

Symposium
«L'Accès maritime au Zaïre»
(Bruxelles, 5 décembre 1986)
Académie royale des Sciences
d'Outre-Mer
pp. 21-42 (1988)

Symposium
„De Maritieme Toegang tot Zaïre”
(Brussel, 5 december 1986)
Koninklijke Academie voor Overzeese
Wetenschappen
pp. 21-42 (1988)

DE GEOMORFOLOGIE VAN BENEDEN-ZAIRE

DOOR

B. STEENSTRA *

SAMENVATTING. — Het stroompatroon van de Zaïrestroom in Beneden-Zaïre wordt bepaald door een aantal geologische condities. Dit zijn in de eerste plaats de samenstelling van de verschillende gesteenten die aanleiding geven tot een min of meer snellere erosie in bepaalde formaties, maar eveneens de zones met tektonische vervormingen en brecciezones.

Men kan, tussen Inga en Banana drie grote indelingen maken :

- a. Een zone tussen Inga en de Chaudron d'Enfer, waarbij de rivier voornamelijk de richting van de lagen volgt of deze hier loodrecht op doorbreekt langs breukzones (zig-zag patroon) ;
- b. Een zone tussen Matadi en Boma, waar de rivierloop de zachtere lagen volgt die rond verschillende kristallijne koepels aanwezig zijn (sinusoïdaal patroon) ;
- c. Een zone stroomafwaarts van Boma, waar de rivier eerst verwilderd is en dan in de subhorizontale lagen ingesneden wordt ongeveer loodrecht op de strekking.

Terwijl de zones a en b zich in gebieden met sterk vervormde en vaak gegranitiseerde precambrische gesteenten bevinden, is in het gebied c slechts krijt tot recente gesteenten gevonden, meest van marine oorsprong. Tengevolge van een lichte kanteling van het gehele gebied in westelijke richting, vindt men verjongde insnijdingen in verschillende zijrivieren. De overgang van b naar c wordt gekenmerkt door een zone met vrij grove klastische gesteenten („Grès sublittoraux”) waarvan de samenstelling overeenkomt met afbraakmateriaal van de precambrische kristallijne gesteenten (arkoses, grove zandstenen, soms met kleilaagjes), die waarschijnlijk lagunair zijn en die een vrij harde afzetting vormen. Deze „Grès sublittoraux” zijn vaak afgezet rond en tussen uitstekende punten van het oude kristallijne reliëf en waar deze doorbroken is vormde zich een accumulatie van fijner materiaal waarbij de eigenlijke stroomdraad verloren is en de stroom verwilderd („Zone divagante”). De Chaudron d'Enfer, even stroomafwaarts van Matadi, heeft zijn oorsprong in een gebreccieerde zone waar de snijpunten van verschillende breuken samenkomen en de diepere ondergrond zachtere gesteenten heeft dan aan de oppervlakte.

RÉSUMÉ. — *La géomorphologie du Bas-Zaïre.* — Le réseau fluvial du Fleuve Zaïre dans le Bas-Zaïre est caractérisé par des conditions géologiques. En premier lieu, une plus grande possibilité d'érosion de quelques zones plus tendres par rapport à des roches dures, mais aussi par les zones à tectonique de broyage le long des zones de failles.

* Erewerkend lid van de Academie ; overleden op 9 januari 1988.

Entre Inga et Banana, on peut distinguer trois grandes subdivisions :

- a. La zone entre Inga et le Chaudron d'Enfer, où le Fleuve suit surtout la direction des couches ou les recoupe presque perpendiculairement le long des zones de failles (système en zigzag) ;
- b. La zone entre Matadi et Boma où le Fleuve contourne dans des roches tendres des coupoles de roches cristallines (système sinusoïdales) ;
- c. Une zone en aval de Boma, où le Fleuve devient d'abord sauvage et recoupe ensuite perpendiculairement la direction des couches subhorizontales à faible pendage ouest.

Tandis que les zones a et b sont situées dans des roches précambriennes, souvent fortement tectonisées et parfois granitisées, la région c est composée de sédiments du crétacé inférieur jusqu'à récents, pour la plupart d'origine marine. A cause d'un léger basculement vers l'ouest, on trouve des rajeunissements dans plusieurs affluents. Le passage de b à c est caractérisé par une zone à sédiments clastiques assez grenus («Grès sublittoraux») dont la composition correspond au matériel de décomposition de roches cristallines du précambrien (arkoses, grès grenus, parfois avec des lits argileux) et qui sont probablement des dépôts lagunaires. Ils forment des roches assez résistantes. Ces «Grès sublittoraux» sont souvent déposés entre et autour de pitons de roches cristallines de l'ancien relief et après le passage de ces roches, le Fleuve a formé une accumulation de matériaux plus fins dans laquelle la ligne de courant se perd et le Fleuve devient sauvage («Zone divagante»). Le Chaudron d'Enfer, un peu en aval de Matadi, a son origine dans une zone brecciée aux croisements de plusieurs failles avec la présence de roches plus tendres en profondeur qu'en surface.

SUMMARY. — *The geomorphology of Lower-Zaire.* — The stream pattern of the Zaire river in Lower-Zaire is the specific result of different geological conditions. These are in the first place the selective erosion in the formations, but also the zones of tectonic deformation and brecciation.

Between Inga and Banana one can distinguish three major divisions :

- a. A zone between Inga and the "Chaudron d'Enfer", where the river follows the direction of the layers, or cuts them nearly perpendicularly along zones of faulting (zigzag pattern) ;
- b. A zone between Matadi and Boma, where the river follows the softer rocks surrounding hard domes of cristalline rocks (sinusoide pattern) ;
- c. A zone downstreams of Boma, where the river is braided in the beginning ("Zone divagante") and afterwards perpendicularly cuts through the slightly westdipping formations.

While sections a and b are found in areas of Precambrian rocks showing intense deformations and often granitization, section c is found in an area with rocks from Cretaceous to Recent, mostly of marine origin. Due to a small shift of the whole area to the west, one finds rejuvenation in different affluents of the river. The intermediate zone between b and c is characterised by a zone with rather coarse clastic sediments ("Grès sublittoraux") of which the composition corresponds to the materials of destruction of the cristalline Precambrian rocks (arkoses, coarse sandstone, some shales). They are most probably of lagoon origin and they form a rather resistant rock. These "Grès sublittoraux" are deposited between and around protruding tops of an old relief of the cristalline rocks, but where they are cut by the river, one finds a zone with accumulation of finer sediments in which the river anastomoses into an

interlacing system of channels (braided pattern, "Zone divagante"). The "Chaudron d'Enfer", a little downstream of Matadi, has its origin in a brecciated zone due to the meeting of different faults and to softer rocks below the hard rocks at the surface.

1. Inleiding

Indien men geomorfologie definieert als de relatie tussen landschapsvormen enerzijds en de structuur en samenstelling van de gesteenten van de ondergrond anderzijds, dan is een geomorfologische beschrijving van de Zairestroom beneden Kinshasa zeker van belang voor het begrip van de bevaarbaarheidsmogelijkheden van deze rivier.

Doordat het eerste deel van de rivierloop tussen Kinshasa en Matadi gekenmerkt wordt door een groot hoogteverschil over betrekkelijk korte afstand en een enorm aantal stroomversnellingen, is het tweede deel tussen Matadi en de Oceaan echter bevaarbaar, hoewel zich ook hier enkele moeilijkheden voordoen.

Reeds vanaf het begin van de kolonisatiepogingen werden beschrijvingen gepubliceerd over de vorm van het rivierdal, maar een duidelijk algemeen verband tussen de vorm en de geologie en de morfologie kwam niet tot uiting door het ontbreken van goede geologische en structurele kaarten. Het onbevaarbare deel is o.a. beschreven door VAN DEUREN (1928), die vooral gewezen heeft op de verschillende verschijnselen van insnijdingen en terrasvormingen en door ROBERT (1946).

