. Willen de klifjes gevormd worden dan moet de helling van de lagen de helling van de slikke snijden. Tevens moet de stroming voldoende sterk zijn om een recente sedimentatie tegen te gaan en de oude kompakte banken te eroderen. Deze oude banken moeten uit een afwisseling van zand en klei bestaan.

Het water dat lateraal de slikke overspoelt, zal langzaam de fijne zandlenzen eroderen. Daardoor zullen de kleilaagjes ondermijnd worden en reeds door de zwaartekracht afbrokkelen. Dit verschijnsel wordt dan nog versterkt door een net van droogtespleten in de kleibankjes welk een afstorting in grote brokken toelaat. Deze droogtespleten ontstaan op de klifjes omdat aldaar de zeer kleine interne watertafels naar onder toe gebogen zijn (Van Straaten, 1954). Veelal gaat het water deze droogtespleten uitdiepen zodat er diepe inhammen in de klifjes ontstaan. Het afstorten van de klifjes langs dit net droogtespleten geeft een hoekig uitzicht aan de kliflijn. De vorm en de hoogte van deze klifjes is afhankelijk van de dikte van de afwisselende laagjes: bij één dikke kleilaag zal het front recht zijn, terwijl bij een afwisseling van zeer dunne lenzen het front vertikaal gekarteld zal zijn. Deze klifjes zijn dus vormen van differentiële erosie en komen georganiseerd te liggen volgens de strekking van de lagen.

Vertonen de geërodeerde kleilaagjes een tegenhelling dan worden er *microcuesta's* gevormd (fig. 5, c). Bij een zeer sterke langdurige erosie worden de klifjes teruggedrongen tot tegen de schorre zodat er een trapvormige schorreklif ontstaat. Bij Blauwgaren zijn plaatselijk de oude slikkesedimenten volledig verdwenen, zodat het holoceen veen er het substraat vormt.

Verwant met de afbraak van de kleibanken is het ontstaan van de „*clay pebbles*”. Het zijn keivormige, vlak afgeronde kleibrokjes, waarvan grootte en vorm bepaald worden door de oorspronkelijke brok-



foto 8 : Een microklif met clay pebbles (Ketelplaat).
A microcliff with clay pebbles (Ketelplaat).

stukken. Men treft ze aan hetzij aan de basis van de klifjes (foto 8), hetzij in groepen verspreid over de slikke. In het eerste geval zijn zij ontstaan door de afbraak van de huidige klifjes, in het tweede geval zijn zij ontstaan door de afbraak van geïsoleerde resten van oude kleiplaten die recent op de slikke verdwenen zijn. Blootgesteld aan eb en vloed worden deze clay pebbles verder afgerond en afgebroken totdat zij zo klein zijn dat zij door het water kunnen opgenomen worden en getransporteerd.

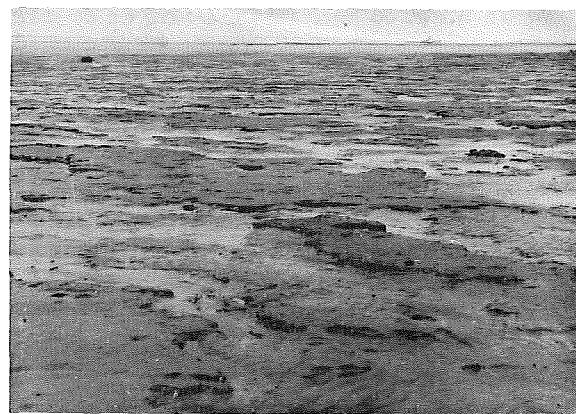


foto 9 : Micromeseta's (Zandvliet).
Micromesetas (Zandvliet).

De afbraak van vlakke tot licht ondulerende kleiplaten geeft het ontstaan aan speciale erosievormen: micromeseta's (fig. 5, a) en gestructureerde depressies (fig. 5, b). De *micromeseta's* (foto 9) zijn kleine plateauvormige resten, begrensd door een klifje en ontstaan door een willekeurige afbraak van een zachthellende tot vlakke kleilaag door het overspoelend water. Langs onze slikken werd deze erosievorm slechts aangetroffen op de slikke van Zandvliet, terwijl zij op de Nederlandse slikken veelvuldiger voorkwam. De erosie op deze kleilaag is willekeurig en niet continu: recente sedimenten beschermen plaatselijk het klifje.

