

VERKLARENDE NOTA BIJ DE VULKANOLOGISCHE KAART

DOOR

MARCEL-E. DENAEYER

Hoogleraar aan de Universiteit te Brussel
Lid van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Vertaald door L. PEETERS

Hoogleraar aan de Universiteit te Brussel

INLEIDING

Geologisch kader van het vulkanisme in Centraal Afrika (*)

Sedert de aanvang van de geologische geschiedenis der aarde is het vulkanisme in feite zonder ophouden werkzaam geweest.

Van dit verschijnsel vertonen in Centraal Afrika de oudste formaties overblijfsels — soms van een zekere omvang — en door de recente en huidige vulkanische werking werden in Kivu en in Ruanda uitgestrekte lavavelden opgebouwd.

Vulkanische verschijnsels van Congo en van Ruanda-Urundi dienen in hun geologisch kader beschreven te worden. Hier zal er thans zeer schematisch aan herinnerd worden.

Rond de Centrale Congolese Kom liggen geplooid, gebroken of subhorizontale precambrische formaties meestal met een gevorderde graad van metamorfisme en granitisatie. Deze formaties vormen rond de Centrale Kom een bijna doorlopende rand van hoogvlakten die in het oosten van het bestudeerd gebied 2.500 tot 3.000 m bereiken (5.119 m op de Ruwenzori).

De Centrale Kom werd opgevuld door subhorizontale, meer recente formaties, los of licht versteend, gaande van het boven Carboon tot aan het huidig

alluvium. Deze afzettingen bedekken soms een deel van de hoge zoom.

Geen enkel vulkanisch verschijnsel deed zich voor in de zee-afzettingen (Krijt, Tertiair) van de kustzone. Op deze zee-afzettingen, die volledigheidshalve vermeld werden, zal niet meer teruggekomen worden.

In het oosten van Congo moet gewezen worden op een structureel kenmerk, dat zeer voornaam is voor het recent vulkanisme. Het gaat hier om de aanwezigheid van de Centraal Afrikaanse slenk die de westelijke tak uitmaakt van de lange en smalle inzinkingszone waarvan de reusachtige barsten het beeld van geheel Oost-Afrika doorkerven.

PLAN VAN DE VERKLARENDE NOTA. Het eerste deel van deze verklarende nota handelt over de *overblijfsels van oud vulkanisme* die biezonder veel voorkomen in de precambrische formaties van de randzoom. Op het einde van dit deel wordt een overzicht gegeven van de

(*) Door Centraal Afrika bedoelt de schrijver het gebied van Congo en Ruanda-Urundi.

zeldzame uitingen van dit vulkanisme die — zonder zekerheid — worden toegeschreven aan meer recente periodes, die overeenstemmen met deze van de afzettingen in de Centrale Kom.

Het tweede deel van deze nota beschrijft het *recent en huidig vulkanisme* van Kivu en Ruanda.

OVERZICHTELIJKE ONDERVERDELING VAN DE GEOLOGISCHE FORMATIES VAN CENTRAAL AFRIKA.

Ten einde de overblijfsels van het oud vulkanisme in tijd en ruimte te rangschikken, zou het nuttig zijn een bondig beeld te schetsen van de voornaamste geologische formaties van Centraal Afrika. Maar moeilijkheden van overeenstemming tussen formaties, bestudeerd in gebieden die ver van elkaar liggen, maakten het opstellen noordzakelijk van lokale stratigrafische schalen in een terminologie van lokale betekenis. Nochtans kan men in grote trekken volgende opeenvolging onderscheiden (van boven naar beneden):

- *Geheel van formaties jonger dan het precambrisch voetstuk;*
- *Bovenste geheel van precambrische formaties;*
- *Onderste geheel van precambrische formaties.*

In dit onderste geheel worden *complexen* ondergebracht die *vaag bepaald of ouder zijn* dan de goed geïndividualiseerde groepen van dit geheel.

Onderhavige onderverdeling werd op de vulkanologische kaart getekend volgens de grenzen, die voorkomen op de geologische kaart van de *Algemene Atlas* op 1/5.000.000, opgemaakt door L. CAHEN en J. LE-PERSONNE ⁽¹⁾. Aan elk onderdeel werd een bijzondere kleur gegeven. De granietmassieven van het onderste en bovenste geheel van de precambrische formaties hebben dezelfde kleur als het geheel waartoe ze behoren. De vulkanische gesteenten hebben sterker tinten, wat toelaat hen dadelijk te vinden in hun geologisch verband.

EERSTE DEEL

Overblijfsels van het oud vulkanisme

1. Vulkanische verschijnsels in verband met precambrische formaties.

De verworven kennis van het precambrisch vulkanisme zal behandeld worden volgens onderhavige stratigrafische volgorde, te beginnen met de oudste formaties en volgens een bepaalde regionale volgorde. Bij de aanvang van de paragraaf, gewijd aan een bepaalde streek, zullen de voornaamste termen van de lokale stratigrafie vermeld worden. De vulkanische verschijnsels zijn opgetekend op de plaats van de stratigrafische term waarmee ze in verband staan. Deze voorstellingswijze is dezelfde als deze van de

verklarende nota van de geologische kaart van de *Algemene Atlas* en van het werk van L. CAHEN « *Géologie du Congo* », waarin een uitgebreide bibliografie te vinden is. Dergelijke werkwijze zal de lezer toelaten zonder moeite het verband te leggen tussen deze twee documenten en deze verklarende nota. Dit geldt trouwens ook voor de verschillende uitgaven van de *Algemene Legende* van de Commissie voor geologie

⁽¹⁾ Kaart N° 31 (27 blz., 2 buiten-tekst kaarten, 1951).

van het Ministerie voor Afrikaanse Zaken, waarvan de schikking echter in tegengestelde zin van de onze werd opgesteld.

A. — GEBIED VAN KATANGA.

De *Algemene Legende* (4^{de} uitgave) stelt voor het gebied van Katanga twee verschillende legenden, A en B, voor. Gemakshalve hebben we de legende B gekozen, die de legende is van de Verklarende Nota der Geologische Kaart van de *Algemene Atlas* en van het werk « *Géologie du Congo* ».

BOVENSTE GEHEEL = GROEP VAN KATANGA

Kundulungu-systeem	boven		<i>Dolerieten van Lusaka.</i>
	midden		<i>Dolerieten van Zuid Katanga en van de Marungu.</i>
	Klein conglomeraat		
	onder		<i>Dolerieten van de intrusieplaat van Kipambale, van de Luin-gila, van de Weromba en van Oost Katanga.</i>
Systeem van het Groot conglomeraat van Mwashya			<i>Rhyoliet van de Marungu.</i>
Roan-systeem			

ONDERSTE GEHEEL = GROEP VAN DE KIBARA + ANTE-KIBARA FORMATIES

Systeem van de Lubudi		<i>Post-Lubudi dolerieten.</i>
Vulkanische reeks		<i>Diabasen van Bukama.</i>
Nzilo-systeem		<i>Intrusieplaten van « groene gesteenten ».</i>
Ante-Kibara formaties (van Kalundwe, van de Muhila en van de Lukumbi).		

Onderste Geheel.

De *Ante-Kibara formaties* omvatten massieven van basische plutonische gesteenten, die mineralogisch verwant zijn met vulkanische dolerieten van de groepen van Kibara en Katanga. Dit geldt voor de pyroxenolieten en plagioclasolieten van de streek van Boudewijnstad en voor het massief van de Lulua in het gebied van Lomami-Kasai. Ten einde dit verband, dat misschien duidt op een gemeenschappelijke oorsprong,

te belichten werden deze massieven op de vulkanologische kaart voorgesteld door het teken « *A* » op een witte grond.

De intrusieplaten van « groene gesteenten » in de onderste reeks van het Nzilo-systeem vertegenwoordigen waarschijnlijk oude dolerieten, omgevormd tot ortho-amfibolieten en ontstaan na de Kibara-plooiing.

Tussen het Nzilo-systeem en het systeem van de Lubudi bevindt zich een voornamelijk *vulkanologische reeks* (gebied van de Akansson bergen en van Bukama). Deze lavas vormen de kern van drie synklienen van het Nzilo-systeem. Daarenboven komen twee lange dykes over meer dan 50 km aan de dagzoom tussen Bukama en Busunga. Het geheel strekt zich uit over 150 km en omvat de amygdaloïede diabasen (geöeralitiseerde bazalten) van Bukama, massieve biotiethoudende diabasen en rhyolieten (deze laatste niet voorgesteld volgens de schaal van de kaart).

Basische, post-tektonische intrusies (post-Lubudi) doorkruisen geheel de groep van de Kibara en de hieraan verbonden jongste granieten. Men onderscheidt hierin volgens ouderdom :

3. Dolerieten met micropegmatiet, met augiet alleen of met augiet en rhombische pyroxenen. Zij zijn in verband te brengen met de noord-oost gerichte breuken van het voorgebied van de Kibara-keten, ten westen van de Lualaba.

