

DE KORAALRIFFEN VAN DEN SPERMONDE- ARCHIPEL (ZUID-CELEBES).

(with an English Summary)

DOOR

Dr. J. H. F. UMBGROVE.

I N H O U D.

	Blz.
Inleiding	229
1. Geologie van Spermondeplat en naburig kustgebied	231
De Tertiaire Maroskalken	231
De Pleistoceene kustvlakte	231
Het Spermondeplat en de rangschikking der eilanden	233
2. Het ontstaan van den Spermonde-Archipel	234
3. Verband tusschen de moessons en de geomorphologie der koraal- eilanden	235
4. Oekologie der riffen	241
5. Over een subrecente negatieve strandverschuiving	242
6. Summary	244
7. Literatuuropgave	246

Met pl. 40—43.

INLEIDING.

Bij een kort bezoek aan Makassar en omgeving, in Augustus 1928, scheen mij een nadere studie van den Spermonde-Archipel bijzonder aantrekkelijk. In October van hetzelfde jaar, terugkeerende uit Noord-Celebes aan boord van het opnemingsvaartuig „Eridanus”, werd mij hiertoe een welkome gelegenheid geboden door den Commandant, den Luitenant ter Zee 1ste klasse H. SPRIS, die mij hierbij -- als zoo vele malen reeds vóór dien -- wederom in zoo hooge mate ter wille was. Aan zijn zoo zeer gewaardeerden steun en hulpvaardigheid heb ik het te danken, dat ik dit onderzoek kon doen binnen beperkten tijd onder de meest gunstige omstandigheden.

Ik kon over een motorsloep en een kano beschikken om daarmee vanaf den Noordrand van 't Spermondeplat een doorsteek te maken in de richting Makassar, waarbij talrijke eilanden bezocht of van nabij bekeken konden worden. Hierbij werd ik vergezeld door den Heer A. J. LHOËT FEISSER, aan wiens enthousiaste medewerking en vaardige hanteering van den afstandmeter ik o.m. heel wat tijdsbesparing te danken heb. Ook heb ik veel te danken aan den bijstand van mijn javaanschen helper MOCHAMED JOESOEF, wiens beeltenis men op twee der hierachter voorkomende foto's aantreft.

Toch stond alles in het teeken van eenige haast -- dit kon nu eenmaal niet anders -- en het gevolg hiervan is, dat de kaartjes der eilanden welke hier gegeven worden slechts zéér schetsmatig en ongetwijfeld voor veel verbetering vatbaar zijn. Van een opmeting en een détailopname als voor de eilanden in de baai van Batavia en eenige der Duizendeilanden mogelijk was, kon hier geen sprake zijn. Daarbij komt nog, dat meermalen de zeekaart niet of niet meer met de werkelijkheid bleek overeen te stemmen. Zoo b.v. toont de zeekaart (No. 123; 1:100 000) aan de Noordoostzijde van het eiland Kondongbali een apart gelegen zandplaat. Hiervan is echter nu niets meer te zien. Zeer waarschijnlijk is tegenwoordig deze zandplaat met het eiland Kondongbali één geheel geworden en duidt de nog niet begroeide Noordoostpunt van het eiland dit nog aan (zie fig. 9). Een meer principieele afwijking zal men opmerken tusschen de zeekaart en de door ons gegeven schetskaartjes voor de eilanden Sarappo, Salisi en de zandplaat bij Tambakoeloe. Op de zeekaart vindt men b.v. aan de Oostzijde van het eiland Sarappo een breed rif geteekend; in werkelijkheid is hier in 't geheel geen rif van eenige beteekenis, doch kan men met gemak onmiddellijk tegen het zandstrand van het eiland landen. Hetzelfde geldt voor het eiland Badi.

NIERMEYER heeft in 1911 't eerst gewezen op het voorkomen van atollen en barrière-riffen in den Indischen Archipel. Daarbij zegt hij op

p. 885: „De Zuider-ingang van straat Makassar heeft ook aan deze zijde een uitspringend, ondiep plat, waarop de talloze riffen van de Spermonde-archipel gelegen zijn; ook deze bank heeft langs de randen een dam van riffen en ondiepten, slechts door enkele poorten afgebroken.”

VAN VUUREN trachtte het ontstaan van dit barrière-rif te verklaren in den zin van DARWIN's dalingshypothese en stelde zich de geheele geologische historie van dit gebied als volgt voor (l. c. 1919, p. 193):

„De riffen van Maros zijn van eoceenen ouderdom. Zij moeten door daling in den eoceenen tijd ontstaan zijn om daarna waarschijnlijk in mioceenen tijd opgeheven te zijn. Bij stilstand van de opheffing is daarna de kustvlakte — een abrasievlakte, hetgeen duidelijk door de Sarasin's werd aangetoond — gevormd. Na hervatting der opheffing en daarop wederom gevolgd stilstand werd de Spermondebank evenzeer als abrasievlakte gevormd en daarna door de hierboven bedoelde daling in zijn tegenwoordigen onderzeeschen stand gebracht. Gedurende deze daling werd het Barrière-rif gevormd, dat naar de Westzijde op den rand van dit onderzeesche plat wordt aangetroffen.”

DAVIS (1928, pag. 371) heeft deze beschouwingen van VAN VUUREN onveranderd overgenomen.

Wij zullen hierachter zien, dat een deel der Maroskalken echter Mioceen is. Tevens zal ik trachten aan te toonen, dat men de kustvlakte en het onderzeesche plat niet als twee afzonderlijke dingen doch als één gradatievlakte kan beschouwen. De ingewikkelde opeenvolging van opheffingen en dalingen kan daardoor aanmerkelijk vereenvoudigd worden.

MOLENGRAAFF heeft in zijn samenvatting over de koraalriffen van den Indischen Archipel (1922 en 1929) het ontstaan van het barrière-rif langs het Spermondeplat door een opgroeien tijdens de postpleistoceene zeenniveaurijzing verklaard. Hierbij sluiten onze hierachter gegeven beschouwingen aan.

Deze koraalrifstudie werd voorafgegaan door „de koraalriffen in de baai van Batavia” (1928) en „de koraalriffen der Duizendeilanden, Javazee” (1929). Tegelijk met dit artikel over den Spermondearchipel verschijnt een aantekening over het verdwenen rif bij Krakatau. Eerlang zullen nog verschijnen „de koraalriffen van Emmahaven (W.-Sumatra)”, een artikel over de morphologie van puinwallen en als slot de reeds aangekondigde studie over de atollen en barrièreriffen der Togianeilanden (N.-Celebes).

1. GEOLOGIE VAN SPERMONDEPLAT EN NABURIG KUSTGEBIED.

De Tertiaire kalksteenreeks van Maros.

Volgens P. en F. SARASIN zouden de kalksteen van Maros (Bantimoeroeng) Eoceen zijn wegens het voorkomen van *Nummulites* en *Orbitoiden*. Onder deze laatste blijken soms *Discocyclina*'s, in andere gevallen *Lepidocyclina*'s door hun bedoeld te zijn: VERBEEK (l. c. pag. 53) toonde aan, dat de determinatie's der SARASIN's soms echter geheel foutief waren.

BUCKING (l. c. pag. 119) vond, dat bij Pangkadjene in het Noordelijke vervolg van deze Maroskalksteen in de onderste gedeelten *Nummulites* en *Discocyclina* voorkomen, in het hogere deel daarentegen *Lepidocyclinae*. Tot dezelfde conclusie komt ook VERBEEK (l. c. pag. 59), die bovendien een schematische Oost—West profielteekening geeft van de kust tot door den vulkanischen Piek van Maros.