In tegenstelling met de niet gerichte micromeseta's komen de *gestructureerde depressies* georganiseerd voor in twee of meerdere evenwijdige rijen. Het zijn kleine depressies (tot drie meter) die aan de Schelde-zijde begrensd zijn door een klifje met het front naar de schorre, terwijl de andere zijde zacht oplopend is. Bij het maken van een doorsnede in het substraat bemerkt men dat het fijn kleilaagje zeer licht gegolfd is (macroripples), zodat er twee of meerdere evenwijdige, grote depressies ontstaan. In deze grote depressies gaat het afstromend water de klei aan de Schelde-zijde licht eroderen zodat er microkliffen ontstaan die kleine, secundaire depressies gaan begrenzen: de gestructureerde depressies met enerzijds een erosieklifje, anderzijds een structurele helling op de klei (fig. 5, b). Deze erosievorm komt zeer gelokaliseerd voor, en wordt op onze slikken slechts op de slikke van Zandvliet aangetroffen.

Naast deze verschillende microklifvormen vormen de *afwateringsgeulen* het voornaamste morfologisch element. Naargelang de plaats van ontstaan kunnen er twee klassen van afwateringsgeulen onderscheiden worden: hetzij ontstaan in de schorre, hetzij ontstaan op de slikke.

Sommige krekten die op de slikke uitmonden zijn in de slikke ingesneden (foto 3), andere verdwijnen bij hun monding op de slikke (foto 2). De krekten van de schorre met ingesneden bedding snijden de slikke in, in functie van hun evenwichtsprofiel. Er stroomt immers nog water in deze krekten wanneer het Scheldewater de voet van de klif verlaat.

Op een slikke met toenemend verval snijdt de geul in

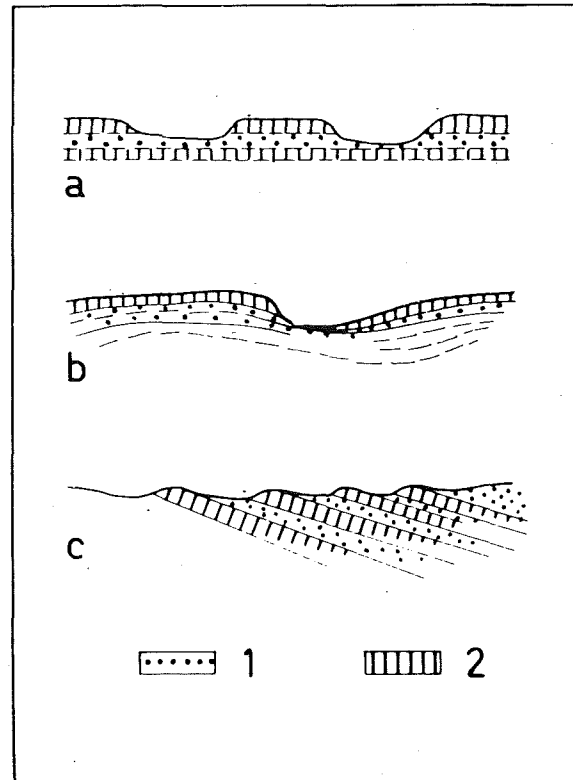


FIG. 5. Schematische voorstelling van micromeseta's (a), gestructureerde depressies (b) en microcuesta's (c). Schematical representation of micromesetas (a), structural depressions (b) and microcuestas (c).

(1) zand, sand. (2) klei, clay.

tot bij laagwater. Neemt het verval echter plots af, dan verdwijnt de geul en spreidt het water zich open op de slikke. De oevers van deze ingesneden geulen vertonen verschillende structurele knikken, waarvan frekwentie en grootte afhankelijk zijn van de structuur der oudere slikkesedimenten (foto 3). Schorre-krekten met vlakke bedding verdwijnen bij hun monding op de slikke zodat het weinige water dat nog diffuus uitstroomt zich op de slikke openspreidt. (foto 2).

Het water dat bij laagwater nog diffuus uit de schorre stroomt, geeft het ontstaan aan *kleine afwateringsstructuren* (Rill-marks) op de slikke (foto 10). Deze structuren kennen meestal slechts een tijdelijk

bestaan, dit in tegenstelling met de grote geulen (tot vijf meter breed) op de grote slikken in Nederland.