2. Dolerieten en microgabbros in kleine massieven en dykes, van de axiaal gelegen gegrantiseerde streek van de Bia bergen.

1. Peri-granietische dolerieten in konkordante intrusieplaten, te midden van gesteenten in de nabijheid van graniet, in de Bia bergen, de Kibara keten en te Manono, waar doleriet zich over verschillende km lengte uitstrekt.

Bovenste Geheel.

De uitgebreide uitvloeïing van lava en de rhyoliet-tuffen van de Marungu ⁽¹⁾ zijn onbetwistbaar ouder dan het Groot Conglomeraat, dat hiervan keien bevat, maar ze bekleden een onzekere plaats t. o. v. het *Roan-systeem*. Zij rusten diskordant op het voetstuk en strekken zich uit tot in Noord-Rhodesië (porfier

⁽¹⁾ Meer dan waarschijnlijk gaat het hier om ignimbrieten.

van Sumbu) en in Tanganyika Territory («Kipili volcanics »).

Aan het *Groot Conglomeraat* en aan het *Onder Kundulungu-systeem* van Centraal-Katanga zijn kwartsrijke, labrador-houdende dolerieten met augiet verbonden. Gelegen ten oosten van de meridiaan van 27°, vormen ze de intrusieplaat van Kipambale, 150 km lang en bedekt door het Klein Conglomeraat. Het is mogelijk dat deze intrusieplaat dezelfde ouderdom heeft als de dolerieten van gelijkaardige natuur van de valleien van de Luingila en van de Weromba, ten westen van de meridiaan van 27°, waar drie kleine ontsluitingen voorkomen, te midden van het Groot Conglomeraat. Dezelfde doleriet treedt nogmaals aan de dagzoom in het N-O van Katanga, steeds in verband met het Groot Conglomeraat.

Intrusies van gabbro en andesienachtige dolerieten met augiet, die gescapolitiseerd en gesilicifieerd zijn (dolerieten van Tenke, van Shakabunda en van de Lufunfu) klimmen op tot het *Boven Kundulungu-systeem*.

Dezelfde ouderdom zou kunnen toegeschreven worden aan de gabbros en dolerieten met labrador en pigeoniet, die hyperstheen in wisselende hoeveelheid bevatten en die door het dioriet van Boudewijnstad en door de zgn. alaskietachtige granieten (op hun beurt intrusief in het rhyoliet van de Marungu) drongen.

Ten slotte dient vermeld dat in Noord Katanga (gebied van Lusaka) de lagen van de Groep van Katanga doorsneden en gemetamorfiseerd zijn door intrusies van gabbro met olivijn, van doleriet en van plagioclasoliet in verband met amfibool-granieten. Dolerieten en plagioclasolieten bevatten soms pigeoniet.

B. — GEBIED VAN DE LOMAMI EN VAN DE KASAI.

BOVENSTE GEHEEL
Systeem van de Bushimaie
Lomami *Pijpen en intrusieplaten van doleriet.*
Oost-Kasai *Doleriet-lavas.*

ONDERSTE GEHEEL = GROEP VAN DE LULUA + ANTE-LULUA
FORMATIES
Groep van de Lulua *Bazalt-lavas, vulkanische breccie en tuffen, die gepropylitiseerd zijn. Spilitische lavas.*

Ante-Lulua formaties
a) Eruptief en anatexietisch Complex van de Kasai *Intrusieve dolerieten.*

b) Metamorfe reeks van de Luiza *Dolerieten van de charnockiet-massieven van de Lueta en van de Lulua.*
c) Eruptief complex *Uitvloeïngs bazalten en uitvloeïngs-gabbros.*

Onderste Geheel.

De *formaties, ouder dan de Groep van de Lulua*, omvatten een geheel van metamorfe gesteenten, migmatieten en eruptieve, granietachtige en gabbro-achtige gesteenten, dat moeilijk te ontwarren is. Van regionaal standpunt uit kan men er meerdere complexen in onderscheiden, waarvan we de volgende zullen onthouden :

a) Het *eruptief en anatexietisch complex van de Kasai*, gelegen ten noorden van de strook ontsluitingen van de Groep van de Lulua. Het omvat basische intrusies, waaronder dolerieten.

b) De *metamorfe reeks van Luiza*, ten zuiden van diezelfde strook. Ze omvat de massieven, verwant met charnockieten, van de Lueta en van de Lulua. In deze laatste werden dolerieten met hyperstheen waargenomen.

c) Het *eruptief complex van Tussen-Lubilash-Lubishi*, eveneens verwant met charnockieten en gelegen ten oosten van het massief van de Lulua. Het omvat een intrusieplaat van hyperstheen-bazalt, te Kangombwe, nabij Kamina, alsook gabbroachtige gesteenten, die uitvloeïngsgesteenten zouden zijn.

De formaties van de Groep van de Lulua zijn diskordant bedekt door gepropylitiseerde vulkanische gesteenten. Deze laatste omvatten bazalt-lavas of doleriet-lavas, vulkanische breccie en tuffen, bestaande uit lapilli en lavabommen, samen met grauwacken, pftamieten, enz... Van dezelfde ouderdom zijn groene afanietische gesteenten, die aan de dagzoom komen in de vallei van de Yangweji en langs de breuk van de Malafudi. Zij zijn analoog aan de groene gesteenten van de klassieke spilitische reeksen.

Opmerking. Het is mogelijk dat sommige intrusieve dolerieten van de onderhavige ante-Lulua formaties tot stand kwamen dank zij post-Lulua breuken.

Bovenste Geheel.

In het gebied van de Lomami trekken pijpen dwars door het *Systeem van de Bushimaie*, dat in zeldzame gevallen ook intrusieplaten bevat van pigeoniethoudend doleriet, dat dikwijls amygdaloïed is. In Oost-Kasai volgen op de afzetting van de bovenste lagen van dit Systeem lavadekken, die zeer goed ontwikkeld zijn aan de samenloop Bushimaie-Lubilash en van dezelfde petrografische natuur als in het gebied van de Lomami. Het is dus mogelijk dat deze pijpen en intrusieplaten van de Lomami de wortels zijn van uitvloeïngen, analoog aan deze van de Kasai.

Opmerking. Alle magmatische gesteenten van de Lomami en van de Kasai zijn zeker ouder dan de afzetting van mesozoïsche lagen van de wealdiaanse serie van de Loia, waardoor ze op diskordante wijze bedekt zijn.

C. — GEBIED VAN WEST-CONGO.

BOVENSTE GEHEEL = GROEP VAN WEST-CONGO
Systeem der schalies en zandstenen
Systeem der kalkstenen en schalies
Boven-tilliet van Beneden-Congo
Systeem van de Louila (Boven-Shiloango)
Onder-tilliet van Beneden-Congo ... *Dolerieten, bazalten, andesieten.*

Systeem van de Sansikwa
ONDERSTE GEHEEL = GROEP VAN HET KRISTALGEBERGTE
Systeem van de Mayumbe *Geplette rhyolieten, dolerieten, microdolerieten.*

Onderste Geheel.

Het *systeem van de Mayumbe* werd onderverdeeld in verschillende reeksen, waarvan de opeenvolging onzeker is.

De reeksen van de Duizi en van Inga bevatten geplette rhyolieten, metamorfe, biotiet-houdende rhyolieten en «rhyolietachtige schiefers» (phyllonieten), die samen gaan met kristallijne schiefers, waarvan een deel afstamt van deze geplette lavas.

De reeks van de groene gesteenten van Gangila (ex-lavas van Matadi) omvat dolerieten en «microdolerieten» (dolerietachtige bazalten). Het lijkt waar-

schijnlijk dat de meeste van deze «groene gesteenten» (amfibolieten, amfibolietachtige schiefers, met biotiet, met chloriet, epidotieten) ook hier gemylonitiseerde en metamorfe produkten zijn, afkomstig van basische, magmatische gesteenten.

Bovenste Geheel.

Dolerietische lavas, die «microdolerieten» (dolerietachtige bazalten), bazalten en andesieten (ex-dolerietische lavas van Isangila) omvatten, werden ingelast in het onder-tilliet van de Beneden-Congo. De wortels van deze lavas zouden kleine massieven van gabbro zijn, intrusief in het systeem van de Sansikwa.

D. — GEBIED VAN DE UBANGI.

BOVENSTE GEHEEL = GROEP VAN DE UBANGI
GI *Dolerieten, diabasen.*
ONDERSTE GEHEEL = GROEP VAN DE LIKI-BEMBE
+ ANTE-LIKI-BEMBE
FORMATIES *Dolerieten, diabasen*

Onderste Geheel.

Tussen Bangi en Fort-Possel, in de bocht van de Ubangi, zijn uitgebreide massieven van basische gesteenten, die zich kunnen uitstrekken over een honderdtal km², intrusief in de *groep van de Liki-Bembe* en de *oudere formaties*. Deze massieven zijn hoofdzakelijk samengesteld uit dolerieten en diabasen, die mogelijk lavauitvloeïngen voorstellen.