VEACH (1935) beschreef de gehele morfologie van het Kongobekken en trok conclusies met behulp van de toen bekende geologische opbouw, maar zijn studie beslaat een veel groter gebied dan alleen het gebied van Beneden-Zaïre.

De eerste betrouwbare algemene geologische kaart van Beneden-Zaïre dateert pas uit 1945, toen CAHEN (1945) zijn eigen opnamen samen met die van verschillende andere onderzoekers, samenvatte in een kaart voor de geologische Dienst van Belgisch-Congo.

Een eerste algemene studie van de geomorfologie werd echter pas in 1948 gepubliceerd door CAHEN en LEPERSONNE (1948) waarbij een verband werd gelegd tussen de geologische structuren en de erosieverschijnselen. Zij baseren zich hierbij op de eerder vermelde kaart van CAHEN (1945) en op verschillende detailopnamen van andere onderzoekers.

Sindsdien zijn er verschillende pogingen gedaan om nieuwe geologische en structurele kaarten op te stellen. Deze stuiten echter steeds op een aantal grote moeilijkheden wat betreft het meest stroomafwaartse deel van het

gebied, dat voornamelijk de Mayumbe bevat. Ten eerste bestaat er geen zeer nauwkeurige topografische kaart daar de luchtfoto bedekking onvolledig is voornamelijk wegens het voorkomen van veel bewolking in dit gebied. Ten tweede is de geologie van de Mayumbe zeer ingewikkeld daar de ondergrond bestaat uit de oudste en meest vervormde gesteenten van het gebied. Ten derde verhindert vaak de begroeiing, de diepe verwerking, laterisaties en jongere bedekkingsslagen vaak het opstellen van een goed net van observatiepunten. Bovendien is correlatie tussen de verschillende formaties of lagen zeer moeilijk door facieswisselingen en verschillen in metamorfose. Ouderdomsbepalingen zijn dan ook vaak aan verschillende interpretaties onderworpen.

De laatst gepubliceerde kaart van LEPERSONNE (1980, 1983) wordt dan ook terecht een voorlopige kaart genoemd, daar er nog veel problemen op te lossen zijn.

Als algemeen overzicht over de geologie van Beneden-Zaïre is echter nog steeds het standaardwerk van CAHEN (1954) van belang, aangevuld met de nieuwere gegevens van STEENSTRA (1959 tot 1974) en van TACK (1975) samen met de conclusies over de stratigrafie en de tektoniek van CAHEN (1977).

Het zal echter nog vele jaren duren eer een meer nauwkeurige beschrijving gepubliceerd kan worden, daar er nog veel veldwerk, ouderdomsbepalingen en petrografisch onderzoek verricht dient te worden. Een overzicht over de huidige kennis van Beneden-Zaïre zou reeds een volledig symposium kunnen vullen.

Wij willen ons dan ook hier beperken tot een aantal verschijnselen die zich voordoen in het stroomgedeelte beneden Inga, d.w.z. een deel van het gebied met de stroomversnellingen en het bevaarbare gedeelte.

Teneinde een duidelijk beeld te krijgen van de morfologie van de Zaïrestroom dienen wij twee aspecten in gedachte te houden.

Ten eerste geeft een geologische kaart weliswaar de tektoniek en de verschillende gesteentelagen aan, maar zegt daarbij niets over de mechanische eigenschappen van de gesteenten zoals die in een geotechnische kaart worden aangegeven, d.w.z. de relatieve hardheid en zachtheid, dus de weerstand tegen erosie en de graad van consolidatie van sedimenten. Een geologische kaart geeft dit niet aan. Met behulp van luchtfoto-interpretatie komt men reeds veel verder, daar relatief harde lagen meest duidelijk in het reliëf vervolgd kunnen worden. Maar ook tektonische vervormingen, begeleid door makkelijk verwerende brecciezones, kunnen zo opgespoord worden. Klimatologische omstandigheden spelen hierbij een rol en relatief

harde gesteenten in één gebied zijn daarom nog niet noodzakelijk hard in een ander gebied. Ook de graad van metamorfose kan een belangrijke invloed hebben.

Het tweede aspect dat in aanmerking genomen dient te worden is de historische ontwikkeling van de rivierloop. Zoals reeds vermeld, wordt deze gekenmerkt door een groot aantal stroomversnellingen, maar tevens door een dal met zeer steile wanden, wat wijst op een zeer jonge insnijding. We moeten dan ook veronderstellen, dat de huidige rivierloop pas in recente tijden ontstaan is, daar deze zich in heeft gesneden door de tertiaire laterietlagen, maar ook door nog jongere lagen, die de plateaus bedekken. Indien de rivierloop oud was, waren de steilwanden reeds sterk geërodeerd en zouden ook de stroomversnellingen belangrijk afgevlakt zijn. Zelfs als er zich een rivierloop op de plateaus bevonden zou hebben, zal deze niet noodzakelijk in overeenstemming zijn met de huidige loop, daar deze voornamelijk door de ondergrond bepaald wordt. Dit leidt ons tot de volgende overwegingen :

Oorspronkelijk bevond zich een enorm binnenmeer in het centrum van midden Afrika. Dit binnenmeer had een afvloeiing naar het noorden in de richting van Tsjaad. Het binnenmeer werd ten westen begrensd door een bergketen, het Kristalgebergte, dat voornamelijk uit prekambrische gesteenten bestaat met een zeer ingewikkelde tektoniek en samenstelling. De oudste gesteenten hiervan bevinden zich aan de westzijde van de bergrug, waar gesteenten van meer dan 2150 Ma worden gevonden. Sedimentaire gesteenten wisselen hier af met lava's en verschillende ploofases zijn vastgesteld. Metamorfoses gaven aanleiding tot omkristallisatie.

Dit gebergte vormde een harde zone waarin een rivier zich slechts met grote moeite kon insnijden.

Tussen dit gebergte en de oceaan vormde zich een kustvlakte waar sedimenten werden afgezet vanaf eind Jura-Onder Krijt tot Recent, deels van mariene, deels van continentale oorsprong.

Vanaf het Kristalgebergte stroomden enkele riviertjes in oostelijke richting naar het binnenmeer en enkele andere in westelijke richting naar de kustvlakte en de oceaan. Op één ogenblik vielen de brongebieden van twee rivieren met tegengestelde stroomrichting samen en kon een deel van het binnenmeer afvloeien in westelijke richting langs een loop die nu nog in grote trekken bewaard is gebleven. Waarschijnlijk hebben ook tektonische bewegingen een rol gespeeld bij deze doorbraak.

De grote hoeveelheid water, die hierbij wegstroomde, was bovendien nog beladen met slib en erosiemateriaal van de deklagen boven de prekambri-

sche sokkel (zanden, leem, enz.). Deze modderstroom had een sterk eroderende kracht, die het mogelijk maakte dat de stroomdraad zich in de prekambrijsche gesteenten in kon snijden met vorming van steile oevers. Waar de modderstroom de jongere, subhorizontale tot horizontale lagen van de kustvlakte bereikte, ontstond een zeer diepe geul die de Zaire canyon vormde (VEACH 1935, HEEZEN *et al.* 1964).

Doordat de stroom veel hindernissen in de vorm van watervallen en van stroomversnellingen moest overwinnen, ontstonden er telkens nieuwe terrassen als een stroomversnelling bezweek. De vallei Van Deuren behoort tot één van deze oude stroomlopen.

De vorm die het dal aanneemt, is typerend voor selectieve erosie : de stroom heeft de neiging zich in de zachtere lagen in te snijden. Dit kunnen zowel formaties zijn van geringere weerstand door de samenstelling, als zones waarin door breccievorming een geringere weerstand aanwezig is.

Teneinde het voorgaande te illustreren, willen wij hier slechts het gedeelte van de rivierloop behandelen benedenstroms van Inga.