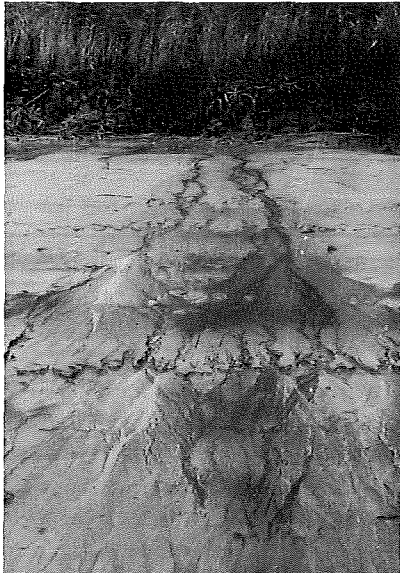


foto 10 : Rill-marks op de slikke tegenover de Rupelmonding.

Rill-marks on the tidal flat at the opposite of the mouth of the river Rupel.

De vorm van deze kleine afwateringsgeultjes wordt bepaald door de helling van de slikke, door de lengte van de slikke en door de samenstelling van het slikke-substraat. Op korte, steile delen van de slikken zijn de afwateringsgeultjes in het recent materiaal klein en rechthoekig. Bij de grotere slikken voornamelijk stroomafwaarts Lillo, zijn de geultjes rechthoekig tot licht meanderend, maar zelden ingesneden in de vaste slikkesedimenten.

In recent kleiig materiaal vertonen deze geultjes een concaaf dwarsprofiel (tien tot twintig centimeter breed, en vijf centimeter diep). Terwijl deze kleine afwateringsgeultjes zeer frekwent voorkomen op kleiige slikken vindt men ze zelden op een zandig substraat, daar het water in het poreus materiaal indringt. Gezien onze slikken allen een te grote helling vertonen, ontstaan er zelden geultjes, die gevoed worden door het water dat na vloed op de slikke is achtergebleven.

Een plotse verandering in de helling van de slikke wijzigt het type van geultje : bij vermindering van hellingsgraad ontstaat er bij de kleine, rechte geultjes in kleiig materiaal een meanderend patroon. Wordt de slikke nog vlakker dan verdwijnt het geultje en spreidt het water zich open op de slikke. Het omgekeerde doet zich ook voor.

D. De slikke bij de laagwaterlijn.

De overgang van slikke naar Schelde bij laagwater wordt bepaald door haar positie ten opzichte van de ebstroom. In de binnenbocht van de ebstroom is de overgang geleidelijk ; de helling is er zacht zonder noemenswaardige knikken. Naarmate men echter de buitenbocht nadert waar sterke stromingen heersen, versteilt de slikke om uiteindelijk in een klif over te gaan : de Scheldeklif (foto 11). De hoogte van



foto 11 : De erosieslikke van Liefkenshoek met een kleine laagwaterklif.

The erosion tidal flat of Liefkenshoek with a small low tide cliff.

deze klif is afhankelijk van de dikte van de kleibanken en haar ligging in de meander. De klif bereikt haar maximale hoogte iets stroomafwaarts van het midden van de meanderbocht. Stroomopwaarts en stroomafwaarts neemt de klif in hoogte af om te verdwijnen in een steile helling. Om een klif te hebben is het echter noodzakelijk dat de ebstroom oude kompakte sedimenten erodeert. De structuur van deze sedimenten

bepaalt de vorm van de klif: bij één dikke kleibank wordt er één verticale klif gevormd, terwijl bij een afwisseling van dunne klei- en zandlenzen de klif trapvormig is. Deze trapvorm is steil in het midden van de meanderbocht, maar gaat over in een reeks van klifjes meer stroomopwaarts en stroomafwaarts, om uiteindelijk in de recente sedimentatie van de volgende binnenoever te verdwijnen. Naargelang het stadium van erosie zal de klif nog continu zijn, of slechts bestaan op nog enkele resterende kleibanken, die als kapen op de slikken vooruitspringen.

KLASSIFICATIE

Het al dan niet samen voorkomen van al deze verschillende morfologische vormen laat ons toe voor de slikken een klassificatie door te voeren. We onderscheiden de erosieslikke, de sedimentatieslikke en de gemengde slikke.