Bovenste Geheel.

Tussen 3° NB en 4° NB vindt men ontsluitingen van doleriet en diabaas, van wisselvallige uitgestrektheid en intrusief in de *groep van de Ubangi*.

N.B. — De pre-cambrische formaties van het gebied van de Beneden-Uele hebben tot hiertoe nog geen onbetwistbaar vulkanische gesteenten geleverd.

E. — GEBIED VAN KIBALI-ITURI.

BOVENSTE GEHEEL = GROEP VAN DE LINDI
ONDERSTE GEHEEL = GROEP VAN DE KIBALI
Spiliteten, keratophyren, dolerieten.
+ FORMATIE VAN DE WESTELIJKE NIJI

Onderste Geheel.

De groep van de Kibali bevat oude lavas : spilieten en keratophyren, die metamorfe bazalten en andesieten voorstellen, pyroklastische formaties en intrusieplaten van oude dolerieten.

Dit geheel wordt doorsneden door tamelijk recente dolerieten, die de vorm aannemen van zeer talrijke dykes en van lavastromen, waarvan de ouderdom betwistbaar is.

Sommige auteurs (B. STEENSTRA, R. WOODTLI) brengen ze in verband met breuken van de slenk van het Albertmeer et schrijven hun een tertiaire en kwartaire ouderdom toe ; anderen (M-SLUYS, J. LEPERSONNE) beschouwen ze als ouder dan het boven Carboon. Bij gebrek aan onweerlegbare argumenten ten voordele van een der onderhavige stellingen en bij afwezigheid van om 't even welk vulkanisch lichaam, werd hun op de kaart de tint gegeven van de oude vulkanische formaties.

F. — GEBIEDEN VAN DE MANIEMA, KIVU EN
RUANDA-URUNDI.

BOVENSTE GEHEEL = GROEP VAN DE LINDI (Maniema, Kivu)
GROEP VAN DE MALAGARASI (R.-U.)
Systeem van de Manyovu ⁽¹⁾
Systeem van de Mosso ⁽²⁾ *bazaltachtige lavas, dolerieten.*

ONDERSTE GEHEEL = $\left\{ \begin{array}{l} \text{GROEP VAN URUNDI} \\ \text{GROEP VAN DE RUZIZI} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{Intrusieplaten en} \\ \text{dykes van dole-} \\ \text{riet en ortho-} \\ \text{amfiboliet, soms} \\ \text{met hypersteen of} \\ \text{pigeoniet.} \end{array} \right.$

Onderste Geheel.

De formaties van de groepen van de Ruzizi en van Urundi omvatten intrusieplaten en dykes van « groene gesteenten », die voor het merendeel geeralitiseerde dolerieten zijn of dolerieten, omgevormd tot ortho-amfibolieten. In Ruanda-Urundi onderscheidde men labrador-houdende dolerieten, met alleen augiet of met augiet en hypersteen en nog andere met pigeoniet, samen met hypersthenieten en pyroxenieten met enstatiet (Sele, Tanganikameer). Deze lavas vormen nooit uitgestrekte massieven en zijn moeilijk op kaart te brengen, gezien de schaal. Slechts enkele werden op de kaart aangeduid.

Bovenste Geheel.

De groep van de Malagarasi wordt als de homoloog beschouwd van de groep van Katanga. Het systeem van de Mosso, in Zuid-Urundi, omvat bazaltachtige amygdaloïede lavas en intrusieve dolerieten (dykes en intrusieplaten). Deze laatste bevatten labrador of anorthiet, met micropegmatiet ertussen en met leucaugiet, vergezeld van een weinig enstatiet of hypersteen.

Samenvatting en algemene kenmerken van de vulkanische gesteenten, aan het Precambrium verbonden.

Overblijfsels van vulkanische verschijnsels, in verband met de precambrische formaties van Centraal Afrika zijn meestal teruggebracht tot dykes en intrusieplaten ; lavastromen zijn zeldzaam. Het echt vulkanisch lichaam werd door de tektoniek of de erosie vernield.

Onder de lavastromen, die bewaard bleven, maken deze van de Marungu en van Beneden-Congo door hun uitbreiding grote indruk ; iets minder belangrijk zijn in dit opzicht de lavastromen van Bukama. Dienen tevens vermeld te worden : de grote intrusieplaat van Kipambale, de uitvloeiingen van de samenloop Bushimaie-Lubilash, deze van de bocht van de Ubangi en de dykes en lavastromen van de groep van de Kibali, in het gebied van Kilo.

De samenstelling van die oude lavas vertoont weinig verscheidenheid. Basische magmas (andesietachtig tot bazaltachtig) overheersen (vooral onder vorm van dolerieten). Veel minder talrijk zijn de rhyolietachtige, zure magmas, die men slechts aantreft in de Marungu, te Bukama en in Mayumbe. Deze associatie komt overeen — samen met de granietvorming — met fazen van de orogenetische en epirogenetische evolutie der geosynklienen.

De opeenvolgende orogenesen en de pneumatolytische, hydrothermale of metasomatische verschijnsels die er mede gepaard gaan, hebben dikwijls diep-

⁽¹⁾ Vroeger systeem van de Matetema genoemd.

⁽²⁾ Vroeger systeem van de Lumpungu, *pro parte*, genoemd.

gaande wijzigingen gebracht aan de oorspronkelijke lavas. Voorbeelden : de geplette rhyolieten van het systeem van Mayumbe ; de spilieten, propyieten, keratophyren, dolerieten of gesilicifieerde en gescapolitiseerde diabasen, soms met mikropegmatiet, de ortho-amfibolieten, enz..., van verschillende onderhavig beschreven gebieden.

In verband met de basische gesteenten, van vulkanisch of sub-vulkanisch karakter, in Centraal Afrika en de gabbroachtige dieptegesteenten, waarmede ze in verband staan (bv. massief van de Lulua), heeft de schrijver reeds sedert lang de aandacht gevestigd op de rol van magnesium in sommige gevallen. Deze neiging voor magnesium kan tot uiting komen door de aanwezigheid van pigeoniet of van rhombische pyroxenen naast augiet. Dergelijk voorkomen werd reeds voor elk geval afzonderlijk vermeld. Men vindt dit verschijnsel zowel in de basische gesteenten, verbonden aan de formaties van de onderste groepen als in deze, verbonden aan de formaties van de bovenste groepen.

Pogingen van vergelijking tussen de dolerieten van de groep van Katanga, de groep van de Kibara en het systeem van de Bushimaie werden aangewend (L. CAHEN, G. MORTELMANS), waarbij bovendien beroep gedaan werd op criteria, afgeleid van de chemische samenstelling.

2. Vulkanische verschijnsels, verbonden aan formaties van twijfelachtige ouderdom of jonger dan het Precambrium.

Intrusies van *doleriet* doortrekken de LAGEN VAN DE LUHULE-MOBISIO (ten noorden van Butembo, Noord-Kivu), waarvan de ouderdom niet bepaald is.

De BOVENSTE LAGEN VAN DE BILATI (Noord-Kivu), toegeschreven aan het Paleozoïcum (Ordovicium ?) bevatten dykes en intrusieplaten van *doleriet*.

Te Isea in het gebied van Walikale (Noord-Kivu), heeft men melding gemaakt van een *sanidien-houdend trachyt*, waarop het tilliet van de onderste assise van de reeks van de Lukuga rust. De ouderdom ervan is dus post-Urundi en ante-boven Carboon.

Nabij Kasenga, op de Luapula (grens van Rhodesië) bedekken verweerde bazalten met calcieteoden een oppervlakte van 7×150 km. Door hun petrografische analogie met de post-Stormberg bazalten van Rhodesië plaatst men ze in de beginperiode van de Jura.

De kimberlieten.

De kimberlieten van de Kundelungu hoogvlakte zijn verdeeld over 24 eruptief-zuilen (« pipes ») met veranderlijke doorsneden (0,1 tot 50 ha). Ogen-schijnlijk zijn ze in twee groepen, langs weerszijde van de hoogvlakte, verdeeld. De westelijke groep omvat 14 zuilen, de oostelijke 10.

Behalve in één geval, is het *kimberliet* basanietisch en rijk aan kalk. Slechts de pijp van Kashioba bestaat uit een *lamprophyrachtig kimberliet met glimmers*.

Het kimberliet en zijn verweringsprodukten (« blue ground » en « yellow ground ») bevatten talrijke enklaves van eklogiet, maar ze schijnen zeer arm aan diamant te zijn of er totaal geen te bezitten.

De ouderdom van de kimberlieten van de Kundelungu hoogvlakte ligt tussen Precambrium en Pleisto-ceen ; het is mogelijk dat ze niet ouder zijn dan het einde van het Krijt en dezelfde ouderdom hebben als het kimberliet van de Bushimaie.