Wij kunnen hier drie onderverdelingen maken :

- a. Het gebied tussen Inga en Matadi ;
- b. Het gedeelte tussen Matadi en Boma ;
- c. Het gedeelte benedenstroms van Boma.

2. De zone Inga-Matadi

Dit deel van de Zairestroom behoort tot het onbevaarbare deel van de rivier door zijn groot aantal stroomversnellingen en draaikolken. Terwijl de algemene afvloei-richting noord-zuid is gericht, is er echter bij nadere beschouwing een typisch zigzag patroon aanwezig. Dit zigzag patroon wordt bepaald door de grotendeels noordwest-zuidoost lopende strekkingen van de lagen (fig. 1). Deze worden doorbroken door een groot aantal breuken, die zowel loodrecht op de strekking kunnen staan of soms noord-zuid of west-noordwest - zuid-zuidoost lopen.

Het gebied van het stuwdamproject van Inga werd gekarteerd door BERTOSSA (1953, 1957) en beschreven door BERTOSSA en THONNART (1957). Hieruit blijkt dat de rivier zich in heeft gesneden in een opvolging van hardere en zachtere lagen van rhyolitische lava's, waarbij harde delen als parallelle eilanden in de rivier uitsteken.

In het meest zuidoostelijk deel snijden een aantal loodrecht op de stroomrichting aanwezige breuken echter de rhyolieten, waardoor een hinderpaal aanwezig is voor verdere erosie. De rivier volgt dan een breuk-

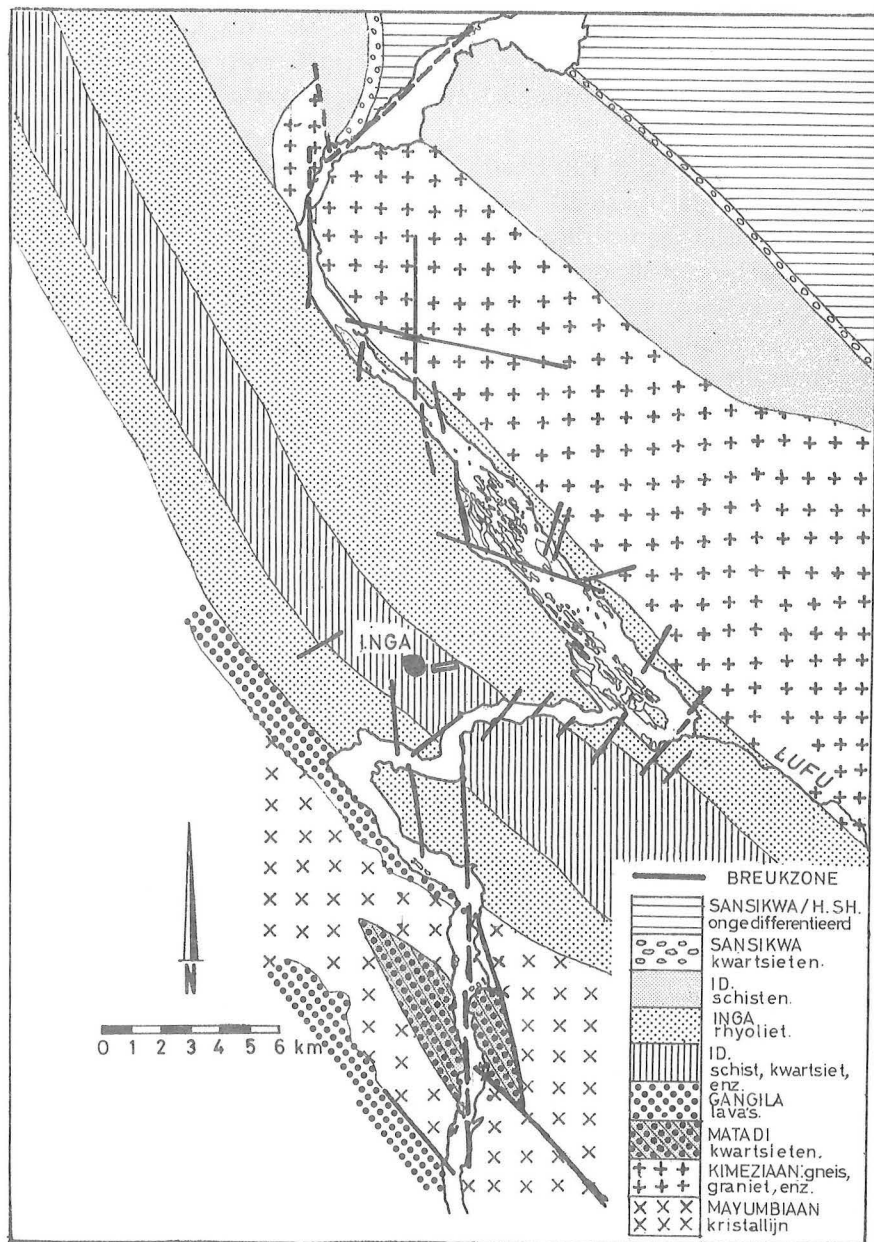


Fig. 1. — Zone Inga (volgens BERTOSSA & THONNART 1957).

zone, waarin ze zich makkelijker kon insnijden, echter telkens verspringend naarmate de erosiemogelijkheid toe- of afnam. De rivier Lufu, die op het belangrijke buigpunt in tegengestelde richting in de rivier stroomt, kan een rest zijn van een oude rivierloop die zich oorspronkelijk op het plateau bevond.

De bekende vallei Van Deuren is een oude parallelle insnijding van de rhyolietlagen, die ontstond voordat één van de stroomafwaarts gelegen stroomversnellingen doorbroken werd en de verhanglijn dus veranderde.

Terwijl verder stroomafwaarts de rivierloop over kleine afstand weer een zuidoost richting volgt, parallel aan de strekking van de lagen, wordt vervolgens de richting beheerst door een aantal noord-zuid lopende breuksystemen die voornamelijk grofkristallijne gesteenten doorsnijden (graniet, gneis). Verder stroomafwaarts wordt een breukrichting noord-noordoost - zuid-zuidwest gevolgd die verbonden is met een breuksysteem in oost-noordoost - west-zuidwest richting die ongeveer de as van de rivier volgt ten westen van Matadi. Belangrijke sprongverschillen treden hier en daar langs deze breuken op, waarbij de erosiemogelijkheid in de gebreccieerde gesteenten groter was dan in de niet vervormde gesteenten (STEENSTRA 1970).

Deze laatste breukzone eindigt even ten westen van Matadi tegen de grote breukzone met noord-zuidrichting die de rivieren Wolongo en Lomango, in Angola, volgen (noordelijk deel van fig. 2).

Bovenstrooms van Matadi doorbreekt de rivier dus herhaaldelijk loodrecht de strekking van de lagen, wat het ontstaan van veel stroomversnellingen ten gevolge heeft. Daar veel van de gesteentelagen in westelijke richting duiken, kan onderspoeling van harde lagen plaats vinden, zoals dit duidelijk te zien is bij de Stanley eilanden op de rechteroever en bij de punt Mpozo op de linkeroever (fig. 3) waar de kwartsieten van Matadi de rivier snijden. Bij nadere studie, ziet men echter dat de grenzen van de gesteentepakketten op de linker- en rechteroever verspringen tengevolge van de breuk die de rivier hier volgt (fig. 2).

Het contact tussen de kwartsieten van Matadi en de onderliggende kristallijne granitische gesteenten is duidelijk zichtbaar in het rivierte even ten oosten van Vivi (foto 1). Hier ziet men duidelijk dat de bedekkende kwartsiet makkelijk verweert langs het contactvlak (rechts op de foto) en dat het verweerde zandige materiaal een waaier in de rivier vormt. Dit duidelijke contact is echter niet zichtbaar op de andere oever bij punt Pozo (achtergrond van de foto).