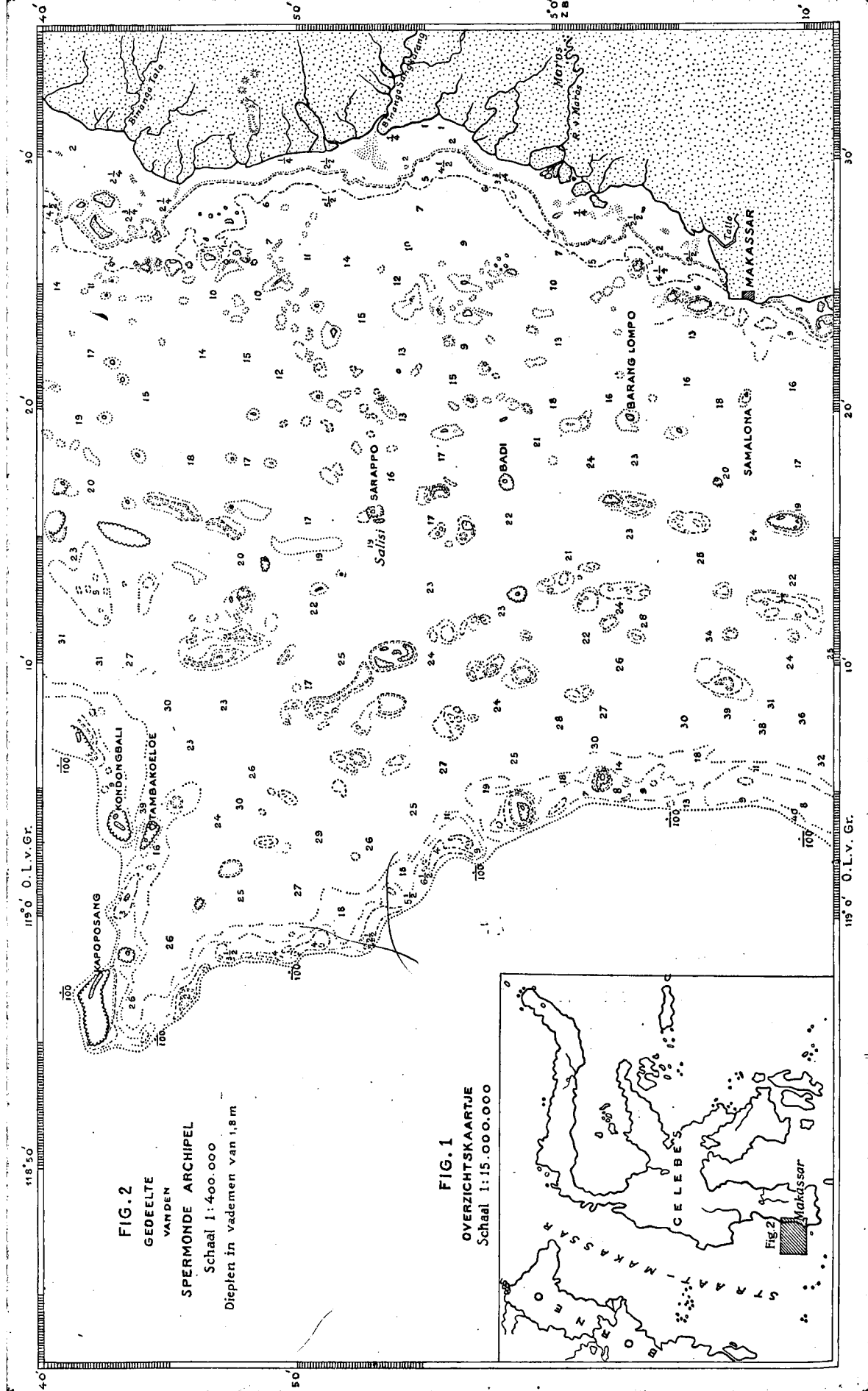
't HOEN en ZIEGLER echter overwogen, 1°. dat er geen discordantie tusschen de oudere Discocyclinenhoudende kalk en de Lepidocyclinenbevattende uit hogere niveau's was waargenomen, 2°. dat Lepidocyclina's reeds in het Oligoceen kunnen voorkomen en besloten daarom (l. c. pag. 244): „dat uit een practisch-geologisch oogpunt beschouwd, deze geheele kalkformatie tot het oud-tertiair (Palaeogeen) gerekend kan worden, daaronder in dit geval te verstaan de eoceene tot en met oligo-mioceene vormen.”

In werkelijkheid zijn tot nu toe echter palaeontologisch alleen aangetoond Eoceen en Mioceen. Dit laatste nog onlangs door RUTTEN, die *Lepidocyclina* en *Spiroclypeus* — (Tertiair e) — beschreef uit kalksteen door BROUWER verzameld ten Oosten van Maros; terwijl ik ten slotte zelf in een gesteente geslagen van de vaste rots vlak boven de waterval van Bantimoeroeng aantrof: *Lepidocyclina*, *Heterostegina*, *Linderina*, *Operculina*, *Operculinella*, *Textularia*, *Miliolides* en *Lithothamnium*. Hier hebben we dus ook met Mioceen (Tertiair e of f) te doen ¹⁾.

De Pleistoceene kustvlakte.

De Tertiaire kalksteen rijzen op uit het nagenoeg vlakke, geleidelijk zeewaarts hellende voorland. P. en F. SARASIN hebben zeer fraaie foto's gegeven van de kalksteenrotsen waaraan op sommige plaatsen nog zeer duidelijke brandingsnissen voorkomen (l. c. Pl. II!). Deze nissen zijn volgens hun opgave zoowel bij Maros als Noordelijker, bij Leangleang, $\pm$ 30 M. boven zee gelegen en zouden het gevolg zijn van abrasie door

¹⁾ I. M. VAN DER VLIERK en J. H. F. UMBROVE. Tertiaire Gidsforaminiferen voor Nederl. Oost Indië. Wetenschappelijke Mededeelingen No. 6, 1927.



een pleistoceene zee, (p. 243), een idee dat reeds door WALLACE geopperd werd.

Plaatselijk vindt men in dit lage voorland ontsluitingen in den z.g. Koeriesteen, die volgens WICHMANN, een „palagonitische Leucietephrietuf” is. Dit gesteente ligt meestal nagenoeg horizontaal met hier en daar geringe helling naar het Westen; het is submarien afgezet, dit bewijzen o.a. de daarin gevonden foraminiferen (BUCKING l. c. pag. 122). Deze koeriesteen wordt veelal met de geheele vlakte als Pleistoceen beschouwd.

Nog meer Westelijk, in de omgeving van Makassar komen we ten slotte in het lage moerassige kustgebied.

Het Spermondeplat en de rangschikking der koraaleilanden.

Vanaf de kustlijn volgt nu het onderzeesche plat, dat in zijn geheel naar het Westen toe zeer geleidelijk daalt tot ruim 30 vadem (zie overzichtskaart fig. 2); een diepte, die b.v. ter hoogte van Makassar bereikt wordt op een afstand, die ongeveer twee maal zoo groot is als de afstand waarover daar de kustvlakte tot de ongeveer 30 M. boven zee gelegen fossiele brandingsnissen in den Tertiairen kalksteen stijgt. Hieruit volgt al, dat kustvlakte en onderzeesch plat samen als één doorlopend nagenoeg vlak gebied beschouwd moeten worden, als een z.g. gradatievlakte, die ten deele onder water gelopen is. In de schematische profielteekening (zie fig. 3) wordt dit nog verduidelijkt. Uit de gegevens, die de ont-

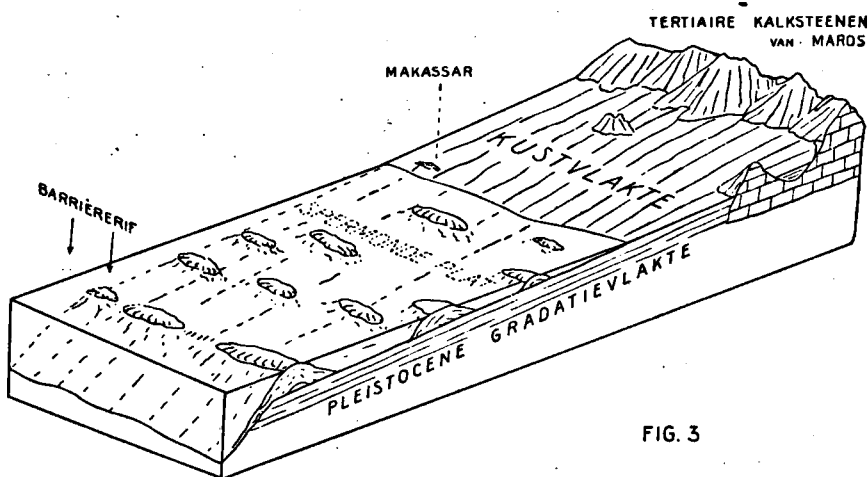


FIG. 3

sluitingen geleverd hebben, blijkt, dat vooral submarien afgezet vulkanisch materiaal een belangrijk opbouwend deel gehad heeft.

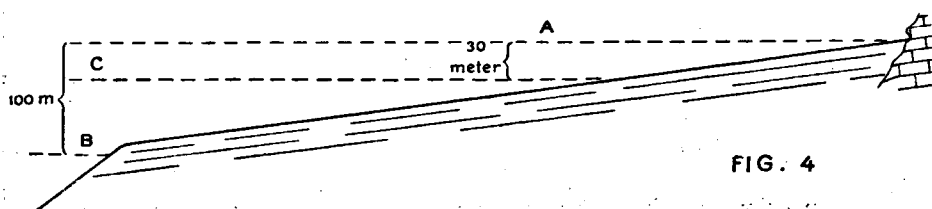
VAN VUUREN heeft er op gewezen, dat in den Spermonde-archipel een rangschikking der eilanden in ruwweg evenwijdige strooken te herkennen is. Bij een beschouwen van fig. 2 zal men dit verschijnsel ook kunnen opmerken. De tussenliggende smalle gedeelten beschouwt hij dan als

lagunes. (De meest nabij de kust gelegen strook koraaleilandjes wordt ten onrechte met den naam kusttrif betiteld. Een werkelijk kusttrif is in dit gebied in 't geheel niet aanwezig.) MOLENGRAAFF is op dit denkbeeld verder doorgegaan en veronderstelde, dat het plat landwaarts trapvormig opliep door terrassen — die misschien gevormd zouden kunnen zijn bij het zich met afwisselende snelheid terugtrekken der pleistoceene zee — en aan de rand waarvan de rijkste koraalgroei ontstond. Het aantal dieptecijfers der tegenwoordige zeekaart van dit gebied is nog niet dicht genoeg gezaaid om deze theorie aan het bodemrelief tusschen de eilanden van één en dezelfde strook te kunnen toetsen. Doch wel kan men uit de gegeven cijfers reeds zien, dat indien deze terrassen te reconstrueeren mochten zijn ze slechts een zeer zwakke verheffing boven de algemeene helling van het plat kunnen hebben en geen invloed van beteekenis kunnen uitoefenen op het beeld der algemeene morphologie van plat en kustvlakte, die n.l. samen één gradatievlakte vormen. Ook zijn er in dit gebied niet voldoende gegevens over richting en sterkte van zeestroomingen bekend om te kunnen nagaan of deze ook soms van invloed op deze lineaire rangschikking geweest zijn.