In het gebied van de Bushimaie zijn door boringen, putten en groeven in de omgeving van Bakwanga zeven massieven gedeeltelijk gekend van een secundair kimberliet-breccie, rijk aan diamant. Hun oppervlakte gaat van 0,4 tot 16,5 ha. Dit breccie bevat insluitingen van eklogiet en kimberliet. De eigenlijke pijpen doortrekken het systeem van de Bushimaie en de wealdiaanse reeks van de Loia.

Hun ouderdom zou dus post-wealdiaan zijn en waarschijnlijk ante-albiaan, door analogie met de naburige kimberlieten van Kasai-Lunda, in Angola.

Tot slot herinneren we aan de onzekerheid, waarvan reeds melding werd gemaakt op blz. 6, betreffende de ouderdom van de *dolerieten* die in de streek, gelegen ten westen van het Albertmeer, de GROEP VAN DE KIBALI doortrekken.

TWEEDE DEEL

Recent en huidig vulkanisme

In Congo en Ruanda-Urundi blijft recent en huidig vulkanisme in feite beperkt tot de slenk van Centraal Afrika (« Western Rift Valley ») die ongeveer noord-zuid loopt en waarin de meren Tanganika, Kivu, Edward en Albert gelegen zijn.

De voornaamste vulkanische massieven en lavavelden schijnen meer bepaald gelegen te zijn op het snijpunt van de voornaamste stoornisrichtingen van deze slenk, in het gebied van Kivu, d. i. eenerzijds in de onmiddellijke nabijheid van de zuidelijke oevers van het Kivumeer en ten zuiden ervan en, anderzijds, ten noorden van dit meer, waar de keten van de Virunga oprijst.

De recente vulkanische werking schijnt in verband te staan met de afwerking van de tektonische grachten gedurende het Kwartair. Deze afwerking gaat thans nog verder, zoals blijkt uit de recente seismologische waarnemingen.

1. Vulkanisme van Zuid-Kivu.

(Zie in kader schets van de Vulkanische Velden van Zuid-Kivu).

Chronologisch heeft men gemeend vier opeenvolgende vulkanische perioden te kunnen onderscheiden ⁽¹⁾ :

- A. Trachytische periode ;
- B. Hoofdperiode van bazalt ;
- C. Rhyolietische periode ;
- D. Eindfaze van bazalt.

A. — TRACHYTISCHE PERIODE.

In het gebied van Bukavu, Shangugu en de boven Ruzizi zijn dikke lavastromen gekend van *trachyt* en *trachyandesiet*. Sommige ervan schijnen afkomstig van een cumulo-vulkaan, de berg Idudwe, gelegen op 10 km ten zuiden van Bukavu. Ten zuid-oosten ervan, opent zich de krater van Ruhonga, doorsneden door de Ruzizi. Hier vindt men een opeenstapeling van stromen en tuffen. Er bestaat tevens een trachytische lavastroom ten noorden van de Kahuzi, nabij Kalehe.

B. — HOOFDPERIODE VAN BAZALT.

In Zuid-Kivu onderscheidt men drie uitbarstingsfazen van bazalt.

De *faze I* is vertegenwoordigd door de lavas van de gracht van de beneden Ruzizi. Zij zijn bedekt door meerafzettingen van het Tanganikameer.

De *faze II* omvat lavastromen van de boven Ruzizi. Deze laatste hebben zich uitgespreid over de steilte van Bugarama en hebben gedeeltelijk de meerafzettingen van de bodem van de gracht overdekt. Hun kussen-struktuur wijst er op dat ze op deze plaats ouder zijn dan het terugtrekken van de waters van het Tanganikameer.

⁽¹⁾ Boringen, verricht in de boven Ruzizi, hebben nochtans de grote verscheidenheid aangetoond van de betrekkingen tussen trachytische en bazaltische lavas, vulkanische tuffen en alluvia.

De uitvloeiingen van het eiland Idjwi en van de oostelijke oever van het Kivumeer schijnen tot dezelfde faze te behoren.

De *faze III* — de voornaamste — omvat de lavadekken, die zich uitstrekken van Kalehe tot aan Ngweshe (85 km) alsook deze van het gebied van Mwenga-Kamituga. Zij omvat tevens de lange lavastroom van de Lugulu (55 km), ten westen van de Kahuzi.

Deze verschillende lavadekken bevatten dikwijls lavazuilen.

De lavas van faze III zijn jonger dan deze van faze II, die ze gedeeltelijk bedekken.

In de vallei van de Ruzizi doortrekken bazaltzuilen de trachyten. In het gebied van Panzi, wisselen voorname afzettingen van cinerieten en bazaltische tuffen af met alluviaal grint. Deze afzettingen zijn gekend onder de benaming « lagen van Panzi ».

Alhoewel reeds aangetast door een ver doorgedreven erosie, bedekt het geheel van bazalt der drie fazen toch nog een totale oppervlakte van 3.200 km² en vertegenwoordigt het een volume van 750 km³.

De zeldzaamheid van overblijfsels van kraters en de veelvuldigheid van bazaltdykes in verband met de talrijke breuken van Zuid-Kivu, pleiten ten voordele van een ontstaan door spleet-erupties voor de meeste uitvloeiingen van de hoofdperiode van bazalt.

Van petrografisch standpunt uit, omvatten de bazalten der drie fazen *basanitoïde bazalten* met olivijn en *tholeïetische bazalten*, armer aan magnesium en rijker aan silicium. Deze laatste vertonen dikwijls een dolerietisch faciës. Deze lithologische verschillen schijnen niet overeen te stemmen met verschillende aanvoerfasen maar duiden eerder op wisselvalligheden in de samenstelling van het magma.

C. — RHYOLIETISCHE PERIODE.

Na de hoofdperiode van bazalt stelden de rhyolietische massieven van de Kahuzi en van de Biega zich op lijn op het snijpunt van de slenk van de Luhoho-Ruzizi, NW-SE gericht, en van de hoofdslenk met richting NE-SW, op de bovenste boord van de westelijke breukwand (breuk van de Muur).

Deze twee uitgedoofde massieven omvatten 12 naalden en koepels van het Pele-type en 4 kraters van het vulkanisch type. Het massief van de Kahuzi bestaat uit 11 vulkanen, geplaatst op een lijn volgens de NE-SW vertakking van de slenk en dit van de Biega bestaat uit 5 vulkanen, op lijn geplaatst volgens de NW-SE vertakking. Deze twee massieven, waarvan de meeste toppen boven 3.000 m liggen, hebben het onderwerp uitgemaakt van ver doorgedreven geologische, morfologische en petrografische studies.

Men onderscheidt twee fazen van uitvloeiing :

Met de *faze I* komt de extrusie van de rhyolietische stromen van de Kahuzi overeen, alsook de vorming van koepels en Pele-naalden op de Biega, vergezeld van stromen en intrusies langs een breuk, die naar het zuiden toe de breuk van de Muur voortzet.

Deze lavas zijn buitengewoon zuur. Ze omvatten *silicium-rijke, microfelsietische rhyolieten, porfierische en breccie-achtige rhyolieten* en tuffen die wel kunnen doorgaan voor *ignimbrieten*.

Tijdens de *faze II* werd de eindkegel van de Kahuzi opgebouwd. Hij bestaat uit porfierische lavas, zeer rijk aan kalium : *rhyolieten*, overheersend *microgranieten, kanzibieten* (= microgranieten met zwart orthose) en *kahuzieten* (= silicium-rijke rhyolieten met magnetiet). Deze laatste zijn de eindprodukten van de uitbarsting. De faze II is vergezeld van travertijnvorming en overvloedige hydrothermale verschijnsels.

D. — EINDFAZE VAN BAZALT.

Ten oosten van de Kahuzi en van de Biega, tussen Tshibinda en Lwiro, werden stromen van *basanitoïede bazalt* en *tholeïetisch bazalt* alsook pyroklastische afzettingen gevormd door drie, goed bewaarde kleine vulkanen. Deze vulkanen schijnen de meest recente van Zuid-Kivu te zijn, wat zou wijzen op een herneming van de bazaltische werkzaamheid, zonder verandering in de samenstelling van het magma.

Ouderdom van het vulkanisme van Zuid-Kivu. Zo de relatieve tijdschaal van de vulkanische perioden van Zuid-Kivu tamelijk goed gekend schijnt te zijn, dan ontbreekt echter elk paleontologisch of ander bewijs voor de bepaling van hun absolute ouderdom.

Er bestaat een strekking om de aanvang van het vulkanisme te plaatsen ofwel op het einde van het Tertiair ofwel in het midden Pleistocen. De vulkanen van Tshibinda zijn zeker subaktueel.

2. Het vulkanisme van de Virunga.

(Zie in kader Doorsnede van de Keten en Schets van het vulkanisch Veld van de Virunga).

In de grensstreek van Kivu, Ruanda en Uganda bedekt het vulkanisch gebied van de Virunga een oppervlakte van 3.500 tot 4.000 km². Het gebied strekt zich uit van west naar oost, over een lengte van 80 km, dwars over de voornaamste slenk en in de zijdelingse depressie van Bufumbiro. Deze laatste is ten zuiden begrensd door een ENE breukwand. Symmetrisch geplaatst en ten westen van de hoofdslenk, bevindt zich de «opening van Kamatembe», die de steile hellingen van de westelijke breuk met NE richting onderbreekt. Deze opening verschaft de weg aan lavas, die zich uitgespreid hebben naar het NW langs de vallei van de Moeso.