Deze breuk geeft aanleiding tot diepere erosie en het ontstaan van draaikolken, die de bevaarbaarheid moeilijk maken.

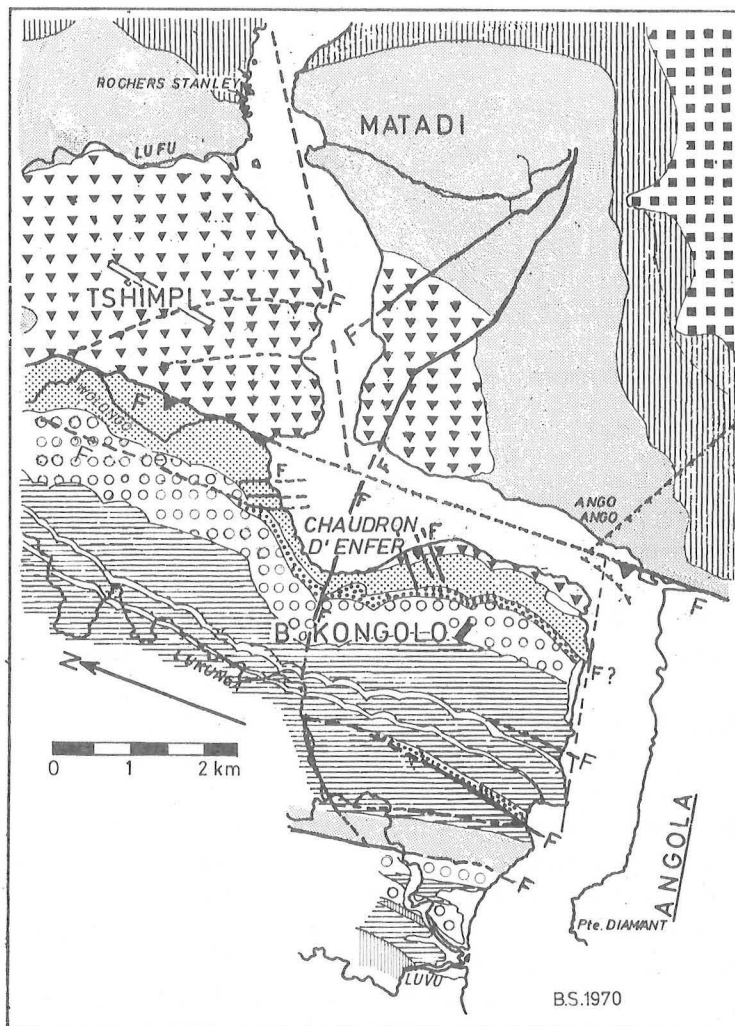


Fig. 2.

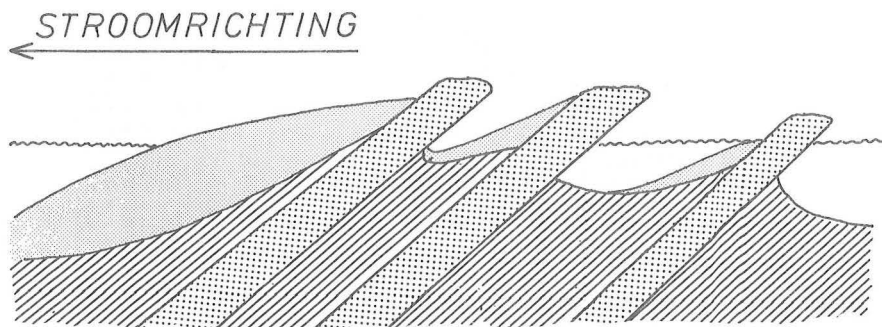


Fig. 3. — Ondermijning van harde lagen tussen zachte lagen en zandafzetting.

De kwartsieten van Matadi vormen het grootste deel van de ondergrond van de stad en vertonen aan de onderkant een aantal vrij dikke en harde banken, terwijl ze naar boven toe overgaan in meer dungebankte, zachtere kwartsieten. Golfsporen en kriskrasgelaagdheid komen veel voor.

Zuidelijk van het havencomplex worden de kwartsieten discordant bedekt door de basische lava's van Gangila, die echter hun grote uitbreiding hebben op de rechteroever, waar ze het plateau van Tshimpi vormen. Deze lava's zijn weerstandbiedend aan erosie, doordat zij een aantal sterk geëpidotiseerde lagen bevatten en doordat bovendien een dik en massief laterietplateau de top van het plateau vormt. Op verscheidene punten kan men zien dat de lava's doorsneden worden door breuken, waarbij sprongverschillen optreden. Deze breuken dienen zich noodzakelijkerwijze ook in de onderliggende kwartsieten van Matadi voort te zetten, zodat men een soort van getande ondergrond krijgt (fig. 4) (STEENSTRA 1970).

De lava's van Gangila van het plateau van Tshimpi eindigen abrupt tegen een belangrijke, noord-zuid gerichte breukzone, die zich aan beide zijden van de rivier over tientallen kilometers voortzet. Bij Ango-Ango volgt deze breuk de rivier Locango, op de rechteroever volgt de rivier Wolongo deze breuk. Westelijk echter van de breuk van de Wolongo, volgt een pakket harde gesteenten die bestaan uit metavulkanieten met sterke epidotisatie, harde schisten en kwartsieten (groep van de Vangu) die zeer weerstandbiedend zijn tegen erosie. Deze gesteenten vormen noord-zuid gerichte richels, die een 40° - 45° helling hebben naar het westen. Zij liggen op de lava's van Gangila, die plaatselijk langs de rivier nog ontsloten zijn. Ook zij worden door transversale breuken in verschillende richtingen doorkruist.

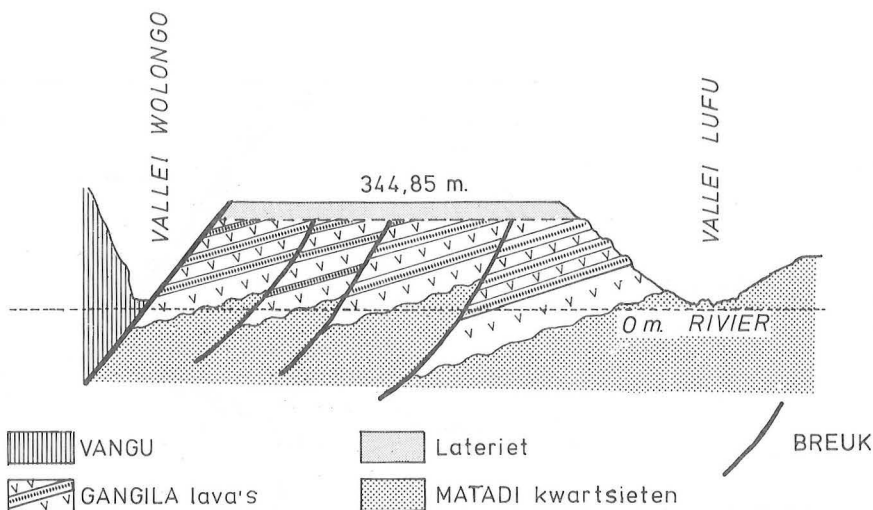


Fig. 4. — Doorsnede Plateau Tshipi.

Terwijl de noord-zuid breuken een westelijke helling hebben, zijn de andere breuken vaak vertikaal. We kunnen echter niet met zekerheid zeggen of dit ook het geval is met de grote breuk die Matadi van Tshipi scheidt.

Op één punt komen verschillende breuken in stervorm samen op de hoofdbreuk van de Wolongo (fig. 2). Hier vindt men een sterke breccievorming waardoor een diepe erosieput door de rivier uitgeslepen kon worden. Ten oosten van de breuk dagzomen harde Gangila lava's, maar bestaat de ondergrond uit relatief zachte Matadi-kwartsieten waardoor de erosie sterker kon aangrijpen. Westelijk van de breuk vindt men echter weer meer resistente gesteenten. Men moet echter in aanmerking nemen dat, in tegenstelling met de op fig. 2 getrokken rechte breuklijn, deze naarmate de diepte toeneemt, een bocht naar het westen zal vertonen, daar dit contact in westelijke richting wegduikt.