2. HET ONTSTAAN VAN DEN SPERMONDE-ARCHIPEL.

Wanneer men de ontwikkeling van een koraalrifgebied wil nagaan is, bij onze hedendaagsche stand van wetenschap, een van de eerste factoren, waarmee men rekening moet houden de eventuele invloed van de pleistoceene zeeniveauschommelingen in het betrokken gebied. Veronderstellen wij, dat de maximale pleistoceene zeespiegeldaling en de daaropvolgende rijzing van de zee een gelijk bedrag hebben gehad, dan toont ons dit gebied, dat er tijdens of na het Pleistoceen tevens een opheffing van het land heeft plaats gevonden. Immers wij vinden de als pleistoceen veronderstelde brandingsnissen in den tertiairen kalksteen thans 30 M. boven zeeniveau gelegen. Waarschijnlijk zelfs heeft deze opheffing plaats gevonden reeds vóór het einde van het Pleistoceen, omdat men n.l. in de kustvlakte geen koraalrifresten aantreft.

Nemen wij nu het bedrag der zeeniveauschommelingen op 100 M. — zooals dit uit de topographie van de Java-zee, Zuid Chineesche zee en Straat Malakka afgeleid werd (zie Lit. 17 en 19) — dan komen wij dus voor de geheele gradatievlakte tot de volgende historie (zie fig. 4):



Het zeeniveau stond vóór de pleistoceene zeeniveaudaling bij A; daarop volgde 100 M. daling van de zeespiegel: B. Tijdens deze daling of kort daarna had een opheffing van het land plaats over een bedrag van ± 30 M., zoodat men thans, na de zeespiegelrijzing (100 M.), het zeeniveau bij C aantreft.

Bedenken wij nu nog eenmaal, dat er geen jonge rifkalken in de kustvlakte aangetroffen worden, dan kan dit er voor pleiten, dat de gradatievlakte haar gedaante als zoodanig pas bij de pleistoceene negatieve strandverschuiving verkregen heeft.

Men kan natuurlijk nog varianten op dit thema bedenken, zoo b.v. zou men de 30 Meter opheffing van het land reeds ongeveer gelijktijdig met de pleistoceene zeeniveaudaling kunnen laten beginnen; al dergelijke mogelijkheden voeren echter tot een zelfde hoofdeconclusie, waartoe ook MOLENGRAAFF reeds gekomen was, n.l. dat de tegenwoordige riffen op het Spermondeplat voor het allergrootste gedeelte eerst dateeren kunnen vanaf de postpleistoceene rijzing van het zeeniveau; dat alleen de riffen aan den rand van het plat reeds tijdens het Pleistoceen bestaan kunnen hebben en dat die toenmalige riffen tijdens de rijzing van het zeeniveau geleidelijk omhoog konden groeien tot een barrière-rif, dat nu wortelt in ongeveer 30 vadem diepte.

Waar het Spermondeplat de voor rifgroei geschikte diepte bezit, konden ook na de pleistoceene rijzing van het zeeniveau ten allen tijde riffen beginnen op te groeien. Het barrièrerif zelf draagt ook vele eilanden, in verschillende stadia van ontwikkeling, die in hun bouw en oppervlaktevormen niet van de rifvormingen en eilanden in het ondieper gedeelte te onderscheiden zijn. Zoo vindt men thans in den Spermonde-archipel de meest verschillende stadia van z.g. heuvelvormige riffen (cays and patch-reefs), onderzeesche riffen van diverse hoogte en uitgestrektheid, verder koraalriffen, die juist tot aan de oppervlakte komen, vervolgens weer zulke waar het door de branding vergruisde materiaal der rifbouwende organismen opgeworpen wordt tot zandplaten en puinwallen, waarop zich bij de oudere stadia een vegetatie ontwikkelen kan en die voor een groot deel reeds dicht-beboschte en -bevolkte eilanden zijn.

Wij vinden een zoo duidelijke overeenkomst met de riffen en eilanden in de baai van Batavia, dat hier niet nader uitgeweid zal worden over de wijze waarop de riffen, de lagune's, het zandeiland enz. ontstaan; daartoe kan naar de beschrijving der eilanden in de baai van Batavia verwezen worden; in het volgende zal ik echter ook voor den Spermonde-archipel trachten aan te toonen, dat er een duidelijk verband is tusschen de geomorphologie der eilanden en de heerschende moessons.

3. VERBAND TUSSCHEN DE MOESSONS EN DE GEOMORPHOLOGIE DER KORAALEILANDEN.

Het gebied werd bezocht tegen het einde van den Zuidoostmoesson — de hier gegeven schetsteekeningen dateeren van begin October 1928 —. Het is dus te verwachten, dat indien de invloed van dezen moesson zich in den vorm der eilanden manifesteert, October bij uitstek de geschikte tijd was om dit te kunnen waarnemen. Inderdaad was deze invloed op meerdere plaatsen duidelijk te zien; zoo b.v. toonde het eiland Kondongbali aan de Noordoostelijke punt een in den vorm van een hoorn (SE—NW) omgewaaide zandmassa (fig. 9). In nog duidelijker mate kon dit waargenomen worden aan den Noordpunt van het eiland Tambakoeloe (fig. 12) en tenslotte is wel als fraaiste voorbeeld te noemen de kleine zandplaat

ten NW van Tambakoeloe (fig. 11); kort bij elkaar zijn daar twee zandmassa's boven zeeniveau, slechts op één punt heeft de vegetatie — nog pas twee struiken ¹⁾ — vat gekregen ²⁾. De twee zandhoopen kunnen dus nog met het grootste gemak naar wind en branding luisteren; zoo hadden ze dan ook beide onder den invloed van den doorstaanden Zuidoostmoesson de vorm van een sikkelduin met de convexe zijde naar het zuidoosten aangenomen (Pl. 42, fig. 15 en 16). Iets dergelijks leerden wij in de baai van Batavia kennen aan het eiland Schiedam (l. c. pag. 12, fig. 5); zoodra de Westmoesson doorstaat waaien de punten met den wind mee om, evenals bij een sikkelduin (de zandmassa onder water blijft echter de oorspronkelijke orientatie langer behouden).

Wij zagen hier dus ondubbelzinnig den invloed van den Zuidoostmoesson op het losse koraalzand; doch even belangrijk is het op te merken, dat deze windkracht niet in staat blijkt te zijn om een analoog, zij 't desnoods zwakker resultaat te bereiken bij het grovere detritus materiaal — koraalbrokken, algen etc. —, welke men in den vorm van duidelijke bovenvloedniveau uitstekende puinwallen opgehoopt vindt.

Deze puinwallen zijn namelijk juist anders georienteerd. Men vindt ze altijd aan de Westzijde van de eilanden met aan hun buitenzijde het rif, aan de binnenzijde een ondiepe lagune, terwijl de zandeilanden zelf aan de Oostzijde vrij van puinwallen en rijke rifontwikkeling, een geschikte landingsplaats bieden (zie fig. 7—12).

Zoo heet het dan ook in de Zeemansgids IV p. 113: „De meeste der riffen loopten in de richting N—Z, zijn aan de Oostzijde min of meer droogvallend en zandig, doch bestaan aan de Westzijde geheel uit koraal.”

Men kan dus op grond van de geomorphologie der eilanden met zekerheid zeggen, dat het arbeidsvermogen door wind en secundair door de branding geleverd, veel grooter is vanuit het Westen (Westmoesson) dan vanuit het Oosten (Zuidoostmoesson).

Jammer genoeg kunnen wij van Makassar niet beschikken over zulke nauwkeurige gegevens over windkracht en windsterkte als van de baai van Batavia en de Duizendeilanden, zoodat het helaas onmogelijk is om de verhoudingen der krachten, die uit de diverse windrichtingen gemiddeld per jaar geleverd worden, in cijfers uit te drukken en overzichtelijk samen te stellen in een windroosgraphiek.