De Virunga-keten bestaat uit acht grote vulkanen, vergezeld van ontelbare satellietkegels, die tot stand kwamen tijdens kleine uitbarstingen; deze laatste zijn in 't algemeen van het Stromboli-type en dikwijls jonger dan de voornaamste vulkanen. Zij liggen verspreid op de flanken van de grote vulkanen, alleenstaand of in groepen, ook dikwijls op rij volgens barsten (spleetvulkanen). De acht grote vulkanen onderscheiden zich door de standvastigheid van hun kraters en door biezondere karaktertrekken van dynamisme, morfologie en natuur van hun lavas. Men kan ze in drie groepen onderbrengen:

De *oostelijke groep*: Muhavura, Gahinga, Sabinyo;
De *centrale groep*: Visoke, Mikeno, Karisimbi;
De *westelijke groep*: Nyiragongo, Nyamuragira.

Deze twee laatste vulkanen zijn actief; de andere zijn uitgedoofd of slapend.

Het Ugandees deel van de keten (vulkanen en lavastromen van de «baai van Bufumbiro») was het voorwerp van ver doorgedreven studies van de Britse geologen en petrografen. Het overige was slechts oppervlakkig gekend door de werken van de Duitse

verkenningstocht van 1907-1908. Maar de recente uitbarstingen van de Nyamuragira en de Nyiragongo werden gevolgd door de Belgische vulkanologen in het kader van de Belgische en Congolese wetenschappelijke Instituten⁽¹⁾. Thans heeft het Nationaal Centrum voor Vulkanologie (N. C. V.) gesticht in 1959, de systematische en gecoördineerde studie van de actieve vulkanen van de gehele Virunga-keten ondernomen en dit in samenwerking met deze Instituten.

Ziehier een bondig overzicht van de wezenlijke kenmerken van de grote vulkanen.

A. — OOSTELIJKE GROEP.

De drie vulkanen staan op lijn volgens E-W.

MUHAVURA (4.127 m). — Goed bewaarde, zuiver symmetrische kegel, die op een smalle cirkelvormige krater (φ 100 m) uitloopt, waarin zich een meer bevindt. Uitbarstingen van het centraal eruptie-type, waarschijnlijk tamelijk recent, waardoor opeengestapelde lavastromen van diverse natuur werden opgebouwd. Ze zijn hoofdzakelijk samengesteld uit *shoshonietachtige absarokieten* (trachy-dolerieten) en *kivieten* (leuciet-houdende basanieten). Waarschijnlijk vloeide een van deze lavastromen in de vallei van de Mukungwe, ten zuiden van Ruhengeri, maar de lava zou in dit geval ook van uit de Gahinga hebben kunnen komen.

GAHINGA (3.474 m). — Afgeknotte, zeer regelmatige kegel, uitlopend op twee kleine, concentrische kraters volgens een amfitheater (de grootste, ongeveer 200 m φ). De uitgeworpen lavas zijn dezelfde als de vorige.

SABINYO (3.634 m). — Gelegen op de samenkomst van de grenzen van Kivu, Ruanda en Uganda; het *zaagvormig* profiel ervan wijst op een ver doorgedreven staat van erosie. Diepe ravijnen doorkerven zijn hellingen. Hij is waarschijnlijk de oudste van de Virunga vulkanen. Hij wierp lavas uit, die zuurder zijn

⁽¹⁾ Instituut der Nationale Parken in Belgisch Congo en Ruanda-Urundi (I.N.P.), Instituut voor wetenschappelijk Onderzoek in Centraal Afrika (I.W.O.C.A.), Geologische dienst van Belgisch Congo, «Fonds Jacques Cassel» en «Centre scientifique et médical de l'Université de Bruxelles en Afrique centrale (C.E.M.U.B.A.C.)», Commissie voor geologie van het Ministerie van Afrikaanse Zaken.

dan de voorgaande: *latieten* en *shoshonieten* (twee variëteiten van trachyandesieten).

B. — CENTRALE GROEP.

De Visoke en de Mikeno bevinden zich op een lijn E-W; de Karisimbi verheft zich op de zuidelijke punt van de driehoek, die door de drie vulkanen wordt gevormd.

VISOKE (3.711 m). — Afgeknotte kegel uitlopend, zoals voor de Gahinga, op twee in elkaar gevatte kraters, opengescheurd aan de zuidkant. De laagste krater (φ ongeveer 600 m) bevat een meer. De voornaamste lavas zijn *biotiet-houdende leucieten* met enklaven van biotiet-houdende pyroxenieten.

Van 1 tot 3 augustus 1957 heeft zich een kleine uitbarsting voorgedaan op de noordelijke flank van deze vulkaan, op 2.350 m hoogte en op 11 km van de top, op de plaats Mugogo. Uit de krater, gevormd door drie explosiegaten, vloeide een lavastroom van 1.100 m lengte, naar het NW, met de samenstelling van een *nefelinielachtig ankaratriet met meliliet* (melano-kraat nefeliniel) (M. VERHAEGHE).

MIKENO (4.437 m). — Sterk geërodeerde en doorsneden vulkaan; zijn ontmantelde top bestaat uit twee pieken, door een afgrond gescheiden. Hij vertegenwoordigt de nog indrukwekkende overblijfsels van een veel grotere vulkaan die, samen met de Sabinyo, tot een der oudste van de Virunga zou moeten gerekend worden. Zijn lavas met breccie ertussen zijn in hoofdzaak *mikenieten* (leucitieten met olivijn).

KARISIMBI (4.507 m). — Dit is de grootste vulkaan van de keten. Zijn kegel, die gezien van uit de vlakte regelmatig schijnt, is in werkelijkheid sterk geërodeerd. Op 3.700 m wordt hij begrensd door een moerasachtige hoogvlakte, waar in het midden een cirkelvormige inzinking optreedt en waarop zich excentrisch een zeer scherpe piek verheft. Ten oosten van deze piek opent zich een kleine, cirkelvormige pijp (ongeveer 50 m φ) van 120 m diepte en met een meertje. De hoogvlakte is meer dan waarschijnlijk de bodem van een oude krater; de piek zou een stuk zijn van de ingestorte wand.

De lavas van de Karisimbi omvatten in hoofdzaak

shoshonieten en *shoshonietachtige absarokieten* alsook *kivieten* en *latieten*. Zij bedekken — van SW naar E — een uitgebreid gebied, dat zich uitstrekt van Nyondo tot in de nabijheid van Ruhengeri. In deze laatste streek loopt een lavastroom uit van *nefelien-houdend trachyt met kalium*, die de naburige lavastromen overdekt.

Er komen talrijke satellietkegels voor, vooral in het SW deel van de flanken van de Karisimbi. Op de buitenste breuken van de horst uit graniet van Muhungwe-Nyamagana, ten NE van Nyondo, vindt men een band van goed bewaarde, kleine vulkanen, die zeker veel recenter zijn dan de hoofdvulkaan (M.-E. DENAEYER, 1957).

C. — DE WESTELIJKE GROEP.

De twee actieve vulkanen zijn door een brede, zadelvormige depressie met elkaar verbonden. Hun kraters, die op 13 km van elkaar liggen, plaatsen zich op een lijn N 30° W, waarop eruptieve centra ontstonden. Hun ontzaglijke uitvloeiingen van lava die men mag schatten op tientallen miljarden m³, verhinderden de afvloeiing van het bekken van de Kivu naar het noorden en brachten aldus het huidig Kivu-meer tot stand.

Slechts van 1932 af hebben deze vulkanen geleidelijk de aandacht getrokken van de Belgische geologen, vulkanologen en geophysici. Van historisch standpunt bekeken, gingen de waarnemingen eerst naar de Nyamuragira omwille van zijn veelvuldige uitbarstingen. Thans zijn ze geconcentreerd op de Nyiragongo en zijn meer van gesmolten lava, enig in de wereld sedert de verdwijning van het Halemaumau-meer in 1924 (Kilauea, Hawaï).

NYAMURAGIRA (3.056 m). — Het is een uitgebreide schildvulkaan, met zeer platte kegel, die zich morfologisch van alle andere vulkanen der Virunga onderscheidt. Zijn lavas, die langs alle richtingen uitvloeiden, hebben o. a. — en dit nog niet lang geleden — de natuurlijke helling van de slenk gevolgd, waardoor aan de noordkant een lang, driehoekig aanhangsel ontstond, waarvan de top reikt tot bijna 1° ZB. Op de top van de kegel opent zich een grote, ondiepe, sub-cirkulaire caldeira van ongeveer 2 km doorsnede. De platte bodem van deze caldeira is gedeeltelijk

ingestort. Een lange spleet loopt dwars door de caldeira en er is een diepe put (« sink hole ») in de NE sektor.