Dit diepe punt van erosie heeft aanleiding gegeven tot de vorming van de bekende „Chaudron d'Enfer” die een belangrijke hinderpaal vormt voor de scheepvaart naar Matadi.

De dieptekaart van de Chaudron d'Enfer vertoont dan ook zijn diepste punt, - 15 meter, ten oosten van de breuk (fig. 5), maar de werkelijke draaikolk bevindt zich echter iets westelijker. Dit duidt op de sterk eroderende werking die de stroom hier op de hardere ondergrond uitoefent (fig. 6).

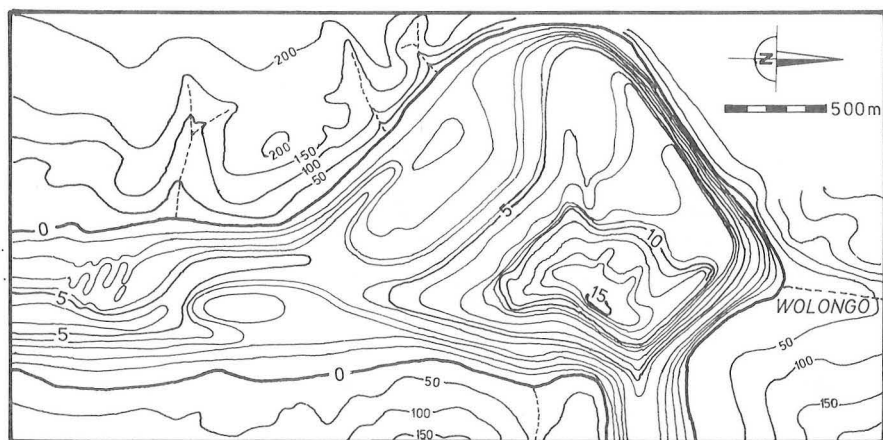


Fig. 5. — Chaudron d'Enfer — Matadi. Hoogte- en dieptelijnen in meters.

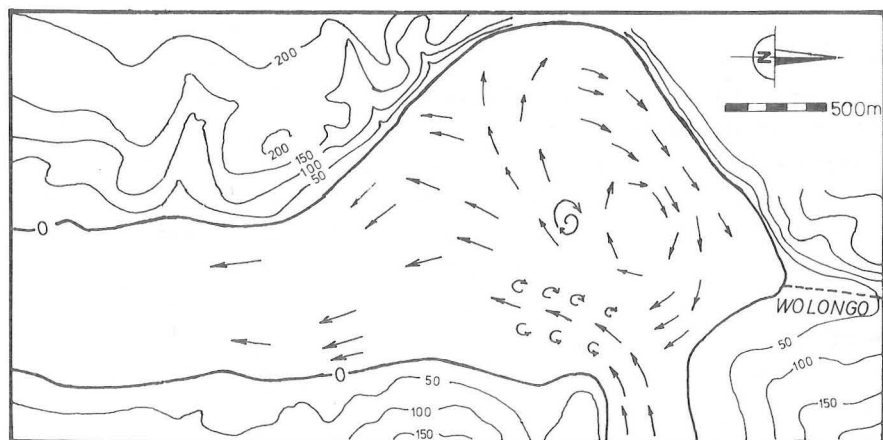


Fig. 6. — Chaudron d'Enfer — Matadi. Stromingen (volgens DEVROEY).

Het is door deze sterke stroomactiviteit begrijpelijk dat de rechteroever van de Chaudron d'Enfer een zeer steile, soms verticale helling heeft daar de harde gesteenten zeer weerstandbiedend zijn.

Na de kolk van de Chaudron d'Enfer volgt de rivier over enige afstand de noord-zuidrichting van de breuk van Wolongo, maar neemt dan plotseling weer een westelijke richting aan, waarbij de noord-zuid strekking van de lagen loodrecht doorsneden wordt. Waarschijnlijk is dit het gevolg van een verticale breukzone, die de Vangu gesteenten doorsnijdt, maar waarvan slechts op enkele punten in het gebied bij Banza Kongolo aanwijzingen gevonden worden (foto 2).

Het stroompatroon vanaf Inga tot even ten westen van Matadi wordt dus gekenmerkt door een zigzagpatroon, waarbij afwisselend zachte lagen van rechte lijnige structuur en scherp deze snijdende rechte lijnige breukzones wordt gevolgd. Meest westhellende isoclinaalplooien zijn hier kenmerkend.

3. De zone Matadi-Boma

Terwijl het hiervoor besproken gedeelte van de Zaïrestroom een zigzagpatroon vertoont, is de geomorfologie van het deel tussen Matadi en Boma gekenmerkt door een sinusvormig verloop.

De oorzaak van deze andere vorm is een verschillende tektonische opbouw van de ondergrond, die hier min of meer ronde koepelvormige structuren aanneemt. Deze worden gevormd door een kern van de oudste gesteenten in het gebied (Kimeziaan) met ouderdommen hoger dan 2150 Ma. Het zijn granieten, gneisen en migmatieten, die omringd worden door een band van de kwartsieten van Matadi tussen gneis en schisten van Palabala en die naar boven toe gevolgd worden door micaschisten.

Typerend hiervoor is de koepel van de Mao met de daar tegenaanliggende langgerekte koepel van de Kalamu (fig. 7).

Tussen de kwartsieten van Matadi bevindt zich een vrij dunne zone met basische lava's die een hydrostatisch ondoorlatend niveau vormt en waarop verschillende riviertjes ontspringen. Zij zijn eveneens gekenmerkt door een dichtere vegetatie.

Zowel de schisten, gneis en granieten, evenals de basische zone, zijn makkelijker verweerbaar dan de harde kwartsieten die dus als lange heuvelruggen in het terrein en op de luchtfoto's te vervolgen zijn (foto 3).

De meer westelijk gelegen koepel van Boma-Lokandu vertoont een gelijkaardig beeld. Hier is echter de omringende reliëfrand samengesteld uit hoog metamorfe gneis, amfibotieten, migmatieten en pegmatieten, maar in