Het Magnetisch Meteorologisch Observatorium te Batavia bezit van Makassar en straat Makassar alleen gegevens over de heerschende windfrequentie, doch voldoende doorlopende waarnemingsreeksen over de gemiddelde sterkte uit de diverse richtingen ontbreken.

De overheerschende windrichtingen, waarover men in den atlas van VAN DER STOK reeds gedetailleerde gegevens kan vinden, komen in het middengedeelte van straat Makassar — dus Noordelijk van den Spermonde-Archipel — voornamelijk uit N.W. (in de Westmoesson) en uit S.E. (in

¹⁾ Dr. J. G. B. BEUMÉE te Buitenzorg was zoo vriendelijk mij op de hem toegezonden foto te antwoorden, dat deze struiken zeer waarschijnlijk *Tournefortia argentea* L. zijn.

²⁾ In fig. 11 zijn deze struiken niet op de juiste plaats ingeteekend; men teekene ze $\pm \frac{1}{2}$ c.M. meer naar rechts.

den Oostmoesson); meer naar het Zuidoosten b.v. in de Floreszee naderen deze richtingen meer W. resp. E.

Wanneer wij nu weten, dat het land den windinvloed aanmerkelijk verzwakt en zien dat de Spermonde-archipel voor den Oostmoesson beschut ligt achter Celebes' Zuidarm, dan kunnen wij — vooral na de als het ware mathematische juistheid waarmede het verband tusschen windeffecten en eilandvorm aangetoond kon worden voor de Duizend-eilanden en de riffen in de baai van Batavia¹⁾ — concludeeren, dat bij de koraal-eilanden van den Spermonde-archipel de orienteer- ring van riffen, puinwallen, lagune en zandeiland ontstaan is door het overheerschende windeffect van den Westmoesson.

Het windeffect van den Oostmoesson, verzwakt door het hooge bergland van Celebes' zuidarm is niet krachtig genoeg om zich blijvend in den vorm van de riffen en eilanden te uiten, slechts in den wisselenden sikkelvorm der jonge zandeilanden is deze ieder jaar tijdelijk waar te nemen.

Onder het windeffect van een bepaalde richting is te verstaan het product van de *windfrequentie* en de *windsterkte*.

Het is van belang er hier op te wijzen, dat uit de talrijke nauwkeurige gegevens, die ons bij de beide genoemde vorige onderzoekingen ter beschikking stonden (zie Wetenschapp. Meded. No. 7, pag. 23—26 en No. 12, pag. 12—15), af te lezen is, dat gegevens alleen over windfrequentie (overheerschende windrichting) somtijds reeds een aanwijzing kunnen geven over het geologisch zoo belangrijke windeffect, doch alleen dan wanneer die windrichtingen vrij spel hebben en er niet kortbij een bergland in hun weg aanwezig is¹⁾.

Aan de hand van genoemde gegevens kan dit verduidelijkt worden.

Nemen wij eerst het eiland Noordwachter, waarop de Noordwestmoesson van uit de Chineesche zee, de Oostmoesson over de Java-zee en Zuidwestwinden vanuit Straat Soenda ongestoord waaien, dan ziet men in bijgaande graphiek (fig. 5) voor de *windfrequentie* weliswaar het grootste getal op de E-as aangegeven (op de windeffect-graphiek komt daar op één na het grootste cijfer voor) en in de graphiek voor de *windeffecten* op de SW-as, doch men treft in ieder geval de maximale windeffecten op dezelfde assen (NW, SW en E) aan als waar de maxima der windfrequentie aangetroffen worden²⁾.

Bezien wij thans echter analoge gegevens voor de baai van Batavia (fig. 6) — waar we in het Zuiden Java's bergland aantreffen — dan vinden wij voor de *windfrequentie* de twee grootste cijfers op de SE en S-as, doch voor het windeffect op de N en NE-as; ja zelfs vinden we op de S-as voor de windfrequentie op één na het grootste getal, daarentegen toont die as voor het windeffect: op één na het kleinste getal.

¹⁾ In de volgende studie, over de riffen van Emmahaven (W-Sumatra) zullen wij dit verband eveneens met nauwkeurige meteorologische gegevens aantonen.

²⁾ De verhoudingen op de beide graphiekserie's zijn slechts voor een enkele figuur met eenzelfde overigens willekeurige schaal geteekend; onderling zijn de schalen voor de diverse figuren echter verschillend.

Er is hier eigenlijk nog meer overeenstemming tusschen de graphiek van de windsterkte en die van het windeffect.

Omgekeerd kunnen we nu op grond van de geomorphologie der Spermonde-eilanden de conclusie maken dat — hoe ook de windfrequentie van den Oostmoesson moge zijn — het windeffect van den Westmoesson sterk overheerschend is.

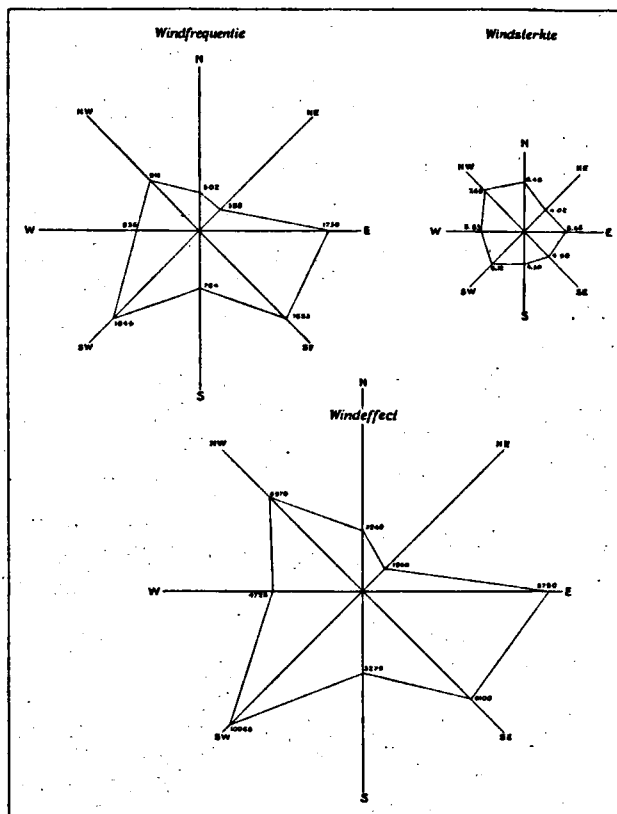


Fig. 5.

Windgraphieken voor het eiland Noordwachter.

Van de opgenomen eilanden zijn de schetsen der eilanden Badi (fig. 8) en Barang Lompo (fig. 7) typische, eenvoudige voorbeelden. Analoge gevallen zal men in den Spermonde-Archipel nog vele kunnen opteekenen. Sommige eilanden toonen echter eenigszins een complicatie en toevallig kon ik enkele van nabij beschouwen. Zoo kan hier gewezen worden op het eiland Sarappo (fig. 10). Wij vonden hier bij zeer lagen waterstand het rif over groote uitgestrektheid droog liggen (Pl. 40 en Pl. 41). Dit rif nu komt tot kort bij het zandeiland voor, terwijl dus puinwallen en een uitgestrekt rifplat („lagune”) ontbreken. Dit is echter volkomen begrijpelijk, omdat er op korten afstand aan de Westzijde een ander rif langs loopt, Salisi geheeten. Dit Salisi-rif beschut Sarappo

tegen de branding uit het Westen. Salisi zelf daarentegen, ofschoon een klein en smal rif, draagt wel degelijk een duidelijke puinwal.