De werkzaamheid van de Nyamuragira is typisch Hawaïaans. Ze werd gevolgd van 1929 af (R. HOIER). Op dit ogenblik bestond de caldeira uit drie grote in elkaar geschoven putten en drie boven elkaar gelegen platten. Werkzame centra, op de plaats van de huidige *sink hole*, stonden langs ondergrondse kanalen in verbinding met de laagste put, waarin ze hun lava stortten. De geleidelijke opvulling van deze put bracht weldra zijn plat op hoogte van het middenste plat, dat op zijn beurt tot de hoogte van het bovenste plat ging reiken en de lavas eindigden met over de flanken van de vulkaan te vloeien langs een open barst ten NW van de caldeira.

Uitbarsting van 1938. — Op 28 januari 1938 zonk de werkzame sektor plots in, waardoor de huidige *sink hole* ontstond. Vijf hoofdspleten verdeelden de vulkaan van boven naar beneden, op de SW et SE flanken. De lava kwam er in stromen uit. De hele zuidelijke sektor van de caldeira stortte in en een nieuwe caldeira werd in de oude gevormd. Ten gevolge van een hevige ontploffing ontstond een laterale insputing op de SW flank van de Nyamuragira en er verscheen een nieuwe vulkaan : de *Tshambene*. Zijn werkzaamheid hield zonder ophouden aan tot einde juni 1940 en zette alle aktiviteit in de caldeira stop (J. VERHOOGEN).

De Tshambene omvatte verschillende en onafhankelijke organen : een lavameer met convexiestromen, waaruit lavafontein opspoten, twee reeksen van kegels en gasopeningen en een « bron » waaruit een zeer vloeibare lavastroom ontsnapte die het Kivumeer bereikte en de baai van Sake versperde. Deze uitbarsting behoort tot de grootste onder de gekende, wanneer men het volume lava beschouwt dat werd uitgespreid : ongeveer 400 miljoen m³ ! Zij leverde tevens het eerst gekend voorbeeld van vorming van een lavameer tijdens een zijdelingse uitbarsting. Sedertdien heeft dit verschijnsel zich verschillende keren herhaald en er moeten voorgaanden geweest zijn, die aan de waarneming ontsnapt zijn. Voor de eerste maal in Centraal Afrika werden tijdens de uitbarsting van de

Tshambene geophysische metingen verricht (magnetisme, spectrografie der vlammen) en een waarnemingsstation werd ingericht.

Adventieve uitbarstingen van minder belang, die zich voordeden en bestudeerd werden na 1938 op de flanken van de Nyamulagira zijn de volgende (zie in kader, Schets van de Lavavelden der Virunga en van de Krater van de Nyamulagira) :

1 maart 1948. Op de zuidelijke flank, uitbarsting van het spleet-type en van het Stromboli-type van de *Gituro* en de *Muhuboli*, aan beide uiteinden van een spleet van 6 km lengte, W 30°S gericht. Van de twee uitgeworpen lavastromen bereikte deze van de Muhuboli het Kivumeer. Einde der uitbarstingen : half april (Muhuboli) en half juli 1948 (Gituro) (H. TAZIEFF) ;

17 november 1951. Uitbarsting van de *Shabubembe* nabij de top en op de noordelijke verlenging van de spleet van de caldeira. Tijdelijke vorming van een lavameertje en een askegel, de *Ndakara*. Lavastromen naar de « opening van Kamatembe ». Einde der uitbarsting : half januari 1952 (A. MEYER) ;

21 februari 1954. Uitbarsting van de *Mihaga*, op de SE verlenging van de grote spleet van 1938, op het lage deel van de zadelvormige depressie tussen de Nyamlagira en de Nyiragongo. Hoofdlavastroom in oostelijke richting, over 12 km (B. EGOROFF, onuitgegeven) ;

17 en 18 november 1956. De grote spleet van de *caldeira van de Nyamulagira* is de zetel van een kortstondige uitbarsting van lavas, die zich over de middenste en bovenste platten uitspreiden. Op het zelfde ogenblik ontstaat een nieuwe lavastroom van 2 km uit de *Shabubembe* (M. VERHAEGHE, onuitgegeven) ;

28 december 1957. Nieuwe *intra-caldeira stromen* van de Nyamuragira, vergezeld van een spleeteruptie met lavastroom van 7 km op de SE flank van de vulkaan en twee kraters, op 1 km afstand van elkaar ;

7 augustus 1958. Ontstaan van een nieuw uitbarstingscentrum met lavameer, op 12 km ten noorden van de caldeira : de *Kitsimbanyi*. Belangrijke stromen lava dalen over 20 km langs de noordelijke hellingen van de Nyamlagira. Einde der uitbarsting : 21 november 1958.

De vorming van zijdelingse lavameren laat toe een onderscheid te maken tussen de uitbarstingen van de Nyamuragira en deze van het zuiver Hawaïaans type.

Deze uitbarstingen leverden lavas van tamelijk eenvormige samenstelling, steeds dicht bij deze der *kivieten*. Soms omvatten ze enklaves van wisselende natuur (porcellaniet, kantalleniet, enz...) en de spuitgaten zijn bekleed met sublimaten (zwavel en sulfaten). Ook werden ontleding van gassen verricht (J. MELON, 1938 ; E. HAINE, 1958).

De uitbarstingen vóór de periode 1928-1938 zijn in het algemeen slecht gekend. Het staat vast dat voornamelijk uitbarstingen van de Nyamuragira en zijn noordelijke satellieten plaats grepen op het einde van de 19^{de} eeuw. De meer recente, waarvan de Europeanen getuige waren, zijn de volgende :

1901. Lavastroom van de *Singiro*, ten NE van de Nyiragongo, zichtbaar langs de baan Goma-Rutshuru ;

1904-1905. Uitbarsting van de *Nahimbi*, ten NE van Sake. Uitbarsting van een lavastroom die aan het Kivumeer eindigde ;

1905. Uitbarsting van de *Kanamaharagi*, ten oosten van de Nyamuragira. Uitbarsting van een kleine lavastroom naar het noorden ;

1912-1913. Uitbarsting van de *Rumoka*, op 5 km ten noorden van het Kivumeer. Een spleetkrater en een cirkelvormige krater. Na een korte periode van ultra-vulkanische werking volgde een Stromboli-periode. Uitwerping van een grote hoeveelheid as en een brede lavastroom die het meer bereikte. Op hetzelfde ogenblik waarschijnlijk een uitbarsting onder water in het meer en vulkanische werking op de Nyamuragira (F. DELHAYE) ;

1920. Uitbarsting onder water. Ononderbroken werkzaamheid van de Nyamuragira en de Nyiragongo.

In tegenstelling met de overige satellieten van de Nyamuragira, hoger vermeld, wierp de Nahimbi *limburgieten* en de Rumoka *basanieten* uit. Volgens sommige auteurs is het mogelijk dat deze lavas, waarvan het scheikundig karakter van dat der kivieten verschilt, produkten zijn van een onafhankelijke magmahaard.

NYIRAGONGO (3.470 m). — De afgeknotte en plumpe kegel van deze vulkaan, waarvan het profiel de noordelijke oever van het Kivumeer beheerst, is ten noorden en ten zuiden vergezeld van twee voornamelijk en oudere kraters : de *Baruta* (3.100 m) en de *Shaheru* (2.800 m). Op de top van de kegel opent zich een cirkelvormige caldeira (1.200 m tot 1.400 m) met steile wanden, bestaande uit open gestapelde lavastromen, agglomeraten en cinerietische tuffen, doorsneden van talrijke dykes, die door de erosie zichtbaar werden (zie in kader Schets van de Krater van de Nyiragongo).

Een cirkelvormig plat van gemiddeld 200 m breedte bevindt zich 180 m lager dan de bovenste boord ; het is doorsneden met concentrische barsten. In het midden van dit plat komt een grote put met vertikale

wanden uit, met een gemiddelde straal van 325 m en een diepte van 180 m. Op dit laatste niveau bevindt zich een tweede cirkelvormig plat, minder dan 100 m breed, dat ongeveer 40 m boven een meer van gesmolten lava, in halve-maanvorm, ligt. Dit meer wordt bewogen door convexiestromen algemeen in noord-zuidelijke rihchting. Aan zijn oppervlakte ontspringen gassen en lavafontein ; de ene veranderen niet van plaats, de andere verplaatsen zich met de lava. Een grote kaap van gestolde lava, omgekipt naar het SE, leunt ten oosten van het meer, tegen de wand van de put, waarvan ze gescheiden is door een spleet, bezaaid met kleine kraters en spuitgaten van brandende gassen. Deze kaap geeft aan het meer zijn halve-maan vorm, waarvan de afmetingen in 1958 als volgt waren : 320 m volgens N-S van de ene hoornpunt naar de andere en 160 m breedte in het midden. De kaap, die vlot op de gesmolten lava, bestaat uit de ingestorte overblijfsels van de oude wand, die vroeger de huidige put in twee afzonderlijke putten verdeelde. De geleidelijke instorting van deze wand, die in 1905 begon, hield op tussen 1908 en 1912. De omkipping van de kaap volgt de veranderingen van het magmaniveau.