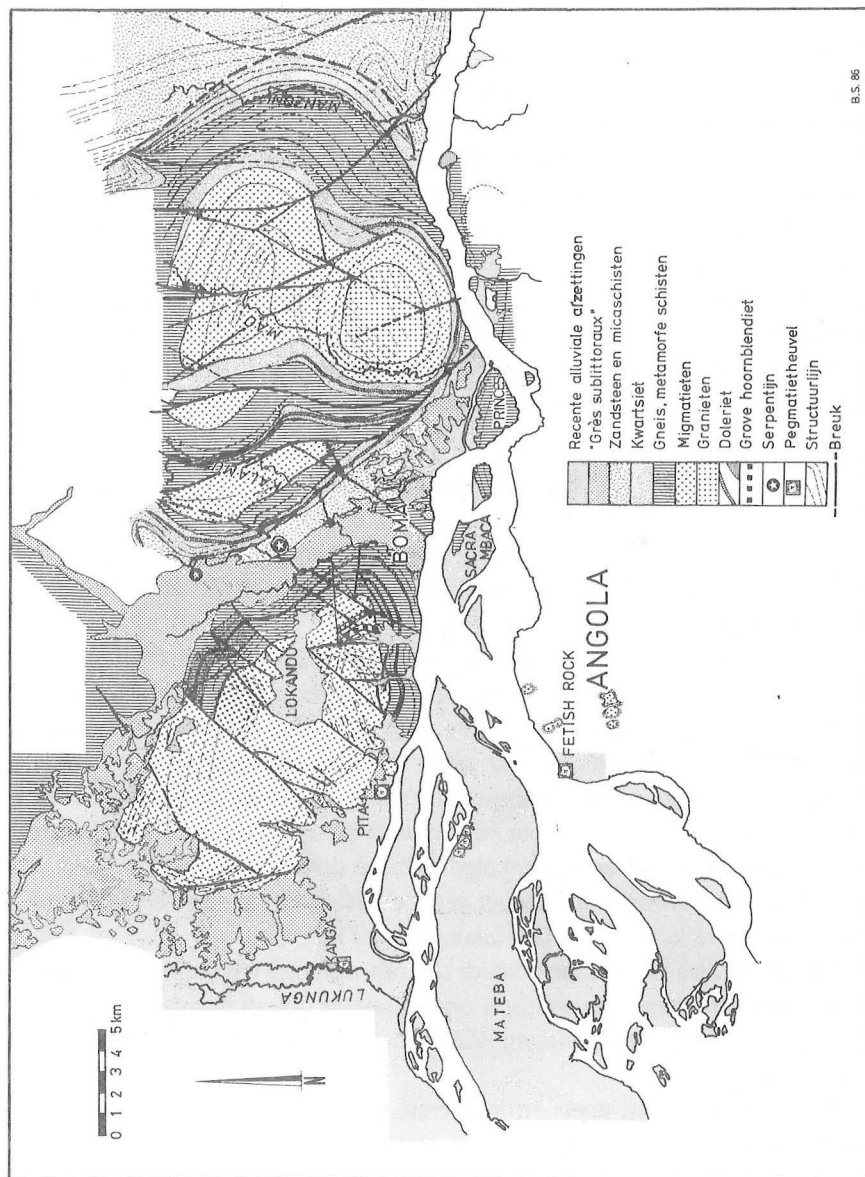


Fig. 7. — Gesteente- en structuurkaart.



Foto 1. — Rivier ten oosten van Vivi.



Foto 2. — Steilrand van breuk ten westen van Chaudron d'Enfer.



Foto 3. — Fotomozaïek van de koepel van de Mao.



Foto 4. — Opvolging van „current structures” in „Grès sublittoraux” bij Boma.

het noordoostelijk deel van de koepel vindt men een overgang naar kwartsieten.

In het midden van deze laatste koepel heeft zich een meertje kunnen vormen, dat echter aangetapt en leeggelopen is door radiale riviertjes (Lokandu). De meest westelijke kant is zeer geërodeerd, zodat een continue band hier moeilijk te vervolgen is (zie onder „Grès sublittoraux”).

De hoge graad van metamorfose heeft aanleiding gegeven tot verschillende steengroeven (Monolithe, Voies navigables, enz.) die bouwsteen en ballast leverden voor wegenbouw en kadewerken.

De zich in de diepere lagen insnijdende Zaïrerivier ontwijkt de harde lagen van de kwartsieten en de migmatieten rond de koepels en volgt dus de hierboven liggende zachtere schisten, die eveneens een gebogen strekkingslijn volgen. Men mag hier veronderstellen, dat de oorspronkelijke rivier zich in heeft gesneden in oostelijke richting, totdat de verbinding tot stand kwam met de aftapping van het grote binnenmeer.

Het is dus begrijpelijk dat de insnijding van de rivierloop een sinusvorm heeft aangenomen die rond de koepels loopt. Tussen de koepels in was een grotere zijdelingse uitwijking mogelijk. Op verschillende van deze plaatsen ontstonden kolken of moerassen en vanaf de koepel van de Mao neemt de rivier een veel breder dal in dan bovenstreams het geval is. Door opvolgende insnijdingsdiepten werden terrassen gevormd en zijn oude rivierlopen te vinden, zoals tussen het Ile des Princes en de koepel van de Mao.

In het gebied tussen de koepel van de Mao en de in het vorige hoofdstuk besproken harde gesteenten van Vangu, is op eerste gezicht de koepelstructuur minder uitgesproken. Dit komt in de eerste plaats omdat hier de gesteenten van Tshela dagzomen, die uit min of meer hardere zandsteen en kwartsietbanken bestaan afwisselend met vaak zachte witte micaschisten waarin hier en daar grafietschisten ingeschakeld zijn. Hun weerstand tegen erosie is veel kleiner dan bij de kwartsieten van Matadi en de verschillende andere kristallijne gesteenten.

Toch blijkt in deze zone ook weer een koepelstructuur aanwezig te zijn, zoals b.v. ten westen van de rivier Luvu. Deze zijrivier volgt dan ook een loop met veel rondere bochten dan de rivier Lukungu, die met scherpe zigzagbochten de harde gesteentepakketten doorsnijdt langs breukzones (fig. 2).

Westelijk van deze koepel bemerkt men een brede synclinaal, maar zowel de koepel als de synclinaal eindigen tegen de rivierloop, die hier dus weer bepaald wordt door de mogelijkheid van selectieve erosie.

Verschillende breukzones doorsnijden zowel de synclinaal als de koepel, waarbij sprongverschillen kunnen optreden.

Dat ook hier een oorspronkelijke rivierloop op hoger niveau aanwezig was, blijkt uit de rolsteenlagen die men op de heuvels vindt en die vooral bij de samenvloeiing van Luvu en Lukungu aanwezig zijn. Deze rolsteenlagen bevatten hier vaak artefacten.

Ook ten zuiden van de rivier bevinden zich koepelvormige structuren in Angola, die eveneens door de rivier gespaard worden (CAHEN 1973, p. 37, fig. 1). Het is echter niet geheel duidelijk of de kristallijne gesteenten van het Ile des Princes tot een structuur behoren die bij Angola aansluit of bij die van de koepel van Mao. In ieder geval worden de makkelijker erodeerbare biotiet-granaat-staurolietschisten die de koepel van Mao omhullen op beide oevers teruggevonden en zetten zij zich ook voort in de vallei van Boma.

Zowel de bovengenoemde kaart van CAHEN (1973) als die van LE-PERSONNE (1980-1982) laten duidelijk zien dat het westelijk van Matadi gelegen gebied zeer beïnvloed wordt door sterke tektonische breukvormingen. Dit is begrijpelijk omdat deze gesteenten de oudste zijn die voorkomen in Beneden-Zaïre en ook het grootste aantal tektonische bewegingen hebben ondergaan. De koepelstructuren zijn echter behouden gebleven. Slechts de zijrivieren die hun brongebieden binnen of aan de rand van de koepels hebben, volgen vaak breukzones, waarbij ze de hardere banken doorbreken (Mao, Kalamu, enz.).

Het is dus duidelijk dat dit gedeelte van de Zaïrestroom een andere morfologie heeft dan het meer bovenstroomse deel, daar de geologische koepelvormen hier belangrijker zijn dan de meer smalle en langgerekte isoclinaalplooïngen bovenstrooms van Matadi.

4. Het gedeelte benedenstrooms van Boma

Terwijl bovenstrooms van Boma de rivier een betrekkelijk smalle bedding vormt en ingesneden is volgens de samenstelling en tektoniek van de prekambische gesteenten, treedt de rivier benedenstrooms van Boma in het gebied van de kustvlakte, waar ze verwildert en zich in vele takken splitst en waar een groot aantal eilanden en zandbanken aanwezig zijn.

Deze kustvlakte wordt in haar ondergrond gevormd door meest mariene sedimenten met een noordwest-zuidoost strekking en een lichte helling naar het westen. Ze worden bedekt door horizontale continentale formaties vanaf plio-pleistocene ouderdom. Deze mariene sedimenten worden gescheiden van het prekambrium door een tussenzone van de zg. „Grès sublittoraux” die een iets grotere helling hebben dan de mariene afzettingen.