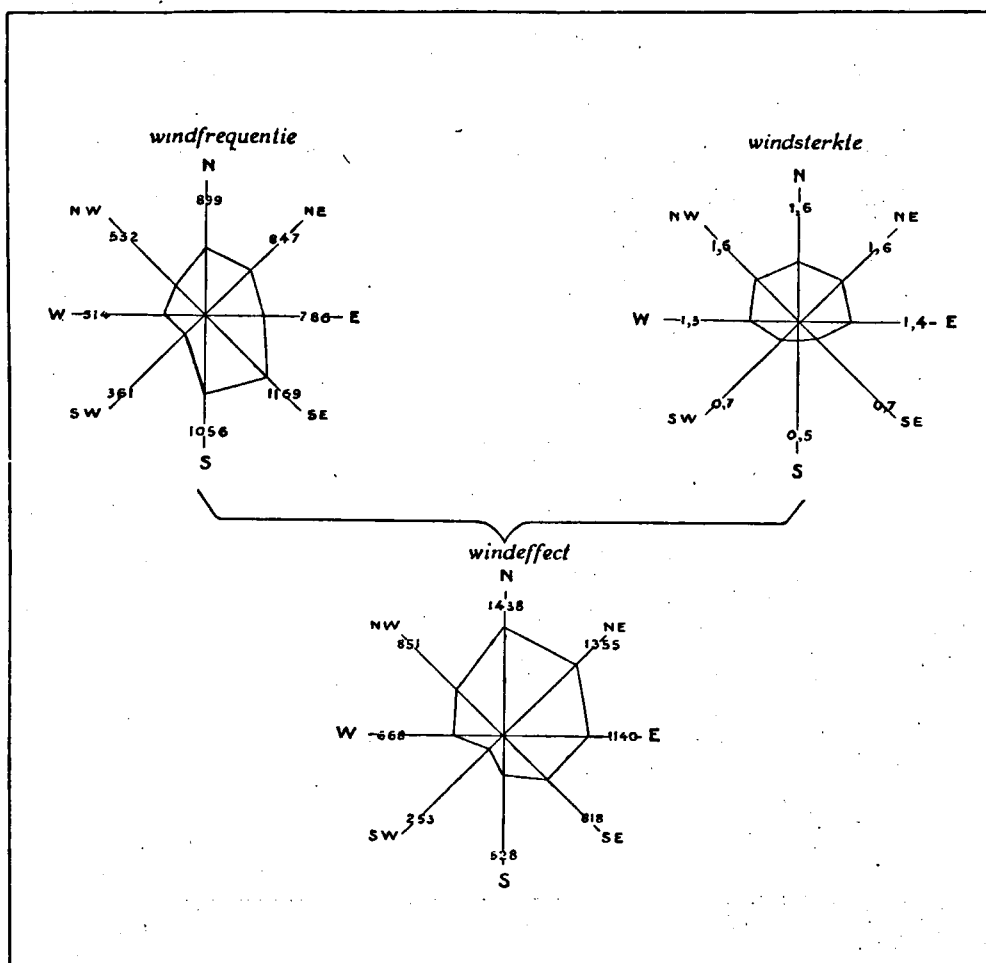


Fig. 6.

Windgraphieken voor de baai van Batavia.

Waarschijnlijk is het om dezelfde reden, dat er langs het eiland Tambakoeloe geen puinwallen aangetroffen werden. Daar is eveneens in het NW een rif (met een zandplaat en puinwal, fig. 11 en 12).

Van de koraaleilanden der eigenlijke barrière heb ik slechts één, Kondongbali, kunnen bezoeken (fig. 9). Men zal opmerken, dat de algemeene strekking van het eiland afwijkt van die der eilanden, welke meer binnenwaarts gelegen zijn, doch daarentegen meer overeenkomt met de richting, die de buitenrand van het Spermondeplat daar heeft.

Dit verschijnsel ziet men langs den geheelen buitenrand van het plat en het sterkste komt dit tot uiting daar waar die rand nagenoeg West—

Fig. 7.
BARANG LOMPO
Schaal 1:20.000

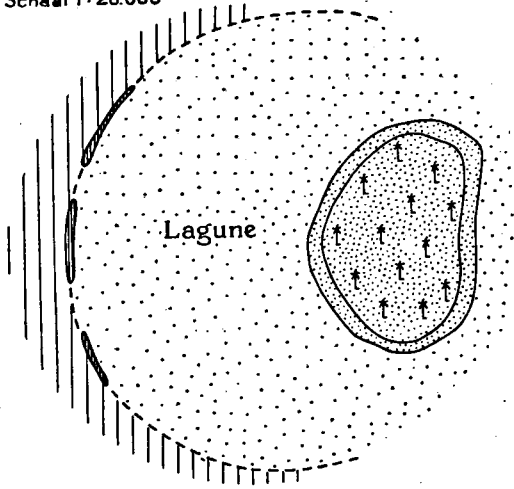


Fig. 9.
KONDONGBALI
Schaal 1:20.000

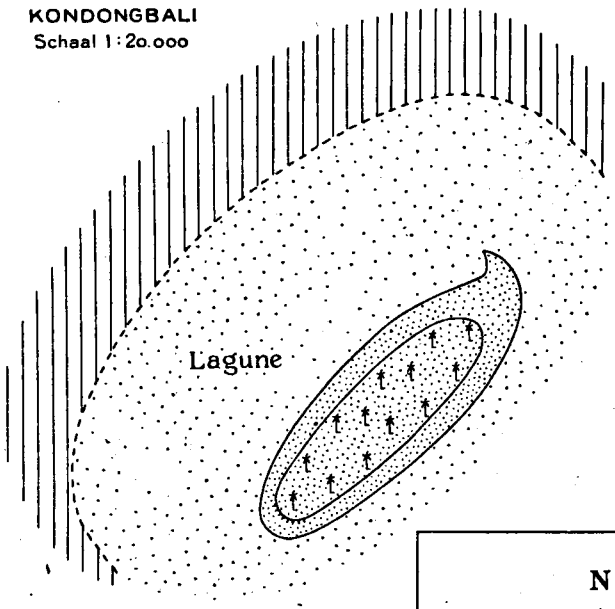


Fig. 11.
ZANDPLAAT N.W. VAN TAMBAKOELOE
Schaal 1:10.000

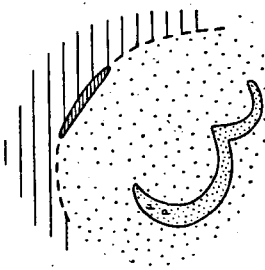


Fig. 8.
BADI
Schaal 1:20.000

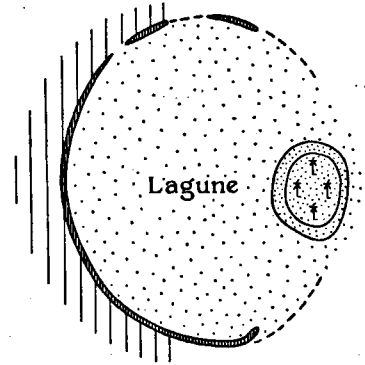


Fig. 10.
SALISI EN SARAPPO
Schaal 1:20.000

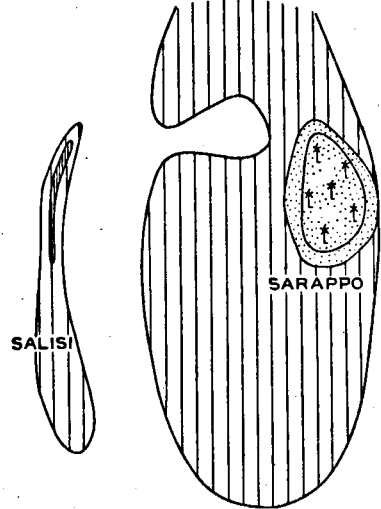
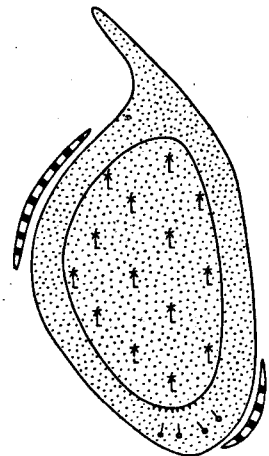


Fig. 12.
TAMBAKOELOE
Schaal 1:10.000



N

LEGENDA

-  lagune (reef platform)
-  zandeiland (sandy island)
-  puinwal (shingle wall)
-  levend rif (living reef)
-  strandconglomeraat (beachrock)



Oost loopt; het daar voorkomende eiland *Kopoposang* is in deze zelfde richting gestrekt, doch ligt als geheel toch aan den Oostkant van het uitgestrekte rif (zie fig. 2).

Tijdens ons bezoek was de puinwal van het eiland *Kondongbali* geheel onder water; het is niet onmogelijk, dat die echter bij lageren waterstand dan wij aantroffen, ten deele droog komt te liggen.

Een strandconglomeraat¹⁾ werd aan beide zijden van het eiland *Tambakoeloe* aangetroffen (fig. 12). Waarschijnlijk zullen deze op meerdere eilanden van den Spermonde-Archipel gevonden kunnen worden.

4. OEKOLOGIE.

Bij het benutten van den beperkten tijd, die ik aan het rifonderzoek in den Spermonde-Archipel besteden kon, is het steeds de opzet geweest om zooveel riffen en eilanden als maar eenigszins mogelijk zou zijn, te bezichtigen. Een uitvoerig oekologisch onderzoek kon dan ook helaas niet geschieden. Maar wel kon telkens geconstateerd worden, dat de verspreiding der riffauna, althans in groote trekken, hier gelocaliseerd is in 5 verschillende facies op geheel analoge wijze als wij dit in de baai van Batavia aantroffen.

De riffen zijn steeds aan de Westzijde, dus tegen de hoofdrichtingen van den aanstuwenden wind en branding in, rijk ontwikkeld. Aan de tegenovergestelde zijde vinden we weer dat de fauna verarmd is; de rinvorming is daar niet noemenswaard, zoodat we dus aan de Oostzijde steeds een geschikte landingsplaats tegen het zandeiland aan vinden kunnen. Deze scherpe tegenstelling is toe te schrijven alleen aan het eene feit, dat daar een zoo sterke sedimentatie plaats vindt van het fijne koraalzand, waar dus door bedelving en verstikking de koraalgroei tegengewerkt wordt.