Na periodes van slapen en uitdoving (1907, 1915-16, 1924-26), die afwisselden met werkzame fazen, bleef de Nyiragongo ononderbroken werkzaam sedert 1927.

Het tweede plat is toe te schrijven aan een voornamelijk terugtocht van de voedingszuil van het meer, die denkelijk plaats greep tussen 1924 en 1927. Van 1956 tot 1959 hadden de negatieve niveauveranderingen van het meer de bovenhand op de positieve. Hierdoor ontstond een derde en smal plat, na de eerste daling op het tweede plat, verwezenlijkt in 1958 bij middel van een bijzondere windas (zending I. W. O. C. A. cf. I. de MAGNÉE, 1959). Het lavameer zelf werd bereikt op 11 augustus 1959 tijdens een tweede zending, die zeer goed georganiseerd en uitgerust was (Nat. Centrum voor Vulkanologie, cf. P. ÉVRARD, 1960). Steunend op de reeds opgedane ervaring heeft deze zending talrijke geophysische waarnemingen kunnen verrichten. Het zijn de enige waarnemingen, die toelaten de studie van dieptestructuren en diepteverschijnsels aan te vangen.

Nu reeds kan men volgende resultaten optekenen, die door de twee zendingen, van 1958 en 1959, bereikt werden (cf. P. ÉVRARD, 1960).

Men beschikt over *topografische opnamen* van de ganse zone van de Nyiragongo en van de Nyamuragira, alsook van de kraters van deze twee vulkanen. Deze opnamen werden verwezenlijkt op

basis van luchtfotos en van reiswegen opgemaakt met een theodoliet en in verband met *gravimetrische opnamen*. Steunend op luchtfotos kon van de kegels en lavastromen van de westelijke groep een voorlopige geologische kaart vervaardigd worden, die voldoende nauwkeurigheid biedt (R. THONNARD, onuitgegeven) en die ten dele vervolledigd werd aan de hand van terreinwerk en petrografische studies van oudere en recente datum.

De algemene gang van de magnetische onregelmatigheid (amplitude 8 tot 10.000 gammas) binnen in de krater van de Nyiragongo, stemt overeen met het veld van een dipool, N-S gericht (G. BONNET).

De *seismologische waarnemingen* toonden aan dat de bron der intra-caldeira microseïsmen zich zou bevinden aan de zuidelijke hoorn van het lavameer, waar een maximum activiteit heerst (D. SHIMORUZU).

De *gasontledingen* brachten volgende gegevens aan het licht: hoog gehalte aan CO₂, aanwezigheid van SO₂, CO en H₂, en standvastige afwezigheid van CH₄ en in feite van H₂S. Het gehalte aan zeldzame gassen benadert dit van de atmosfeer (M. CHAIGNEAU, H. TAZIEFF en R. FABRE).

De *spektrometrie der vlammen* toonde de aanwezigheid aan van Na, K en CuCl. De energie van aktivering heeft een thermische oorsprong (A. H. ELSEMME).

Geothermische metingen wezen er op dat de verspeide thermische energie zou overeenstemmen met ongeveer 1 miljoen RW (E. BONNET en A. H. ELSEMME). De *temperatuur van de lava* bedraagt 840° C op 15 cm onder de oppervlakte. Zijn overschrijdt 950°C op 1 m diepte. De temperatuur der gassen is van de orde van 1000° C (P. ÉVRARD).

Andere metingen, waarvan de resultaten nog niet volledig gekend zijn, hebben betrekking op het paleomagnetisme, de radioaktiviteit en de cinematika van het lavameer.

Talrijke monsters van oude lavas, enklaven en sublimaten werden verzameld. De sublimaten omvatten: glaseriet, gyps, thenardiet, haliet, sylviet, elapsoliet, hiëratiet, enz... (P. HERMAN, R. VANDERSTAPPE en A. HUBAUX). De enklaven stellen gesmolten granietische gesteenten voor, die door de vulkaan aan het voetstuk ontruikt werden (M.-E. DENAEYER en M. VAN WALLEDAEL, in druk).

Zodra de coördinatie tussen al deze metingen verwezenlijkt is zullen inlichtingen verworven zijn van allergrootst belang, niet alleen betreffende het vulkanisme van Centraal Afrika, maar ook aangaande het veld van de wereldvulkanologie en van de algemene geologie.

Door vroegere petrografische studies wist men reeds dat de lavas van de Nyiragongo en zijn satellieten zeer algemeen gesproken *leucietnefeliniten* en *melilitieten met K en Na* van de familie der Niligongieten zijn. Het zijn pyroxenietische lavas zonder veldspaten, met wisselende hoeveelheden van nefelien, leuciet, kalsiliet en meliliet, waarin de alkalies merkkelijk in gewicht

gelijk zijn of met een geringe overheersing van K₂O of van Na₂O. De ontledingen van monsters van frisse lava, afkomstig van de zending van 1959, hebben aangetoond dat deze een *K-Na melilitiet* is, rijker aan natrium dan aan kalium (M. E. DENAEYER, 1960). Er weze tevens op gewezen dat zekere lavablokken van de krater van de Shaheru nieuwe mineralen bevatten, die elders niet gekend zijn (goetzeniet, combeïet, kirksteiniet, delhayeliet) (Th. G. SAHAMA).

Ten slotte moet nog vermeld worden dat uitbarstingen onder water, ouder dan het huidig niveau van het Kivumeer, kleine kegels van palagonietische tuffen aan de rand van het meer opbouwden en waarvan de mineralogie wijst op de werkzaamheid van de Nyiragongo (M.-E. DENAYER, 1954).

Ouderdom van het vulkanisme der Virunga. Buiten de graad van erosie, waarvan hoger sprake voor de vulkanen van de centrale en oostelijke groepen, en buiten de wederzijdse betrekkingen tussen sommige recente lavastromen en hun dekking van meerafzettingen van de serie van de Semliki (midden Pleistoceen) beschikt men over geen enkel positief gegeven — paleontologisch of geochronologisch — dat tot hiertoe toelaat een onderste grens aan dit vulkanisme te plaatsen of de ouderdom der verschijnsels te kennen, die vóór de Europese bezetting plaats grepen.

Ontstaan van de lavas der Virunga. De lavas der Virunga en van het SW van Uganda, waarin kalium overheerst op natrium of met bijna gelijkheid in gewicht van de twee alkalies (met uitzondering van de Nahimbi en de Rumoka en de lavas van Bishusha en van de Tongo, waar natrium overheerst) hebben aanleiding gegeven tot een reeks van lithogenetische beschouwingen, waarbij om beurten beroep gedaan werd op de metasomatose, de differentiatie, de anatexie of de syntexie (N.-L. BOWEN, M.-E. DENAEYER, A. HOLMES, F. J. TURNER en J. VERHOOGEN, S. J. SHAND, C. SORTCHINSKY). Verschillenden van deze auteurs, en ook anderen, hechten veel belang aan de rol van de carbonatieten. Van deze gesteenten bestaat een goede ontsluiting in de vallei van de Lueshe (A. MEYER en P. de BETHUNE, 1952) en een andere, ogenschijnlijk van minder belang, in het massief van Kirumba, ten NW van de Nyamuragira (M.-E. DENAEYER, onuitgegeven).

3. Vulkanische werking ten westen van de Virunga.

Bij de aanvang van dit hoofdstuk (blz. 10) werd melding gemaakt van de « opening van Kamatembe », waarlangs lavas zich uitspreidden in de vallei van de Moeso. Deze lavas zijn *kivieten*, afkomstig van de Nyamuragira (M.-E. DENAEYER, 1960).

Op de hoogvlakte van Bishusha bestaan overblijfsels van stromen van zuilenlava. Bij de werken van de bergbaan die langs de breukwand van de Togo-breuk, aan de rand van de slenk loopt, kwamen 3 hangende lavastromen aan het licht, die rusten op het precambrisch voetstuk en bedekt zijn door meerafzettingen. Deze overblijfsels, bestaande uit *andesietachtige lavas*, zouden wel kunnen getuigen van de oudste werking der Virunga (M.-E. DENAEYER, 1960).

Ten slotte bestaan er meer naar het zuiden, tussen Numbi en Mumba, twee ontsluitingen van *basanietachtige ankaratrieten*, waarvan de samenstelling weinig verschilt van deze van sommige lavas der Virunga (M.-E. DENAEYER, 1959).

4. Vulkanisme van de Boven Semliki en van het Edwardmeer.

Op de westelijke flank van de slenk van de Semliki, op 12 km ten S van Beni, werd een afgezonderd vulkaantje, de Karibumba, opgebouwd uit vulkanische tuffen. De aard van het pyroklastisch materiaal (*Karibumbiet*, uiterste vorm van de groep der kaliumhoudende ankaratrieten) laat toe deze tuffen van genetisch standpunt uit in verband te brengen met de produkten der vulkanen van Zuid-west Uganda (M.-E. DENAEYER en A. PETITJEAN).