De *erosieslikken* zijn slikken die zowel bij eb als bij vloed aan sterke stromingen onderhevig zijn zodat de sedimenten geërodeerd worden. Het uitzicht van deze slikken wordt bepaald door de helling, de gelaagdheid en de hardheid van de oudere sedimenten.

Willen er klifjes, micromeseta's en gestructureerde depressies ontstaan dan moet enerzijds de helling van de lagen deze van de slikke snijden. Zijn de beide hellingen gelijk dan is de erosie op de kleilaag oppervlakkig. De kleibank is dan meestal bij laagwater door een klif begrensd (foto 11). Anderzijds moeten de sedimenten verhard zijn. Jonge plastische sedimenten geven geen typische erosievormen.

Langs de Westerschelde wordt deze erosieslikke aangetroffen in de buitenbocht van de meander waar vloed en eb sterke stromingen vertonen.

De *sedimentatieslikken* zijn slikken waar de stromingen te gering zijn om de sedimenten te eroderen m.a.w. waar de sedimentatie groter is dan de erosie. Naargelang het sedimentatiemateriaal worden er klei- of zandslikken opgebouwd. Tussen beiden krijgt men een hele reeks van overgangen. Terwijl zuivere kleislikken (foto 12) een eentonige topografie vertonen (Prosperpolder) die slechts door afwaterings-

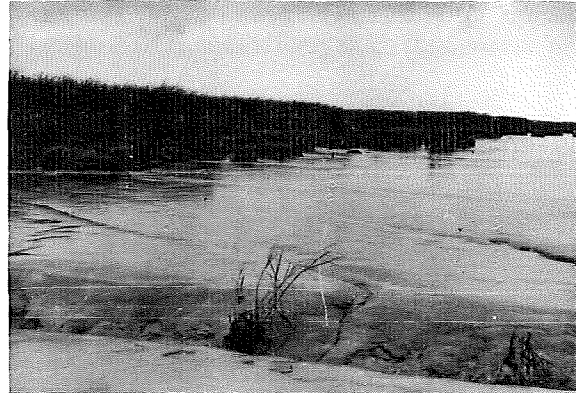


foto 12: De sedimentatieslikke van de Prosperpolder.
The sedimentation tidal flat of the Prosperpolder.

geultjes is verstoord, vindt men op zandslikken een grote verscheidenheid aan ripple marks die een golflengte van enkele meters kunnen bereiken (Ketelplaat). Dit type van slikke vindt men voornamelijk terug op de binnenoever van de meanders alwaar zandplaten gevormd worden (Ketelplaat, Lillo...).

De *gemengde slikken* zijn slikken die uit een erosie- en een sedimentatiegedeelte bestaan omwille van de verschillende stromingen bij eb en vloed. Ze worden vooral aangetroffen op de rechte gedeelten tussen de meanders (bv. Blauwgaren, Blauwhoeve) (foto 7). Het uitzicht van het erosiegedeelte wordt dan weer bepaald door de helling van de sedimenten, de gelaagdheid en de hardheid. De sedimentatieslikke kan uit zand, klei of zandig slib bestaan.

Naast deze drie natuurlijke typen, bestaat er nog de antropogene slikke, die gekenmerkt is door een grote menselijke invloed bv. aanleg van stenen berm op de slikke om de golfslag te breken en verdere erosie te vermijden (Doel, nabij de Vliet).

Er dient genoteerd dat de slikken tengevolge van de verandering van de stromingen in een estuarium (op korte of lange termijn) geleidelijk van de ene slikkevorm naar de andere kunnen overgaan.

Naast deze klassificatie laat deze studie ons tevens toe de definitie van de slikke enigszins te verruimen. „De slikke omvat dat gedeelte van de buitenlanden van het estuarium dat gelegen is tussen de gemiddelde laag-

waterlijn en de gemiddelde hoogwaterlijn. Naargelang de positie van de slikke t.o.v. eb- en vloedstroom zal deze gekenmerkt zijn ofwel door een sedimentatie van klei, zand of zandig slib, ofwel door een erosie met zijn typische erosievormen, als microkliffen, microcuesta's, gestructureerde depressies en geulen, ofwel door een samenwerking van de twee".