Evenals in de baai van Batavia treffen wij er de ondiepe rifplaten (z.g. „lagune”) aan, waar bij laagtij dikwijls slechts een tot twee decimeters water staat; bij de wisseling van eb en vloed treden er sterke stroomingen op, die het landwaarts opdringen der puinwallen trachten tegen te houden en de ondiepe „lagune” op peil doen blijven.

In deze „lagune's” komt weer de zoo typische *Montipora ramosa*-facies voor, zóó dat men zich soms op een der eilanden bij Batavia zou kunnen denken.

Ook zijn er weer de Rhodophyceen, *Amphiroa* en *Melobesia*-soorten, op de puinwallen te vinden. Deze puinwallen vertegenwoordigen de in den Pacific zoo veel voorkomenden *Lithothamnium*-ridge. Evenals in de baai van Batavia en bij de Duizendeilanden is het ook in den Spermonde-archipel opvallend, dat de *Melobesia*, waarvan sommige soorten zelfs in-crusteërend zijn, geen verbinding tusschen de koraalfragmenten onderling vormen en dus de losse puinwal niet tot een zoo hecht bolwerk als de *Lithothamnium*-ridge aaneen cementeeren.

Waarschijnlijk houdt dit verband met de sterkte van de branding, die zoo veel Forscher is op Pacifische eilanden, die wél een typische *Lithothamnium*-ridge bezitten.

¹⁾ Zie Lit. No. 16, pag. 9 en Pl. V.

Tenslotte komt plaatselijk ook de zoo kenmerkende *Montipora foliosa* voor. Voor de zeer speciale verspreiding der foliosa-facies vergelijkte men de oekologische kaartjes Pl. IV in „de baai van Batavia”. Dr. J. VERWEY meende (bij een gesprek, dat ik hierover met hem had) het ontbreken van deze facies op bepaalde plaatsen langs de buitenhelling der puinwallen te moeten toeschrijven aan de te sterke branding op die plaatsen; een opvatting, die ook mij voorkomt beter te zijn, dan die welke ik hierover eertijds gaf (zie ook Lit. 5 Pl. 3).

De verspreiding der vijf facies toont zulk een sterke overeenkomst met de oekologie der riffen in de baai van Batavia, dat het haast overbodig is om er hier nog in bijzonderheden op in te gaan en eenvoudig naar de beschrijving van die riffen verwezen kan worden.

Doch een meer gedetailleerde oekologische studie der Spermonde-riffen, een uitgebreide faunistische verzameling en een vergelijking van de fauna met die van andere riffen zal natuurlijk nog een dankbare taak voor de toekomst zijn.

5. OVER EEN SUBRECENTE NEGATIEVE STRANDVERSCHUIVING.

Bij het bespreken der koraaleilanden in de baai van Batavia werd de aandacht er op gevestigd, dat de meeste eilanden duidelijke kenteekenen van een negatieve strandverschuiving, in den vorm van eenige meters boven zeeniveau opgeheven koraalrifgedeelten, toonen. Het eiland Leiden vormde hierop een uitzondering. Sindsdien zijn echter aan de Zuidwestzijde van dit eiland eveneens opgeheven rifkoralen in situ onder de zandmassa te voorschijn gekomen. Hierdoor vervalt het bezwaar, dat ik toen voor dit gebied opperde tegen een toepassen van DALY's hypothese eener recente zeeniveaudaling¹⁾. Nog meer dan vroeger drong zich nu de vraag aan mij op: kan in open zee door de branding een zandplaat tot boven zeeniveau (normaal hoogwater) opgeworpen worden?

Ik heb verondersteld, dat dit inderdaad in de historie van de Duizendeilanden, de eilanden in de baai van Batavia en den Spermonde-archipel gebeurd is. Indien dit echter niet mogelijk zou zijn, dan zou ieder willekeurig koraalzandeiland op zichzelf reeds wijzen op een negatieve strandverschuiving van het betreffende gebied. Nu zullen ongetwijfeld vele van deze eilanden, althans voor een gedeelte, door zeeniveaudaling boven water gekomen zijn — misschien wijzen de hoogere oudere gedeelten, die men aan vele eilanden kan zien²⁾, hierop — doch daarmede vervalt niet de vraag of heden ten dage nog op een gegeven moment de koraalzandmassa van een rif tot boven zeeniveau opgehoopt kan worden. Het feit, dat zulke koraalzandplaten bestaan wijst erop, dat door de golven meer of minstens evenveel zand aangevoerd en opgeworpen wordt als door de branding kan worden weggeslagen. Immers anders zouden zulke kleine zandplaten als Schiedam in de baai van Batavia, het eilandje ten N.W. van Tambakoeloe in den Spermonde-archipel (fig. 11), Takat Bloekoeran ten Zuiden van

¹⁾ Zie Lit. 16, pag. 35 en 64; Lit. 5, pag. 8.

²⁾ Zie Lit. 17, pag. 8 en fig. 2 en 3.

Madoera, reeds lang aan de golven ten offer gevallen zijn. Een vulkanisch eilandje als Anak Krakatau, dat ruim 40 meters boven zee uitstak, was na beëindigen der vulkanische activiteit-periode in begin 1929 in enkele maanden tijd weer geheel en al door de branding weggevaagd. Tenslotte wil ik nog een zin aanhalen uit den Zeemansgids (Deel IV, pag. 113) waar over den Spermonde-archipel gezegd wordt: „Steeds groeien deze riffen in omtrek en hoogte aan en vormen zich na verloop van tijd weder tot eilandjes.”

Wanneer ik dus nog blijf gelooven aan de mogelijkheid van het ontstaan dezer eilandjes alleen door opwerpen van koraalzandmateriaal tot boven zeeniveau — men zou zich b.v. kunnen voorstellen, dat de zandmassa zoo groot wordt, dat deze bij laagtij over een zekere uitgestrektheid droog komt te liggen, waar dan door den wind materiaal opgehoopt wordt tot duintjes, die ook nog boven vloedniveau uitsteken — dan blijkt uit een vergelijken met andere koraalrifgebieden, dat het slechts onder zeer bepaalde omstandigheden mogelijk is. Zoo b.v. werden door A. KREMPF zeer instructieve voorbeelden gegeven hoe de door hem bestudeerde riffen in de Chineesche zee geheel opgebouwd en georiënteerd zijn naar de aldaar soms met typhoonsterkte heerschende moessons. Doch er komen — naar Dr. KREMPF mij persoonlijk mededeelde — geen zandeilanden en ook geen puinwallen in dat gebied voor; in een geval als door hem beschreven is van het „atol de la Découverte”, in de Paracels-archipel, vaagt de zee alles wat los is weg naar de omringende diepte, daarentegen is de windkracht en diensengevolge de branding daartoe te zwak bij zijn voorbeeld van het rif in de baai van Binh Koi aan de kust van Annam.

SUMMARY.

The Coral Reefs of the Spermonde Archipelago (S. Celebes).

1. — The coral reefs of the Spermonde archipelago, West of Makassar (S. Celebes) are distributed over a submarine plateau, the so called Spermonde shelf, which to the landward side, gradually passes into the coastal plain of Makassar and Maros. To the East of Maros tertiary limestone mountains form the boundary of this plain; up till now we know Eocene and Miocene marine strata from these mountains. At the foot of these limestone mountains we find fossil corals about 30 meters above the present level of the sea, probably caused by a pleistocene abrasion and thus showing a pleistocene or postpleistocene negative shift of the strandline of about 30 meters. The coastal plain consists of volcanic material that was deposited in the sea, as is shown by foraminifera found in these volcanic tuffs (see fig. 1—3).

The submarine plateau forms, together with the coastal plain, one gradationplane; we can reconstruct the following history of this region (see fig. 4): During the pleistocene a sinking of the sea-level took place from A to B — we take 100 meters as the amount of this maximal sinking of sea-level, as we deduced at length in a detailed study on the submarine topography of the Java-sea, the South China-sea and Malacca straits (Bibliogr. 17 and 19) — either simultaneous with it or shortly afterwards a rise of the land took place over an amount of about 30 meters, so that at present, after the rise of sea-level over 100 meters, we find the sea-level at C.

Because there are no young reef limestones to be found in the coastal plain of Makassar we think it probable that the gradationplane has acquired its shape as such at the time of the negative shift of the strandline at the end of the Pleistocene.

2. — So the present coral reefs on the Spermonde shelf can for the greater part only have originated since the end of the Pleistocene; only those at the outer border of the shelf may have existed even during the Pleistocene; they gradually grew up as a barrierreef, now rising up from a depth of 30 fathom and showing many sandy islets on its crest.

3 and 4. — The Spermonde archipelago consists of a great number of submarine reefs, patchreefs and cays, in the most different stages of development in a manner quite analogous to those we described from the bay of Batavia; they also show the same distribution of the fauna in five different ecological facies.