De rivier doorsnijdt hier bijna loodrecht de strekking van de lagen en naarmate hardere of zachtere lagen voorkwamen, ontstond er in de bodem

van de rivier een lichte tandstructuur (zoals bij de riffles van de goudsluices) waarvoor zich ophopingen van jonge riviersedimenten konden vormen. De verschillen in hardheid zijn echter niet zo sterk als die bij de prekambrische gesteenten. MEULENBERGH (1934-1976, niet gepubliceerd) heeft getracht verband te leggen tussen deze tandstructuur en de huidige loop van de rivier en het voorkomen van de eilanden. Hij heeft helaas deze studie niet kunnen beëindigen.

De samenstelling van de mariene en continentale afzettingen werden beschreven door CAHEN (1954), door DARTEVELLE *et al.* (1934-1957) en door FORTEMS (1958) ; het algemeen verband met Afrika door LEPERSONNE (1960).

Van belang voor een begrip van de toestand bij Boma is echter het voorkomen van de „Grès sublittoraux”, die van lacustrische of lagunaire oorsprong zijn. De ouderdom van deze lagen werd op boven jura – onder krijt bepaald (140-150 Ma), waarbij dus tussen de kristallijne gesteenten van Boma en de „Grès sublittoraux” ongeveer 450 miljoen jaar gesteenten ontbreken.

Deze „Grès sublittoraux” bestaan grotendeels uit afbraak materiaal van kristallijne gesteenten en zijn samengesteld uit arkosezandstenen met meest een grove textuur die verkit zijn door ijzer en daarom rood gekleurd. De verkitting kan vrij sterk zijn, zodat resistente lagen ontstaan. Verder vindt men er fijnere zandstenen met meer afgeronde korrels, argillieten en micarijke lagen. Hun oorsprong moet gezocht worden in het afbraakmateriaal van de verschillende granitische en migmatitische gesteenten van de koepels, evenals van afbraakmateriaal van de Matadi kwartsieten. Plaatselijk komen er dunne lagen met kwarts rolstenen in voor. De sedimentatierichting is meestal vanuit het oosten, in tegenstelling met de mariene afzettingen, die vanuit het westen komen.

De opbouw met hoekige korrels wijst op een snel transport waarbij klimatologische factoren (hevige regenval) en misschien ook tektonische bewegingen een rol hebben gespeeld. Kriskras structuren, evenals „current structures” die afgesneden worden, werden in de vallei van Boma gevonden (foto 4). Ten oosten van de Mt. Kisundi in Boma vindt men een breukzone die als een klifrand bewaard is gebleven en waartegen de basislagen van de grès sublittoraux eindigen. Deze klif is weinig of niet geërodeerd, zodat deze ontstaan is kort voor het begin van de afzettingen van de arkoses en micaschisten van de „Grès sublittoral”.

De verspreiding van de „Grès sublittoral” is beperkt tot het gebied westelijk van de koepel van Mao voor het gebied van Boma. Hier wordt de

vallei van de Kalamu grotendeels gevuld door deze afzettingen, die zich echter ook ten noorden, westen en zuiden van de koepel van Boma-Lokandu uitstrekken tot aan de rivier Lukunga. Een vallei ten noordoosten en een zijtak hiervan worden eveneens door deze sedimenten gevuld. De zone van de Lukunga zet zich naar het noorden voort en vormt hier een brede band tussen het kristallijn en de mariene krijtlagen. Bij Lukula is een ander, meer begrensd gebied als depressie bewaard gebleven tussen kristallijne gesteenten.

De samenstelling van de grès sublittoraux is dus afhankelijk van de aard van het aangevoerde materiaal, wat weer afhangt van het type van het omringende gesteente. Zachte zandstenen en schisten zullen dus een fijnere samenstelling hebben dan materiaal dat onmiddellijk van graniet en migmatietkoepels afkomstig is. Hellingpuinstructuren en waaievorming komen dus voor.

De afzettingsmogelijkheid van deze klastische sedimenten is dus groter in oude valleien of rond harde rotspunten of rotskammen die door de grès sublittoraux heen kunnen steken. Dit is o.a. het geval op de volgende punten :

- a. Tussen het Ile des Princes en de koepel van de Mao. De ondergrond van het kanaal van Kinlele, noord van het Ile des Princes, bestaat uit grès sublittoral zoals boringen aangetoond hebben, de kleine rivierloop heeft zich hier pas later ingesneden ;
- b. Bij Pita, waar een monadnock van gneis en pegmatieten door de sedimenten heen steekt ;
- c. Bij de Cul de Boma op het eiland Mateba, waar nog een pegmatietkoepel aan de oppervlakte komt ;
- d. Bij Fetish Rock in Angola is dit eveneens het geval ;
- e. Eveneens komen bij Kanga aan de rivier Lukunga kristallijne gesteenten aan de oppervlakte.

Bovengenoemde punten wijzen er op, dat de morfologie van de prekambrische formaties, zoals die nog in de koepel van Boma-Lokandu ontsloten zijn, zich verder naar het westen toe voortzet en dat de grès sublittoral dus transgressief is over dit reliëf waarbij andere toppen hetzij weggeërodeerd zijn, hetzij door de grès sublittoral bedekt worden. De mogelijkheid bestaat dus dat in de zone van de grès sublittoraux die zich ten zuiden en zuidwesten van Pita uitstrekt en hier de rivier snijdt, eveneens nog verborgen punten kristallijn gesteente verborgen zijn die de verkitte afzettingen van de grès sublittoraux vasthouden. Baggerwerken hebben hier inderdaad deze afzettingen gevonden.

Deze zone correspondeert met het punt waar de Zaïrestroom verwildert („zone divagante”) en een breedte van 30 km kan hebben. Men heeft hier dus een drempel van harde grès sublittoral die moeilijk te doorbreken is. Slechts een nauwkeurig geofysisch onderzoek, gecontroleerd door boringen, kan het oude reliëf van de kristallijne ondergrond hier bepalen.

De „Grès sublittoraux” bij Pita en noordelijk hiervan zijn waarschijnlijk lagunaire afzettingen. Om de heuvel van Pita en langs de contactlijn grès sublittoral-kristallijn vindt men een zone met barietknollen die een evaporiet structuur vertonen. Eveneens vindt men bij Pita een scherpe scheiding tussen dieper liggende afzettingen en een zone hoger gelegen afzettingen, waarbij de laatste slump en verzakingsstructuren vertonen alsof een tussenliggende laag opgelost werd (zout ?). (STEENSTRA 1959-1960).

De overgangszone ten westen van Boma is van belang, omdat een bepaalde rugositeit van de ingesneden gesteenten en in het bijzonder van de grès sublittoral de stabiliteit van enige eilanden kan verklaren. Voor een groot deel is dit oude reliëf bedekt door jonge riviersedimenten, die echter door wisselende stromingen verplaatst kunnen worden maar op andere plaatsen gestabiliseerd zijn door het kristallijne reliëf en omringende mantel van harde arkoses.

De vallei van de Lukunga, die zich onmiddellijk ten westen van de grès sublittoral bevindt, is een brede vlakte met recente siltige en kleiige afzettingen, waarin de rivier zich met vele meanders slingert. De oorsprong van deze brede vallei staat waarschijnlijk in verband met een vrij jonge kanteling naar het westen met een klein bedrag, dat reeds voor Matadi begint. Terwijl de bovenlopen van de zijriviertjes op de rechteroever een weinig uitgesproken insnijding hebben, vindt men vanaf enkele honderden meters voor de samenvloeiing met de Zaïrestroom plotseling een verjongde insnijding met sterke erosie. Dit is onder andere het geval bij het zijriviertje ten oosten van Vivi (foto 1), maar eveneens bij de rivieren Lufu, Lukanga, Mao en Kalamu. Het hoogteverschil vermindert echter van oost naar west terwijl bij de rivier Lukunga verder westwaarts geen insnijding meer te zien is. Boringen hebben echter het bestaan aangetoond van een oud terras, dat nu op enige meters onder de huidige sedimenten verborgen ligt. De afstand van deze jonge insnijdingen wijst echter op een jong ontstaan. Het einde van deze kanteling, die veroorzaakt kan zijn door een opheffing van het gebied ten oosten van Matadi, schijnt echter bij de vallei van de Lukunga te eindigen, daar de plio-pleistocene afzettingen die horizontaal op het krijt liggen, geen helling vertonen.