SAMENVATTING

Sinds de uitgebreide botanische studie van J. Massart (1908, a,b) over de buitenlanden van de Westerschelde werd deze echte natuurstreek nog slechts sporadisch bestudeerd, maar in geen geval morfologisch. De veldstudie (een momentopname) werd uitgevoerd in 1966-1967, toen reeds een aanzienlijk gedeelte door menselijk ingrijpen was veranderd, en alvorens deze natuurstreek totaal verdwenen zou zijn.

De smalle schorren, met vlak of licht onduidelijk profiel, worden versneden door krekken met vlakke of ingesneden bedding. Afgezien van enkele onbegroeide pannen is de schorre normaal dicht begroeid : stroomopwaarts van Lillo en Fort de Parel

met een hoge schorrevegetatie (*Phragmites communis*), stroomafwaarts met een lage schorrevegetatie (o.a. *Puccinellia maritima*, *Scirpus maritimus* . . .); wat functie is van het zoutgehalte.

De overgang naar de slikke is vrij plots en verloopt over een klif die trapvormig, recht of zelfs ondermijnd kan zijn.

De slikken, verre van een eentonig morfologisch uitzicht te hebben, worden gekenmerkt door een zeer verscheiden micromorfologie van erosie- en sedimentatievormen, zoals microkliffen, micromeseta's, gestructureerde depressies, afwateringsgeulen, laagwaterkliffen, stroomrippels. . .

Het al dan niet samen voorkomen van deze verscheidene erosie- of sedimentatievormen laat ons toe drie hoofdtypen van slikken te onderscheiden : de erosie-slikken, de sedimentatieslikken en de gemengde slikken.

De verbreiding van de verschillende morfologische verschijnselen zal worden voorgesteld op de geomorfologische kaart, kaartblad 7 : Kapellen (op schaal 1:50.000).

Manuskript ontvangen op 1 december 1969

BIBLIOGRAFIE

- BROECKE, E. (1966) : Bijdrage tot de Phytogeografie van enkele slikken en schorren langs de Westerschelde nabij de Belgisch-Nederlandse grens. Verhandeling Univ. Leuven.
- CODDE, R en DE KEYSER, L. (1967) : Noordzeekust - Scheldedemonding, Zeeschelde. Atlas van België, 18A - 18B.
- DELLA FAILLE, M. (1961) : Etude Sédimentologique de l'Escaut Fluvio-Marine. Rapport ; Lab. de Chimie Minéral, Louvain.
- GUILCHER, A. (1958) : Coastal and submarine Morphology. Methuen : 274 p.
- JAKOBSEN, B. (1954) : The tidal area in South-Western Jutland and the proces of the Salt Marsh formation. Saertrijk of Geografisk Tidsskrift, 53 bd. : p. 49-61.
- KING, C. (1959) : Beaches and coasts. Edward Arnold : 403 p.
- KUIPERS, S.F. (1960) : Een bijdrage tot de kennis van de bodem van Schouwen-Duiveland en Tholen naar de toestand vóór 1953. Wageningen.
- MASSART, J. (1908,a) : Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique. 584 p.
- (1908,b) : Les aspects de la végétation en Belgique : Les districts littoraux et alluviaux.
- MONOD, T. (1926) : Trav. Stat. Bull. Roscoff., fasc. 4.
- MUNAUT, V. (1967) : Recherches paléo-écologiques en Basse et Moyenne Belgique. Act. Géogr. Lov. vol. 6.
- SNACKEN, F. (1964) : De ontwikkeling van het Scheldepolderlandschap. De geologie van het havengebied van Antwerpen. Vierde Int. Havenkongres : p. 9-14.
- STEUR, G.G.L. en OVAA, I. (1960) : Afzettingen uit de pre-romeinse transgressieperiode en hun verband met de loop van de Schelde in Midden Zeeland. Geol. en Mijnb. 39 : p. 671-678.
- VAN STRAATEN, L.M.J.U. (1954) : Composition and structure of recent marine sediments in the Netherlands. Leidse Geol. Med. D. XIX : p. 3-94.
- WARTEL, S. (1967) : Stratigrafisch en sedimentologisch onderzoek van de opbouw van het Schelde-estuarium. Rapport 2, Lab. van Recente Sedimenten, Leuven.
- ZENKOVICH, V.P. (1967) : Processes of Coastal Development. Oliver & Boyd : 738 p.
- (1967) : Getijtafels voor Antwerpen. Min. van Openbare Werken, Antwerpse Zeediensten.