UITGEKOZEN BIBLIOGRAFIE

Deze bibliografie omvat enkel de belangrijkste publicaties en de meest recente studies, evenals deze die betrekking hebben op historische uitbarstingen.

De werken vóór 1959, kan men vinden in de « BIBLIOGRAPHIE GÉOLOGIQUE DU CONGO BELGE ET DU RUANDA-URUNDI » (Musée royal du Congo belge. Tervuren, 6 volumes, 1818 à 1958).

- A. ALGEMEEN EN VROEGER VULKANISME.
CAHEN, L. : Géologie du Congo belge (1954).
COMMISSION DE GÉOLOGIE DU MINISTÈRE DES COLONIES : Carte géologique du Congo belge et du Ruanda-Urundi, Légende générale, 4^e édition (1951) ; Additions et modifications (1955) ; 5^e édition (in voorbereiding).
DELHAYE, F. en SALEE, A. : Carte géologique de l'Urundi et du Ruanda au 1/200.000 (1928).
B. RECENT VULKANISME.
a) *Algemeen*.
DENAEYER, M.-E. et LEDENT, D. (in DENAEYER, M.-E. et HART, H., Mission géologique de l'Office des Cités africaines (1952) chap. IV

- (*Mém. in-8^o. Inst. Roy. Col. Belge*, Bruxelles, 1954).
MEYER, A. : Aperçu historique de l'exploration et de l'étude des régions volcaniques du Kivu (*Inst. Parcs nat. C. B., Mission d'étude volcanol.*, 1, Bruxelles, 1955).
RICHARD, J. J. en NEUMANN VAN PADANG, M. : Catalogue of the active volcanoes of the World. Part IV : Africa and Red Sea (*Intern. volcanol. Assoc.*, 1957).
TURNER, F. J. en VERHOOGEN, J. : Igneous and metamorphic Petrology, 2^e éd. (1960, pp. 236 à 240 et 244 à 250).
b) *Zuid-Kivu*.
BOUTAKOFF, N. : Les massifs volcaniques du Kahusi et du Biega (*Inst. Géol. Univ. Louvain*, IX, 5, Louvain, 1956).

- MEYER, A. : Notes volcanologiques : Les basaltes du Kivu méridional (*Serv. Géol. C. b. et R.-U.*, n° 2, 1953, Léopoldville, 1954).
- : Nouveaux phénomènes volcaniques au Sud Kivu (*Serv. Géol. C. b. et R.-U.*, n° 7, fasc. 4, Léopoldville, 1957).
- SOROTCHINSKI, C. : Étude pétrographique de l'édifice volcanique du Kahusi et du Biega (*Inst. Géol. Univ. Louvain*, IX, 6 Louvain, 1934).
- c) Noord-Kivu (Virunga, boven Semliki, Édouardmeer enz...)
- COMBE, A. D. en SIMMONS, W. C. : The volcanic area of Bufumbira (*Uganda Geol. Surv. Mém.*, n° III, pt. I, 1933).
- DELHAYE, F. : Les volcans au nord du lac Kivu (*Bull. Inst. Roy. Col. belge*, Bruxelles, 1941, XII, pp. 409-459).
- de MAGNÉE, I. : Première exploration géophysique du volcan Nyiragongo (*Bull. Ac. Roy. Sc. Col.*, 1959, pp. 379-401).
- DENAEYER, M.-E. : Les anciens volcans sous-lacustres de la bordure nord du lac Kivu (*Bull. Soc. belge Géol.*, 1954, LXIII, pp. 280-297).
- : Résultats préliminaires d'une mission volcanologique au Congo belge (1956) (*Bull. Ac. Roy. Sc. col.*, 1957, pp. 659-684).
- : Les syénites métagénétiques du massif de Kirumba. Contribution à la lithogénèse des volcans du Kivu (*Ac. Roy. Sc. Col.*, Bruxelles, 1959, chap. V).
- et PETITJEAN, A. : Le volcan éteint de Karibumba (*Bull. Soc. belge Géol.*, 1951, IX, pp. 303-320).
- : Composition de la lave actuelle du Nyiragongo (*Bull. Ac. Roy. Sc. Outre-Mer*, 1960, pp. 999-1013).
- : Les laves de la bordure occidentale du fossé tectonique du Kivu, à l'Ouest des Virunga (*Bull. Ac. Roy. Sc. Outre-Mer*, 1960, pp. 1074-1085).
- EGOROFF, B. : Rapport n° 504 sur l'éruption du volcan Mihaga (onuitgegeven).
- (Communication de l'Inst. des Parcs nat. du C. B., 1954).
- ÉVRARD, P. : La mission géophysique du Centre national de Volcanologie au volcan Nyiragongo (1959) (*Bull. Ac. Roy. Sc. Outre-Mer*, 1960, Publ. n° 1 du C. N. V., 21 pp.). Deze publicatie omvat een bibliografische lijst der meest recente werken over dit onderwerp.
- FINCKH, L. : Die jungvulkanischen Gesteine des Kiwusee-Gebietes (*Wiss. Ergeb. Deutsch. Zentralafrika-Exped.* 1907-1908, Bd. I (1), 1912).
- HOIER, R. : Morphologie du volcan Nyamuragira (*Inst. Parcs Nat. C. b.*, 1939).
- HOLMES, A. : Petrogenesis of Katungite and its associates (*Amer. Miner.*, 35, 1950, pp. 772-792).
- en HARWOOD, H. F. : The petrology of the volcanic area of Bufumbira (*Geol. Surv. Uganda*, 1937).
- KIRSCHSTEIN, E. : Die Virunga-Vulkane (*Wiss. Ergeb. Deutsch. Zentralafrika-Exped.* 1907-1908 (1908), Bd I, pp. 61-110).
- MEYER, A. : Le volcan Nyamuragira et son éruption de 1951-1952 (*Bull. Inst. Roy. Col. belge*, XXIV, 1953, pp. 233-286).
- : Notes volcanologiques : Le volcan embryonnaire Kirwa (*Serv. géol. C. b. et R.-U.*, n° 2, 1953, Léopoldville, 1954).
- MEYER, H. : Morphologie der Virungavulkane (*Sachs. Akad. Wiss., Ab. Math. Phys. Kl.*, 40, 1927).
- SAHAMA, Th. G. et MEYER, A. : Study of the volcano Nyiragongo. A. Progress Report (*Inst. Parcs nat. C. B., Mission d'étude volcanol.*, 2, 1958).
- TAZIEFF, H. : L'éruption du volcan Gituro (*Serv. géol. C. b.*, 1951).
- VERHAEGHE, M. : Le volcan Mugogo (*Inst. Parcs nat. C. b.; Mission d'étude volcanol.*, 3, 1958).
- VERHOOGEN, J. : Les éruptions 1938-1940 du volcan Nyamuragira (*Inst. Parcs nat. C. b.*, 1948).

INHOUDSTAFEL

GEOLOGISCH KADER VAN HET VULKANISME IN CENTRAAL AFRIKA	1
Plan van de verklarende nota	1
Overzichtelijke onderverdeling van de geologische formaties van Centraal Afrika	2

EERSTE DEEL

OVERBLIJFSELS VAN HET OUD VULKANISME	2
1. Vulkanische verschijnsels in verband met precambrische formaties	2
A. — Gebied van Katanga	3
B. — Gebied van de Lomami en de Kasai	4
C. — Gebied van West-Congo	5
D. — Gebied van de Ubangi	5
E. — Gebied van Kibali-Ituri	5
F. — Gebieden van de Maniema, Kivu en Ruanda-Urundi	6
Samenvatting en algemene kenmerken van de vulkanische gesteenten, aan het Precambrium verbonden	6
2. Vulkanische verschijnsels, verbonden aan formaties van twijfelachtige ouderdom of jonger dan het Precambrium	7

TWEEDE DEEL

RECENT EN HUIDIG VULKANISME	8
1. Vulkanisme van Zuid-Kivu	8
A. — Trachytische periode	8
B. — Hoofdperiode van bazalt	8
C. — Rhyolietische periode	9
D. — Eindfase van bazalt	9
Ouderdom van het vulkanisme van Zuid-Kivu	9
2. Het vulkanisme van de Virunga	10
A. — Oostelijke groep (MUHAVURA, GAHINGA, SABINYO)	10
B. — Centrale groep (VISOKE, MIKENO, KARISIMBI)	11
C. — Westelijke groep (NYAMURAGIRA, NYIRAGONGO)	11
Ouderdom van het vulkanisme van de Virunga	14
Ontstaan van de lavas van de Virunga	14
3. Vulkanische werking ten westen van de Virunga	14
4. Vulkanisme van de boven Semliki en het Edwardmeer	15
5. Varia	15
WOORD VAN DANK	15
UITGEKOZEN BIBLIOGRAFIE	15
INHOUDSTAFEL	16