Het is pas nadat de zone van de grès sublittoral overwonnen is, dat de rivier zich dieper in kon snijden en vanaf Malela de bekende canyon kon vormen.

5. Conclusies

De bevaarbaarheid van de Zairestroom in Beneden-Zaire kan verklaard worden door de studie van de geomorfologie van het gebied. Hiermee wordt bedoeld het verband tussen de geologische en tektonische gesteldheid van de ondergrond en de selectieve erosiemogelijkheden, die de morfologie veroorzaken. Selectieve erosie kan niet rechtstreeks uit een geologische kaart afgeleid worden, daar deze structuren en ouderdommen aangeeft, en geen geotechnische gegevens verschaft. Gegevens hierover zijn met behulp van luchtfoto-interpretatie, waarbij reliëfverschillen aangeduid worden, terug te vinden.

Een kennis van de historische ontwikkeling van het gebied gedurende de laatste geologische periode is van belang, daar enerzijds de insnijding in het meest oostelijke deel afhankelijk is van het basisniveau vanwaar de insnijding begon (het grote binnenmeer), anderzijds vanaf het westen van de erosiebasis van de kustvlakte aan de westelijke kant. Deze erosiebasissen veranderen echter regelmatig, waarbij tektonische bewegingen een grote rol speelden.

Wanneer bovenstrooms van Matadi de rivier onbevaarbaar is door het voorkomen van stroomversnellingen tengevolge van het doorbreken van harde gesteenten op plaatsen waar een breukzone dit toestaat, is benedenstrooms van Matadi tot aan Boma de loop bepaald door het volgen van zachte formaties die harde kernen van kristallijne gesteenten omhullen (koepelstructuur). Deze zachte zones vormen soms gebogen synclinalen.

De bekende Chaudron d'Enfer wordt verklaard door het trefpunt van breuken met verschillende richtingen die harde gesteenten doorkruisen, maar waar de ondergrond uit zachtere gesteenten (kwartsieten van Matadi en micaschisten) bestaat. Uitkolk van de ondergrond was hier mogelijk, maar de harde gesteenten die dagzomen, vormen zeer steile begrenzings van de kolk.

Stroomafwaarts van Boma wordt de rivierloop bepaald door de kustafzettingen, die loodrecht doorsneden worden, maar waar de selectieve erosie een veel geringere rol speelt dan bovenstrooms. Van groot belang is echter de overgangszone tussen de prekambrische kristallijne gesteenten en de mariene kustafzettingen van krijt en nog jongere ouderdom. Deze overgangs-

zone bestaat uit sterk verkitte arkoses en grove zandstenen, die gefixeerd worden door punten van het uitstekend reliëf van het oude kristallijne reliëf, zoals op het eiland Mateba, Fetish Rock, Pita, maar waarvan hoogst waarschijnlijk ook delen verborgen zijn onder de recente rivierafzettingen. Deze harde zone, die even stroomafwaarts van Boma voorkomt, vormt de grens tussen het gedeelte van de verwilderde loop (zone divagante) en de meer geprononceerde, smallere loop bovenstrooms.

Verbeteringen van de rivierloop voor de scheepvaart evenals ingenieurswerken zoals kades, bruggen, baggerwerken, enz. dienen met deze geomorfologische ontwikkeling rekening te houden.

LITERATUUR

- BERTOSSA, A. 1953. Carte géologique de la région Mvunzi-Bundi-Inga. — Sydelco, plan 3858, 1 : 10.000.
- BERTOSSA, A. 1957. Carte géologique de la région d'Inga. — Sydelco, plan 3821, 1 : 25.000.
- BERTOSSA, A. & THONNART, P. 1957. Étude géologique de la région Matadi-Inga-Monolithe. — Serv. géol. du Congo belge et du Ruanda-Urundi, *Bull.* n° 7, fasc. 5. Léopoldville.
- CAHEN, L. 1945. Carte géologique provisoire (non éditée). Volgens L. Cahen, C. H. Hoffmann, J. Meulenbergh, J. Lepersonne, L. de Dorlodot, E. Darteville, E. Polinard. — Serv. Cart. et Géod., Leopoldville.
- CAHEN, L. & LEPERSONNE, J. 1948. Note sur la géomorphologie du Congo occidental. — *Ann. Mus. r. Congo belge*, Serv. géol. vol. 1, Tervuren.
- CAHEN, L. 1954. Géologie du Congo belge. — H. Vaillant-Carmanne, Liège.
- CAHEN, L. 1977. Quelques données sur le plissement Zadinien. — Musée r. Afr. centr., Tervuren, Dépt. Géol. Min., Rapp. ann. 1976, pp. 29-50.
- CAHEN, L. 1977. Vue d'ensemble sur les supergroupes antérieurs à l'Ouest-Congolien dans la zone interne de l'orogène Ouest-Congolien depuis l'Angola septentrional jusqu'au Gabon. — Musée r. Afr. centr., Tervuren, Dépt. Géol. Min., Rapp. ann. 1976, pp. 51-54.
- DARTEVELLE, E. en anderen, 1934 tot 1957. Mollusques fossiles du Crétacé de la Côte Occidentale d'Afrique du Cameroun à l'Angola. — *Ann. Mus. r. Congo belge* (Tervuren). Série in-8°, Sciences géologiques.
- FORTEMS, G. 1958. Étude des couches crétacées de lentre-Lukula-Lubuzi et de Lundu N'sani. — *Ann. Mus. r. Congo belge* (Tervuren), série in-8°, Sciences géologiques, vol. 23.
- HEEZEN, B. C., MENZIES, R. J., SCHNEIDER, E. D., EWING, E. M. & GRANELLI, N. C. L. 1964. Congo Submarine Canyon. — *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, vol. 48.

- LEPERSONNE, J. 1960. Quelques problèmes de l'histoire géologique de l'Afrique au sud du Sahara, depuis la fin du Carbonifère. — *Ann. Soc. géol. Belg.*, **84**.
- LEPERSONNE, J. 1980. Carte géologique provisoire de l'Ouest du Bas-Zaïre. — Mus. r. Afr. centr., Tervuren, Dépt. Géol. Min., Rapp. ann. 1979, p. 219 (1980).
- LEPERSONNE, J. 1983. Carte géologique provisoire du Bas-Zaïre à l'échelle du 1 : 100.000. — Musée r. Afr. Centr., Tervuren, Rapport annuel 1980 et 1981-82.
- MEULENBERGH, J. 1934-1976. Dossiers et notes d'observations manuscrits (niet uitgegeven).
- ROBERT, M. 1946. Le Congo physique. — M. Vaillant-Carmanne, Liège.
- STEENSTRA, B. 1959-1974. Carnets d'observations en «notes d'archives». Serv. géol. Congo belge» (niet uitgegeven).
- STEENSTRA, B. 1970. Liaison ferroviaire Matadi-Boma. Étude géologique. — Assoc. mom. Segtraco-Seges. Éd. Géotechnique, Bruxelles.
- TACK, L. 1975. Bijdrage tot de studie van de geologie, de petrografie en de petrologie van het Mayumbiaan van Neder-Zaïre. — Thesis Rijksuniversiteit Gent.
- VAN DEUREN, P. 1928. Aménagement du Bas Congo. Projet. — Éd. Assoc. Ing. de l'École d'Application de l'Artillerie et de Génie.
- VEACH, A. C. 1935. Evolution of the Congo Basin. — *Mem. Geol. Soc. Am.*, n° 3.