We visited this region at the end of the East monsoon; its influence clearly manifested itself in the shape of the islands; especially the small

sandy islets still uncovered by vegetation were crescent shaped, the convex side turned to the East, resembling a sanddune or barchan. It is of much interest to state that the East monsoon obviously was not able to cause an analogous result on the shingle walls. These shingle walls showed a quite opposite orientation. They were all found at the west side of the sandy islands, their convexity turned to the West; on the outer slopes the reef flourishes, on the inner side we find the shallow reef flat (see fig. 17 and Pl. IV in Liter. 16); the sandy islands allways form the most eastern part and as no shingle wall occurs on this side and no coral growth worth mentioning can flourish (because of the large quantities of coral sand sedimentating there) the eastern side of the islands allways offers a good landing place.

So, the geological structure of the islands as well as the distribution of animal life on the reefs clearly depends on a preponderating influence of the Westmonsoon, which blows unhampered on these islands across the Java sea and Makassar straits. The force of the east monsoon on the contrary, when blowing across the Flores sea, is broken, at least in the lower layers of the atmosphere, by the high mountains of South-Celebes (which form a shelter for the Spermonde archipelago against the force of the East monsoon). The small influence of the East monsoon is shown by the alternating shape of the sandy islets; its strength is not great enough to cause a permanent result in the orientation of the coralreefs, the shingle walls or the sandy islands.

In comparing data on wind *frequency*, wind *velocity* and the wind *effect* in the isle of Noordwachter (Thousand Islands, Java sea; Lit. 17) and the bay of Batavia, we pointed out that data on the wind effect always give reliable values for geological conclusions; we showed, however, that data on wind *frequency* only, may sometimes give indications as to the probable wind *effect* but only when the wind in question is not hampered in its route by mountains (see fig. 5 and 6).

Figure 7 and 8 show typical instances; most of the islands in the Spermonde archipelago are built in an analogous manner. Some islets, however, show some differences from this general type; e.g. the island Sarappo has no reef flat and no shingle walls; it seems to me that this is clearly explained by the fact that on its western side the Salisireef occurs (fig. 10); Salisi shelters Sarappo against the strong surf of the west monsoon.

5. — When discussing the coral reefs in the bay of Batavia I pointed out the curious fact that most of the islets show negative shift of the strandline of one to two meters, indicated by parts of raised coral reefs, and as the isle of Leiden formed an exception I said (Lit. 5, pag. 8 and Lit. 16, pag. 64): „The fact, that in some islands any sign of up heavel is wanting, pleads against an application of DALY's „worldwide sinking of ocean level" to explain the facts in Batavia bay". Since then on one spot of Leiden island a raised coralreef was also revealed on a stormy day in 1929. So my objection against a possible explanation according to DALY's theory is of no value any more.

This paper is the third in a series cited here below in the bibliography; in the near future a note on SLUTTER's coral reef at Krakatoa, a study on the coralreefs of Emmahaven (W.-Sumatra) and on the barrier reefs and atolls of the Togian islands (N. Celebes) will be published.

LITERATUUROPGAVE.

1. BUCKING, H. Beitrage zur Geologie von Celebes. Samml. Geol. Reichsmus. Leiden, 7, 1902.
2. DAVIS, W. M. The Coral Reef Problem. American Geographical Society. Special Publication No. 9, 1928.
3. DALY, R. A. The Glacial-Control Theory of Coral Reefs. Proc. of the Amer. Acad. of Arts and Sciences, 51, 1915.
4. DALY, R. A. A recent Worldwide sinking of Ocean-level. Geological Magazine, Vol. LVII, 1920.
5. Fourth Pacific Science Congress Java. The coral reefs in the bay of Batavia. 1. Geology by J. H. F. UMBGROVE, 2. Zoology by J. VERWEY. Excursion A 2, 1929.
6. 't HOEN, C. W. A. P. en ZIEGLER, K. G. J. Verslag over de resultaten van geologisch-mijnbouwkundige verkenningen en opsporingen in Zuid-West-Celebes. Jaarboek Mijnwezen 1915, V, II.
7. KREMPF, A. La forme des récifs coralliens et le régime des vents alternants. Travaux du Service Océanographique des Pêches de l'Indochine, Mémoire 2, Saigon 1927.
8. KREMPF, A. Proceedings Fourth Pacific Science Congress, Java, 1929.
9. MOLENGRAAFF, G. A. F. and WEBER, M. On the relation between the Pleistocene Glacial Period and the Origin of the Sunda Sea (Java and South China Sea) and its influence on the distribution of coral reefs and on the land and freshwaterfauna. Proceedings Koninkl. Akademie van Wetenschappen, vol. 23, 1919.
10. MOLENGRAAFF, G. A. F. Geologie in: De zeeën van Nederlandsch Oost Indië. (Ed. Brill, Leiden), 1922.
11. MOLENGRAAFF, G. A. F. The Coral Reefs in the East Indian Archipelago, Their Distribution and Mode of Development. Proceed. Fourth Pacific Science Congress Java, 1929.
12. NIERMEYER, J. F. Barrièreriffen en atollen in den Oost-Indischen Archipel. Tijdschrift Koninkl. Aardrijksk. Genootschap, 2 ser., Dl. 28, 1911.
13. RUTTEN, L. Over de Foraminiferenfauna en den ouderdom van kalksteen van Zuid-Celebes, afkomstig uit de groep der vischresten-bevattende gesteenten. Jaarboek Mijnwezen N.O.I., Verh. 1924.
14. SARASIN, P. en F. Entwurf einer geographische geologische Beschreibung der Insel Celebes, 1901.
15. VAN DER STOK, J. P. Wind and Weather, Currents, Tides and Tidal Streams in the East Indian Archipelago, 1897.
16. UMBGROVE, J. H. F. De koraalriffen in de baai van Batavia (Summary in English); Wetenschappelijke Mededeelingen No. 9, 1928.
17. UMBGROVE, J. H. F. De koraalriffen der Duizendeilanden (Java-Zee); (Summary in English); Wetenschappelijke Mededeelingen No. 12, 1929.
18. UMBGROVE, J. H. F. The Influence of the Monsoons on the Geomorphology of Coral Islands; Proceed. Fourth Pacific Science Congress Java, 1929.
19. UMBGROVE, J. H. F. The Amount of the Maximal Lowering of Sea Level in the Pleistocene; Proceed. Fourth Pacific Science Congress Java, 1929.
- 19a. UMBGROVE, J. H. F. The End of Sluiter's Coral reef at Krakatoa. Leidsche Geologische Mededeelingen, III, pag. 261—264, 1930.

20. VERBEEK, R. D. M. Molukkenverslag. Jaarboek Mijnwezen N. O. I. Wetensch. Gedeelte, 1908.
21. VAN DER VLIERK, I. M. en UMBROVE, J. H. F. Tertiaire gidsforaminiferen van Nederlandsch Oost-Indië. Wetenschappelijke Mededeelingen No. 6, 1927.
22. VAN VUUREN, L. Barrière-riffen en atollen in den Nederl. Indischen Archipel. Handel. 1e Nederl. Ind. Natuurwetensch. Congres in 1919 (ed. 1920).
23. VAN VUUREN, L. Het Gouvernement Celebes. Encyclopaedisch Bureau. Batavia, Monographie, 1920.
24. WALLACE, A. R. The Malay Archipelago, p. 243, 248, 1869.
25. Zeemansgids voor den Oost-Indischen Archipel, Deel IV, 1922.

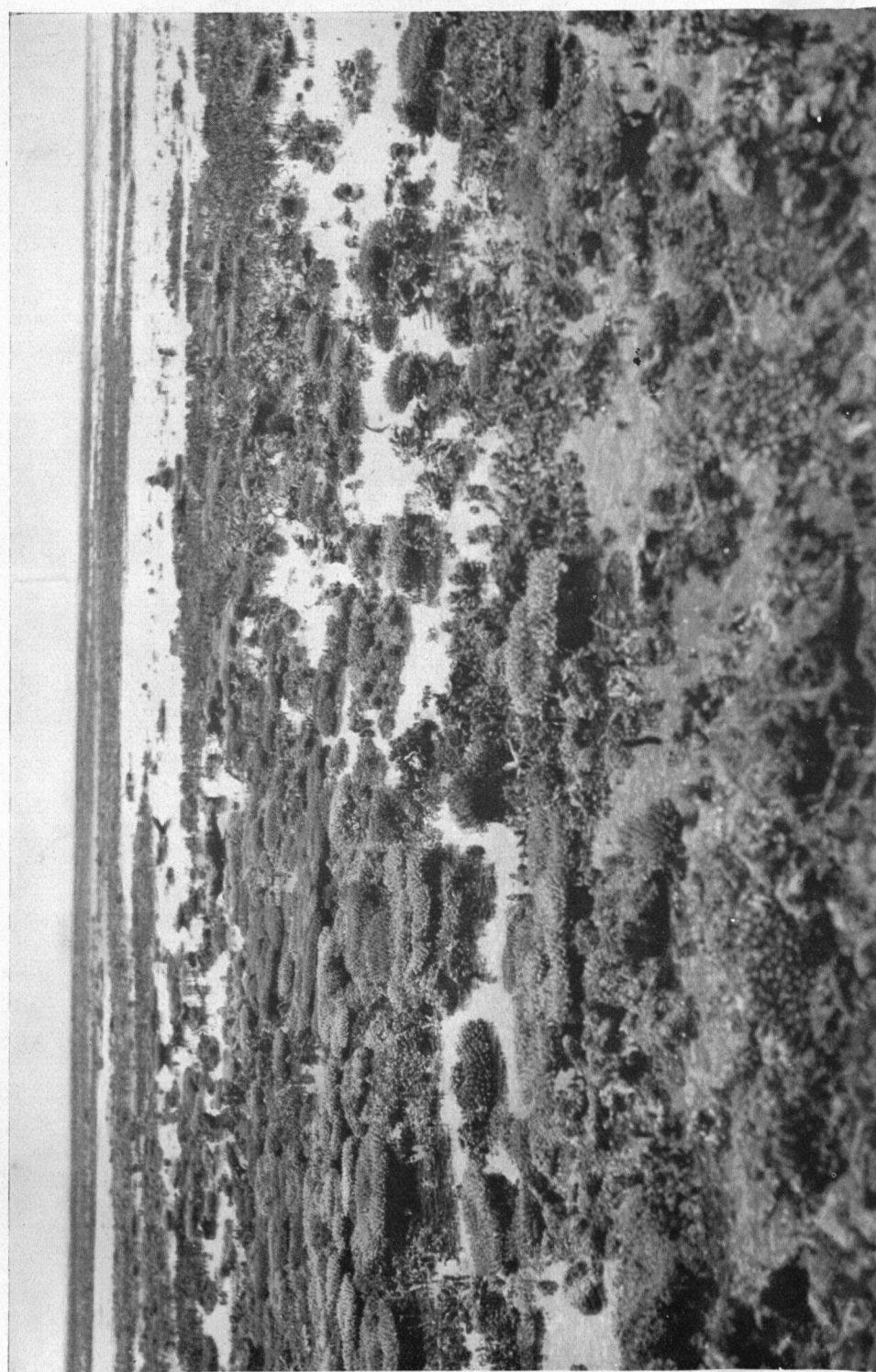


Fig. 13.
Bij zeer lagen waterstand drooggevallen koraalrif, voornamelijk uit *Acropora*'s bestaande, aan de West-
zijde van het eiland Sarappo.

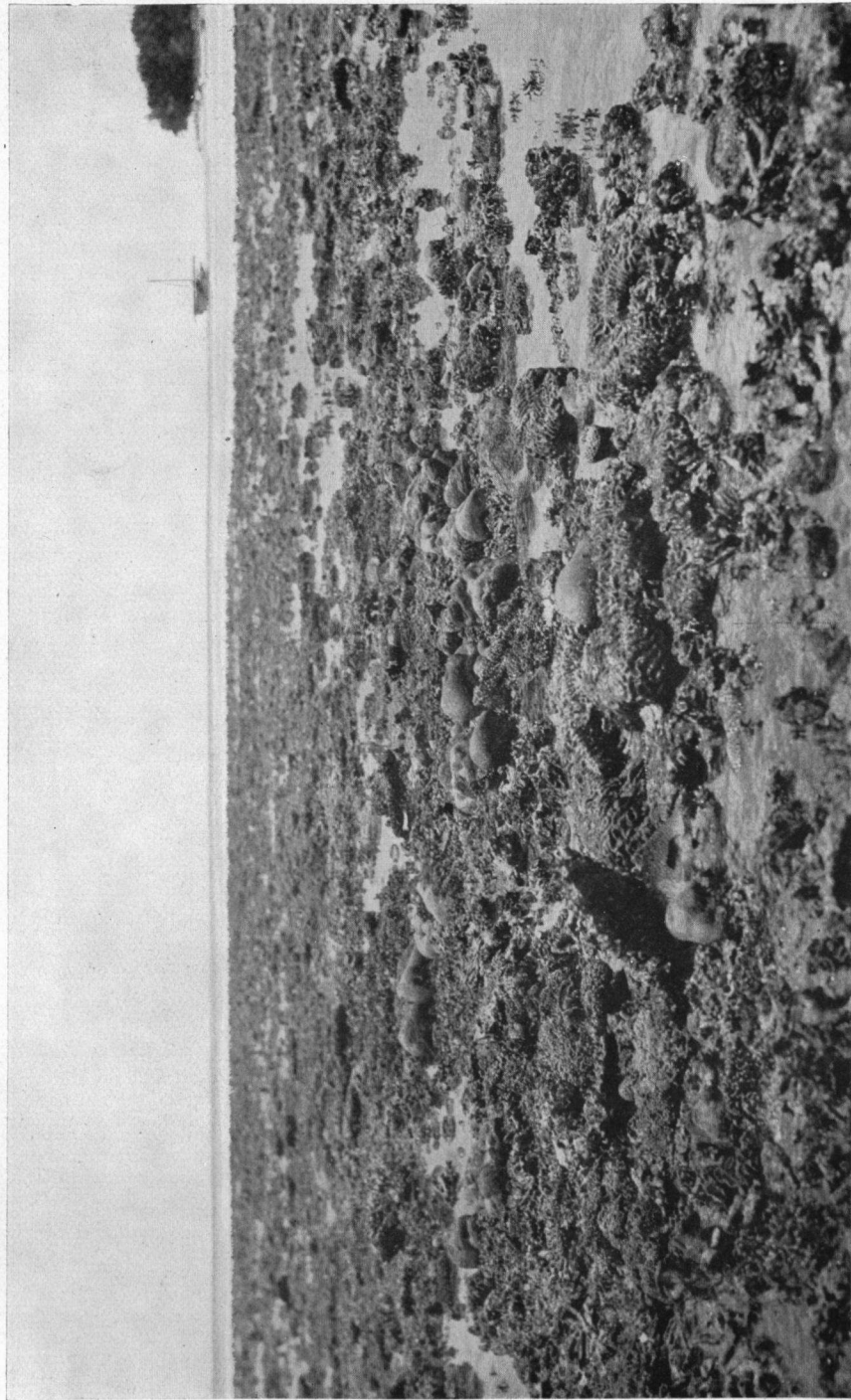


Fig. 14.

Bij zeer lagen waterstand drooggevalen koraalrif, bestaande uit vele ringvormige en bolvormige Astreaeiden (*Mussa*, *Maandra*, *Fava*, *Goniastrea* etc.) en *Acropora*'s; dit gedeelte is korter bij het eiland gelegen dan het bijna uitsluitend uit *Acropora* bestaande gedeelte afgebeeld in fig. 13.

Rechts op den achtergrond de Noordpunt van het eiland Sarappo.



Fig. 15.

De dubbele barkhaan-vorm van de zandplaat N.W. van Tambakoeloe.
Men vergelijke hierbij fig. 11. Foto in Zuidwestelijke richting genomen
vanaf de meest oostelijke punt.

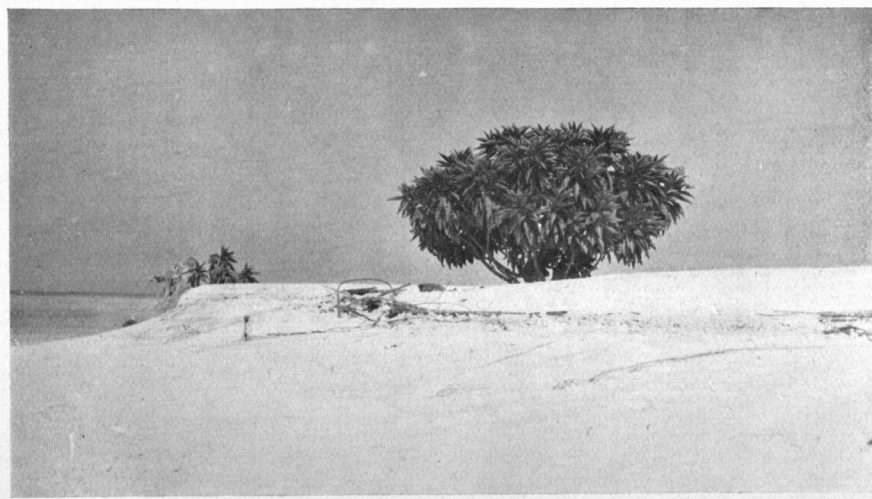


Fig. 16.

Tournefortia argentea L.; de twee struiken op de hierboven afgebeelde
zandplaat van dichtbij gezien.



Fig. 17.

Blik van het koraalzandeiland Samalona naar het Westen over de ondiepe „lagune” en de puinwal, die zich, als een zwarte streep, boven water duidelijk afteekent.



Fig. 18.

Strandconglomeraatbank, door erosie aangetast aan de Zuidoostzijde van het eiland Tambakoeloe (zie fig. 12).